

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 677 917**

51 Int. Cl.:

G01R 31/08 (2006.01)

G01R 31/02 (2006.01)

H02H 7/26 (2006.01)

H02J 13/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **13.09.2013 PCT/US2013/059673**

87 Fecha y número de publicación internacional: **20.03.2014 WO14043479**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.09.2013 E 13767206 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.05.2018 EP 2895873**

54 Título: **Sistema GSM/GPRS para detectar y localizar faltas de alta impedancia en redes de distribución de media tensión en zonas con alta resistividad**

30 Prioridad:

15.09.2012 US 201261701643 P

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

07.08.2018

73 Titular/es:

**SAUDI ARABIAN OIL COMPANY (50.0%)
1 Eastern Avenue
Dhahran 31311, SA y
KING SAUD UNIVERSITY (50.0%)**

72 Inventor/es:

**AL-GHANNAM, SAMI, H. y
KHAN, YASIN**

74 Agente/Representante:

RIZZO, Sergio

ES 2 677 917 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

Sistema GSM/GPRS para detectar y localizar faltas de alta impedancia en redes de distribución de media tensión en zonas con alta resistividad

CAMPO TÉCNICO

5 **[0001]** Las formas de realización de la presente invención reivindicada se refieren por lo general al campo de
 10 detección de una o más falta(s) de conductor roto o abierto en una red de distribución de media tensión (M.T.).
 En aspectos más concretos, las formas de realización de la presente invención reivindicada se refieren a un
 sistema basado en comunicaciones de sistema global de comunicaciones móviles (GSM) y/o de servicio general
 de paquetes vía radio (GPRS) para detectar faltas rotas o abiertas en una zona del interior que presente una alta
 resistividad, como una zona del interior desértica.

ANTECEDENTES

15 **[0002]** Las líneas conductoras caídas suponen un grave peligro para las personas, los animales y el medio
 ambiente. Las líneas conductoras caídas pueden tener lugar cuando una línea conductora energizada entra en
 contacto con un objeto aislante, como un árbol, una estructura o un equipo, o con el suelo. Tal
 acontecimiento provoca a menudo formación de arco voltaico y destellos en el punto de contacto.

20 **[0003]** La detección de dichas faltas resulta todavía más problemática en una zona que presenta una alta
 resistencia de puesta a tierra, tal como una localización desértica. Cuando una línea conductora energizada cae
 al suelo en una zona con alta resistencia de puesta a tierra, como arena, la corriente de falta de las líneas
 conductoras caídas es sustancialmente cero debido a los valores extremadamente elevados de resistividad del
 25 suelo. Los métodos convencionales de medición de detecciones de faltas dependen, por ejemplo, del
 procesamiento de señales de corrientes y/o tensión en el lado de la fuente, y no son capaces de detectar faltas
 de alta impedancia en zonas con elevada resistencia de puesta a tierra. El solicitante ha identificado los
 problemas y limitaciones anteriores en el campo y ofrece varias formas de realización para detectar líneas
 conductoras caídas en zonas con elevada resistencia de puesta a tierra. El documento de publicación de
 30 solicitud de patente americana n.º 2009/0289637 A1 describe un sistema y método de utilización de un sistema
 informático para dar a conocer información de utilidad relacionada con una pluralidad de segmentos de cables de
 tendido eléctrico subterráneos conectados en extremos opuestos a distintos transformadores de distribución.

SUMARIO

30 **[0004]** La presente invención se refiere a un sistema para detectar y localizar faltas de conductor roto o abierto
 según se indica en las reivindicaciones 1 y 7. En las reivindicaciones dependientes se describen formas de
 realización concretas de la invención.

35 **[0005]** Las formas de realización de la invención se refieren por lo general a sistemas, métodos, medios legibles
 por ordenador y programas informáticos para la detección de tensión basados en comunicaciones GSM/GPRS
 que ofrecen procesamiento en el lado de carga de tensión de alimentación y que transmiten la información a una
 estación de base, de forma que se puedan tomar medidas correctivas para reparar las faltas de conductor roto o
 abierto en una red de distribución de M.T.

40 **[0006]** En concreto, de acuerdo con al menos una forma de realización, los sistemas, métodos, medios legibles
 por ordenador y programas informáticos controlan una tensión en un lado de baja tensión (B.T.) de un
 transformador de distribución. La tensión medida se transmite a la estación de base utilizando, por ejemplo,
 comunicación GSM/GPRS, y posteriormente se llevan a cabo medidas correctivas dirigidas a las faltas de
 conductor roto o abierto en la red de distribución de M.T.

45 **[0007]** Asimismo, las formas de realización de la invención incluyen sistemas, métodos, medios legibles por
 ordenador y programas informáticos para determinar y localizar una o más falta(s) en la red de distribución de
 M.T. en una zona con alta resistividad. Las formas de realización de la presente invención incluyen, por ejemplo,
 una pluralidad de dispositivos de conductor abierto, mediante los cuales se conecta cada dispositivo de
 conductor abierto en un lado de B.T. de un respectivo transformador de distribución y a un extremo lateral de una
 respectiva línea conductora de baja tensión. De acuerdo con diversas formas de realización, cada uno de la
 pluralidad de los dispositivos de conductor abierto está configurado, por ejemplo, para determinar lecturas de
 50 tensión anómalas y para transmitir dichas lecturas a la estación maestra a través de la red de comunicación, tal
 como la red basada en comunicaciones GSM/GPRS, como ejemplo no limitativo. La estación maestra, de
 acuerdo con varias formas de realización de la invención, está configurada para determinar o verificar la
 presencia de una o más falta(s) en la red de distribución y la localización de una o más falta(s).

55 **[0008]** De acuerdo con una forma de realización de la presente invención reivindicada, se da a conocer un
 sistema para detectar y localizar faltas de conductor roto o abierto asociadas a una red de distribución de media
 tensión situada para distribuir energía eléctrica a zonas con alta resistividad. El sistema incluye una red de
 distribución de tensión configurada para distribuir energía eléctrica a zonas que presenten elevada resistividad.
 La red de distribución de tensión incluye una pluralidad de líneas conductoras de alta tensión, presentando cada

una un nodo común, y una pluralidad de líneas conductoras de baja tensión. El sistema incluye además una pluralidad de transformadores de distribución. Cada uno de la pluralidad de transformadores de distribución incluye una porción superior conectada a una o más de la pluralidad de líneas conductoras de alta tensión. Cada uno de la pluralidad de transformadores de distribución está configurado para reducir una o más primera(s) 5 tensión(es) recibida(s) por medio de la una o más de la pluralidad de líneas conductoras de alta tensión a una o más segunda(s) tensión(es) que es/son inferior(es) a la una o más primera(s) tensión(es). Cada uno de la pluralidad de transformadores de distribución incluye además una porción inferior conectada a una o más de la pluralidad de líneas conductoras de baja tensión para distribuir la una o más segunda(s) tensión(es) a esta desde uno o más de la pluralidad de transformadores de distribución respectivos. El sistema incluye además una 10 pluralidad de dispositivos de conductor abierto. Cada uno de la pluralidad de dispositivos de conductor abierto está conectado en un lado de baja tensión de un respectivo transformador de distribución y a un extremo lateral de una respectiva línea conductora de baja tensión que está conectada a la porción inferior del transformador de distribución respectivo. Cada uno de la pluralidad de dispositivos de conductor abierto está configurado para transmitir una pluralidad de lecturas de tensión a una estación maestra a través de una red de comunicación de 15 sistema global de comunicaciones móviles (GSM).

[0009] Cada uno de la pluralidad de dispositivos de conductor abierto incluye una fuente de alimentación configurada para suministrar energía a la pluralidad de dispositivos de conductor abierto. La fuente de alimentación incluye un transformador de tensión y un circuito rectificador. Cada uno de la pluralidad de dispositivos de conductor abierto incluye además un cargador de batería configurado para cargar una batería de 20 corriente continua (CC) como fuente de alimentación de reserva, y un módulo GSM configurado para facilitar la comunicación con la red de comunicación GSM. Cada uno de la pluralidad de dispositivos de conductor abierto incluye además un módulo de detección de tensión configurado para detectar tensiones de la pluralidad de líneas conductoras de baja tensión, y una o más placa(s) de microcontrolador conectada(s) a la interfaz de la red de comunicación GSM y configurada(s) para almacenar una pluralidad de cargas de tensión de la pluralidad de 25 líneas conductoras de baja tensión detectadas por el módulo de detección de tensión y para transmitir la pluralidad de cargas de tensión utilizando la comunicación GSM.

[0010] El sistema incluye además uno o más servidor(es) situado(s) lejos de la pluralidad de dispositivos de conductor abierto y próximo(s) a una subestación para definir la estación maestra. La estación maestra determina una localización de una o más falta(s) de conductor roto o abierto en la red de distribución de tensión. 30 La estación maestra incluye uno o más procesador(es), uno o más módulo(s) de identificación del abonado configurado(s) para facilitar la comunicación con la red de comunicación GSM, y uno o más medio(s) legible(s) por ordenador no transitorio(s) codificado(s) con uno o más programa(s) informático(s) operativo(s) con el uno o más procesador(es) para determinar la localización de la una o más falta(s) de conductor roto o abierto en la red de distribución de tensión.

[0011] El programa informático incluye las instrucciones para crear una pluralidad de tablas de consulta (*lookup tables*) de topología de distribución de tensión para la red de distribución de tensión. La pluralidad de tablas de consulta incluye una topología de cada una de la pluralidad de líneas conductoras de alta tensión, cada una de la pluralidad de líneas conductoras de baja tensión, y cada ruta a un punto de conexión común a través de la pluralidad de líneas conductoras de alta tensión, la pluralidad de dispositivos de conductor abierto, y la pluralidad de 40 líneas conductoras de baja tensión. El programa informático incluye además las instrucciones para determinar, en respuesta a la recepción de una pluralidad de primeras cargas de tensión desde la pluralidad de líneas conductoras de baja tensión durante un período de tiempo predeterminado desde la pluralidad de dispositivos de conductor abierto, una tensión de línea de base para cada una de la pluralidad de líneas conductoras de baja tensión. El programa informático incluye además determinar la recepción de una pluralidad de segundas cargas de tensión que sea al menos una diferencia predeterminada inferior a la tensión de línea de base para la pluralidad de líneas conductoras de baja tensión. La pluralidad de segundas cargas de tensión que se transmiten desde al menos dos de la pluralidad de dispositivos de conductor abierto a través de la red de comunicación GSM para definir de esta forma una pluralidad de dispositivos de conductor con falta detectada. Además, el programa informático incluye las instrucciones de identificación, en respuesta a la pluralidad de 50 tablas de consulta de topología de distribución de tensión, cada ruta compartida por cada uno de la pluralidad de dispositivos de conductor con falta detectada y el punto de conexión común con base en la pluralidad de tablas de consulta de topología de distribución de tensión, y la identificación, en respuesta a la identificación de cada ruta compartida, de dos de la pluralidad de dispositivos de conductor con falta detectada que se sitúan más alejados posteriores respecto al punto de conexión común, estando próxima una localización de una falta de conductor roto o abierto respecto a una o más de la pluralidad de líneas conductoras de alta tensión conectadas 55 entre los dos de la pluralidad de dispositivos de conductor con falta detectada.

[0012] De acuerdo con una forma de realización, la pluralidad de primeras y segundas cargas de tensión incluyen al menos una de una pluralidad de tensiones de línea y una pluralidad de tensiones de fase de la pluralidad de líneas conductoras de baja tensión.

[0013] De acuerdo con una forma de realización, la pluralidad de dispositivos de conductor abierto está configurada para determinar que la pluralidad de segundas cargas de tensión no se encuentra por debajo de la diferencia predeterminada inferior a la tensión de línea de base para la pluralidad de líneas conductoras de baja 60

tensión, y para transmitir una o más de la pluralidad de segundas cargas de tensión a la estación maestra en intervalos predeterminados.

5 **[0014]** De acuerdo con una forma de realización, la pluralidad de dispositivos de conductor abierto están configurados para determinar que la pluralidad de segundas cargas de tensión sea al menos la diferencia predeterminada inferior a la tensión de línea de base para la pluralidad de líneas conductoras de baja tensión, establecen un indicador que indica la línea conductora de baja tensión que presenta la pluralidad de segundas cargas de tensión determinadas para ser la al menos diferencia predeterminada inferior a la tensión de línea de base, y envían uno o más mensaje(s) a la estación maestra identificando la línea conductora indicada de baja tensión y la pluralidad de segundas cargas de tensión.

10 **[0015]** De acuerdo con una forma de realización, cada uno de la pluralidad de dispositivos de conductor abierto incluye además un circuito de conmutación de batería configurado para impedir la descarga completa de la batería de CC.

15 **[0016]** De acuerdo con una forma de realización, la una o más placa(s) de microcontrolador está(n) configurada(s) además para ejecutar uno o más comando(s) para la transmisión y la recepción de uno o más mensaje(s) desde y hacia la pluralidad de dispositivos de conductor abierto.

20 **[0017]** De acuerdo con una forma de realización de la presente invención reivindicada, se da a conocer un sistema para detectar una o más falta(s) de conductor roto o abierto en una red de distribución de media tensión configurada para distribuir energía eléctrica a zonas del interior con alta resistividad. El sistema incluye una red de distribución de media tensión configurada para distribuir energía eléctrica a zonas del interior que presenten alta resistividad. La red de distribución de media tensión incluye una pluralidad de líneas conductoras de alta tensión, presentando cada una un nodo común, y una pluralidad de líneas conductoras de baja tensión. El sistema incluye además una pluralidad de transformadores de distribución configurados para reducir una o más primera(s) tensión(es) recibida(s) mediante una o más de la pluralidad de líneas conductoras de alta tensión conectadas a una porción superior de la pluralidad de transformadores de distribución a una o más segunda(s) tensión(es) que es/son inferior(es) que la una o más primera(s) tensión(es). Cada uno de la pluralidad de transformadores de distribución incluye además una porción inferior conectada a una o más de la pluralidad de líneas conductoras de baja tensión para distribuir la una o más segunda(s) tensión(es) a esta. Además, el sistema incluye una pluralidad de dispositivos de conductor abierto. Cada uno de la pluralidad de dispositivos de conductor abierto está conectado en un lado de baja tensión de un respectivo transformador de distribución y a un extremo lateral de una respectiva línea conductora de baja tensión que está conectada a la porción inferior del respectivo transformador de distribución. Cada uno de la pluralidad de dispositivos de conductor abierto está configurado para transmitir una pluralidad de lecturas de tensión a una estación maestra a través de una red de comunicación de sistema global de comunicaciones móviles (GSM).

35 **[0018]** Cada uno de los dispositivos de conductor abierto incluye una fuente de alimentación configurada para suministrar energía a la pluralidad de dispositivos de conductor abierto. La fuente de alimentación incluye un transformador de tensión y un circuito rectificador. Cada uno de los dispositivos de conductor abierto incluye además un cargador de batería configurado para cargar una batería de CC para utilizarla como fuente de alimentación de reserva, y una interfaz de la red de comunicación GSM configurada para facilitar la comunicación con la red de comunicación GSM. Además, cada uno de los dispositivos de conductor abierto incluye una o más placa(s) de microcontrolador conectada(s) a la interfaz de la red de comunicación GSM a través de un enlace en serie, y un módulo de detección de tensión configurado para detectar tensiones de la pluralidad de líneas conductoras de baja tensión.

45 **[0019]** El sistema incluye además uno o más servidor(es) situado(s) lejos de la pluralidad de dispositivos de conductor abierto y cerca de una subestación para definir la estación maestra, estando configurada la estación maestra para determinar una localización de una falta de conductor roto o abierto en la red de distribución de media tensión. La estación maestra incluye uno o más procesador(es), uno o más módulo(s) de identificación del abonado configurado(s) para facilitar la comunicación con la red de comunicación GSM, y uno o más medio(s) legible(s) por ordenador no transitorio(s) codificado(s) con uno o más programa(s) informático(s) operativo(s) para determinar la localización de faltas de conductor roto o abierto en la red de distribución de media tensión.

50 **[0020]** El programa informático incluye las instrucciones para crear una pluralidad de tablas de consulta que comprenden una topología de la red de distribución de media tensión. La pluralidad de tablas de consulta incluye una topología de cada una de la pluralidad de líneas conductoras de alta tensión, cada una de la pluralidad de líneas conductoras de baja tensión, y cada ruta a un punto de conexión común a través de la pluralidad de líneas conductoras de alta tensión, la pluralidad de dispositivos de conductor abierto, y la pluralidad de líneas conductoras de baja tensión. El programa informático incluye además las instrucciones para reunir una pluralidad de cargas de tensión de la pluralidad de líneas conductoras de baja tensión durante un período de tiempo predeterminado desde la pluralidad de dispositivos de conductor abierto, y para determinar una tensión de línea de base para cada una de la pluralidad de líneas conductoras de baja tensión, cuando no exista ninguna falta de conductor roto o abierto en la red de distribución de meda tensión, basándose la tensión de línea de base en la pluralidad de primeras cargas de tensión reunidas. Además, el programa informático incluye las instrucciones para determinar una recepción de una pluralidad de segundas cargas de tensión que sean al menos una

diferencia predeterminada inferior a la tensión de línea de base para la pluralidad de líneas conductoras de baja tensión. La pluralidad de segundas cargas de tensión se transmite desde al menos dos de la pluralidad de dispositivos de conductor abierto utilizando la red de comunicación GSM para definir de esta forma una pluralidad de dispositivos de conductor con falta detectada. El programa informático incluye además las instrucciones para identificar, en respuesta a la pluralidad de tablas de consulta, cada ruta compartida por cada uno de la pluralidad de dispositivos de conductor con falta detectada y el punto de conexión común basándose en la pluralidad de tablas de consulta, y para identificar, en respuesta a la identificación de cada ruta compartida, dos de la pluralidad de dispositivos de conductor con falta detectada que se sitúan posteriores más alejados del punto de conexión común, situándose una localización de una falta de conductor roto o abierto en una o más de la pluralidad de líneas conductoras de alta tensión conectadas entre los dos de la pluralidad de dispositivos de conductor con falta detectada.

[0021] De acuerdo con una forma de realización, la pluralidad de primeras y segundas cargas de tensión incluyen al menos una de una pluralidad de tensiones de línea y una pluralidad de tensiones de fase de la pluralidad de líneas conductoras de baja tensión.

[0022] De acuerdo con una forma de realización, la pluralidad de dispositivos de conductor abierto está configurada para determinar que la pluralidad de segundas cargas de tensión no se encuentra por debajo de la diferencia predeterminada inferior a la tensión de línea de base para la pluralidad de líneas conductoras de baja tensión, y para transmitir una o más de la pluralidad de segundas cargas de tensión a la estación maestra en intervalos predeterminados.

[0023] De acuerdo con una forma de realización, la pluralidad de dispositivos de conductor abierto están configurados para determinar que la pluralidad de segundas cargas de tensión sea al menos la diferencia predeterminada inferior a la tensión de línea de base para la pluralidad de líneas conductoras de baja tensión, establecen un indicador que indica la línea conductora de baja tensión que presenta la pluralidad de segundas cargas de tensión determinada para ser la al menos diferencia predeterminada inferior a la tensión de línea de base, y envían uno o más mensaje(s) a la estación maestra identificando la línea conductora indicada de baja tensión y la pluralidad de segundas cargas de tensión.

[0024] De acuerdo con una forma de realización, cada uno de la pluralidad de dispositivos de conductor abierto incluye además un circuito de conmutación de batería configurado para impedir la descarga completa de la batería de CC.

[0025] De acuerdo con una forma de realización, la una o más placa(s) de microcontrolador está(n) configurada(s) además para ejecutar uno o más comando(s) para la transmisión y la recepción de uno o más mensaje(s) desde y hacia la pluralidad de dispositivos de conductor abierto.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

[0026] Para que la manera en la que las características y beneficios de la invención, así como otros que resultarán evidentes, se puedan entender con más detalle, una descripción más concreta de las formas de realización se puede presentar en referencia a las formas de realización de la misma que se representan en los dibujos adjuntos, los cuales forman parte de la presente memoria. No obstante, cabe destacar también que los dibujos representan únicamente diversas formas de realización de la invención y, por lo tanto, no se considera que limiten el alcance de la invención, ya que esta puede incluir, asimismo, otras formas de realización efectivas.

La figura 1 es un diagrama de flujo de una descripción de la detección y localización de conductores rotos o abiertos en una red de distribución de M.T., de acuerdo con varias formas de realización de la invención.

La figura 2 es un diagrama de bloques esquemático de un sistema para detectar y localizar conductores rotos o abiertos en una red de distribución de M.T., de acuerdo con diversas formas de realización de la invención.

La figura 3 es una representación del posicionamiento y las conexiones de un dispositivo de conductor abierto, de acuerdo con diversas formas de realización de la invención.

La figura 4 es un diagrama de bloques esquemático de un dispositivo de conductor abierto, de acuerdo con diversas formas de realización de la invención.

La figura 5 es un diagrama de flujo para crear tensiones de línea de base para una pluralidad de líneas conductoras, de acuerdo con diversas formas de realización de la invención.

Las figuras 6A y B son diagramas de flujo de la monitorización de lecturas de tensión mediante la pluralidad de dispositivos de conductor abierto, de acuerdo con diversas formas de realización de la invención.

La figura 7 es un diagrama de flujo para detectar y localizar conductores rotos o abiertos en una red de distribución de M.T. mediante una estación maestra, de acuerdo con diversas formas de realización de la invención.

La figura 8 es un esquema de una falta en una red de distribución de M.T., de acuerdo con diversas formas de realización de la invención.

La figura 9 es una captura de pantalla de la representación de resultados de uno o más programa(s) informático(s) operativo(s) para detectar y localizar faltas, de acuerdo con diversas formas de realización de la invención.

5 La figura 10 son datos de muestra de lecturas de tensión mediante la pluralidad de dispositivos de conductor abierto, de acuerdo con diversas formas de realización de la invención.

10 **[0027]** A pesar de que la invención es susceptible de presentar varias modificaciones y formas alternativas, en los dibujos se muestran formas de realización específicas de la misma a modo de ejemplo y se describirán con detalle en el presente documento. En los dibujos y en la descripción que se exponen a continuación, las partes similares se indican a lo largo de la memoria y los dibujos con los mismos números de referencia, respectivamente. La notación principal, en caso de utilizarse, indica elementos similares en formas de realización alternativas. Los dibujos no se encuentran necesariamente a escala. Ciertas características de la descripción pueden aparecer exageradas en cuanto a la escala o en una forma ligeramente esquemática, y algunos detalles de los elementos convencionales pueden no mostrarse en aras de garantizar la claridad y la concisión. No obstante, debe entenderse que los dibujos y la descripción detallada al respecto no pretenden limitar la invención a la forma concreta expuesta, sino que, por el contrario, la intención es que abarque todas las modificaciones, equivalentes y alternativas que se incluyan en el alcance de la presente invención, según se define en las reivindicaciones adjuntas.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

20 **[0028]** La presente invención se describirá a continuación de forma más completa con referencia a los dibujos adjuntos, que representan diversas formas de realización de la invención.

25 **[0029]** Las formas de realización de la presente invención ofrecen sistemas, métodos y programas informáticos codificados en medios legibles por ordenador para detectar y localizar faltas de conductor roto o abierto en una red de distribución de M.T. 200. Los sistemas de transmisión y distribución de energía son enlaces vitales que producen continuidad de los servicios desde estaciones generadoras a uno o más usuario(s) final(es). Los conductores alimentadores aéreos son propensos al contacto físico con objetos cercanos, como árboles, edificios, o la superficie situada bajo estos, como ejemplos no limitativos. La detección de líneas conductoras abiertas o rotas puede entrañar riesgos graves para la salud y el medio ambiente. Las faltas de alta impedancia que se derivan de líneas conductoras rotas o caídas a menudo crean arcos voltaicos u otros riesgos de incendio. La detección de tales faltas resulta especialmente problemática en zonas con elevada resistividad del suelo, como zonas desérticas, debido a que la corriente de falta es cero o considerablemente cercana a cero y, por lo tanto, no se detecta mediante dispositivos convencionales de protección para el sistema eléctrico.

30 **[0030]** Habida cuenta de lo expuesto anteriormente, las formas de realización de la invención ofrecen sistemas, métodos, y programas informáticos codificados en medios legibles por ordenador para detectar y localizar faltas de conductor roto o abierto en la red de distribución de M.T. 200 en una zona con elevada resistividad. Como se representa en la figura 2, la red de distribución de M.T. 200, de acuerdo con diversas formas de realización de la presente invención, incluye un circuito primario 202 conectado a una subestación 212, como comprenderán los expertos en la materia. De acuerdo con diversas formas de realización, la red de distribución de M.T. 200 incluye además una estación maestra 214 que se comunica con la subestación 212 y que presenta uno o más programa(s) informático(s), memoria no transitoria, y otros tipos de *hardware* operativos para facilitar la detección y localización de uno o más conductor(es) roto(s) o abierto(s). La estación maestra 214, de acuerdo con las formas de realización de la presente invención, incluye una o más tarjeta(s) de módulo de identificación del abonado para permitir que la estación maestra 214 se comuniquen a través de una red basada en comunicaciones 201, por ejemplo, una red de comunicación GSM/GPRS, como ejemplo no limitativo. Las formas de realización de la presente invención contemplan otros tipos de redes de comunicación.

45 **[0031]** De acuerdo con diversas formas de realización de la presente invención, la red de distribución de M.T. 200 incluye además una pluralidad de líneas conductoras de alta tensión (A.T.) 204 adaptadas para distribuir energía desde el circuito primario 202 a una pluralidad de transformadores de distribución 206. Como comprenderán los expertos en la materia, cada uno de la pluralidad de transformadores de distribución 206, según ciertas formas de realización, está configurado para reducir la tensión de línea de A.T. de una respectiva línea conductora de A.T. 204 a una B.T., según requieran las necesidades de los clientes finales. Cada una de las líneas conductoras de A.T. 204 se posiciona de forma aérea y está conectada, por ejemplo, a una porción superior de un respectivo transformador de distribución 206 montado, por ejemplo, en un poste, por ejemplo, para recibir la tensión de línea de A.T. y para reducir la tensión de línea de A.T. hasta una tensión de línea de B.T. apropiada, según indiquen las necesidades del cliente final.

50 **[0032]** En otras formas de realización de la invención reivindicada, cada transformador de distribución 206 está también conectado a una respectiva línea conductora de B.T. 208, de manera que tras reducir o disminuir la A.T. a la B.T., dicha B.T. se adapta para ser transportada a uno o más cliente(s) final(es), como comprenderán los expertos en la materia. Cada una de las líneas conductoras de B.T. 208, de acuerdo con diversas formas de realización de la invención, se conecta, por ejemplo, a una porción del extremo inferior de un respectivo transformador de distribución 206. De acuerdo con al menos una forma de realización, una pluralidad de

dispositivos de conductor abierto 210 se conectan en el lado de B.T. del respectivo transformador de distribución 206 y a un extremo lateral de una respectiva línea conductora de B.T. 208.

[0033] De acuerdo con diversas formas de realización, cada uno de la pluralidad de dispositivos de conductor abierto 210 está configurado para detectar la carga de tensión de la respectiva línea conductora de B.T. 208 (bloque 602) y transmitir la carga de tensión detectada a la estación maestra 214 a través de la red de comunicación GSM/GPRS 201 (*véanse, p. ej.,* las figuras 6A y 6B). De acuerdo con al menos una forma de realización, la carga de tensión detectada incluye al menos una de una tensión de línea y una tensión de fase de la línea conductora de B.T. 208. Como se representa en las figuras 6A y 6B, en algunas formas de realización, la pluralidad de dispositivos de conductor abierto 210 está configurada además para determinar si cualquiera de las cargas de tensión detectadas es al menos una cantidad predeterminada inferior a una respectiva línea de base (bloque 604). En ciertas formas de realización, como se representa en la FIGURA 6B, cuando las cargas de tensión detectadas no son de una cantidad predeterminada de la línea de base o por debajo de esta, entonces la pluralidad de dispositivos de conductor abierto 210 están configurados además para enviar una o más de las cargas de tensión detectadas a la estación maestra 214 en intervalos predeterminados (bloque 606). En algunas formas de realización, como se representa en las figuras 6A y 6B, cuando las cargas de tensión detectadas sean de la cantidad predeterminada de la carga de tensión de línea de base o por debajo de esta, entonces la pluralidad de dispositivos de conductor abierto 210 están configurados para establecer una marca para la respectiva línea conductora de B.T. 208 (bloque 608) y enviar uno o más mensaje(s), por ejemplo, un servicio de mensajes cortos (SMS), a modo de ejemplo no limitativo, a través de la red GSM/GPRS 201 a la estación maestra 214 (bloque 610). De acuerdo con varias formas de realización, si uno o más de la pluralidad de dispositivos de conductor abierto 210 no ha recibido una confirmación de recepción del uno o más SMS transmitido(s), se puede enviar un SMS posterior en intervalos predeterminados (p. ej., cada cinco minutos, como ejemplo no limitativo) hasta que se reciba dicha confirmación de recepción desde la estación maestra 214, por ejemplo (bloque 612). Las tensiones de muestra detectadas por una pluralidad de dispositivos de conductor abierto OCD 210 en la red de distribución de M.T. 200 en una zona con alta resistividad, de acuerdo con ciertas formas de realización de la presente invención, se representan en la figura 10, por ejemplo.

[0034] De acuerdo con al menos una forma de realización, como se muestra en la figura 6A, cuando las cargas de tensión detectadas no son de la cantidad predeterminada de la línea de base o por debajo de esta, entonces la pluralidad de dispositivos de conductor abierto 210 están configurados además para continuar leyendo, en intervalos predeterminados (*p. ej.,* cada cinco minutos, a modo de ejemplo no limitativo), las cargas de tensión de la pluralidad de líneas conductoras de B.T. 208, sin comunicar los resultados a la estación maestra 214.

[0035] De acuerdo con diversas formas de realización, cada uno de la pluralidad de dispositivos de conductor abierto 210 incluye diversos componentes de *hardware* y *software*. Por ejemplo, como se representa en la figura 4, cada uno de la pluralidad de dispositivos de conductor abierto 210 incluye uno o más transformador(es) 402 para suministrar una o más tensión(es) de CA a uno o más circuito(s) rectificador(es) 404. El uno o más circuito(s) rectificador(es) 404 está(n) adaptado(s) para producir una o más tensión(es) de CC que preferentemente es/son más alta(s) que las tensiones de CA suministradas. Como comprenderán los expertos en la materia, la salida del uno o más circuito(s) rectificador(es) 404 alimenta a uno o más regulador(es) de tensión (no representado(s)), uno o más módulo(s) GSM 406, uno o más microcontrolador(es) 408, y uno o más circuito(s) de carga de batería 410. Diversas formas de realización de la invención exponen además que la pluralidad de dispositivos de conductor abierto 210 incluyen el uno o más módulo(s) GSM 406, configurado(s) cada uno para facilitar la comunicación entre un dispositivo de conductor abierto 210 y la red de comunicación GSM/GPRS 201.

[0036] De acuerdo con ciertas formas de realización, cada uno de la pluralidad de dispositivos de conductor abierto 210 incluye además uno o más circuito(s) de conmutación de batería 412 que se configura(n) para impedir la descarga completa de la una o más batería(s). De acuerdo con al menos una forma de realización, cada uno de la pluralidad de dispositivos de conductor abierto 210 se abre a uno o más circuito(s) de conmutación de batería 412, cuando los contactos del relé de la una o más batería(s) se sitúan por debajo de un nivel predeterminado. El uno o más circuito(s) de conmutación de batería 412, de acuerdo con diversas formas de realización de la presente invención, impide ventajosamente la descarga completa de la una o más batería(s) y también ayudará a aumentar la vida de la una o más batería(s).

[0037] El uno o más microcontrolador(es) 408, como comprenderán los expertos en la materia, está(n) conectado(s) al uno o más módulo(s) GSM 406 a través de uno o más enlace(s) en serie 414. El uno o más microcontrolador(es) 408, de acuerdo con ciertas formas de realización, está(n) configurado(s) para determinar las tensiones de línea de base para cada una de la pluralidad de líneas conductoras de B.T. 208. El uno o más microcontrolador(es) 408, de acuerdo con diversas formas de realización de la presente invención, también está(n) configurado(s) para almacenar lecturas de línea de base y una pluralidad de lecturas de tensión detectadas por medio del uno o más sensor(es) de tensión 416 y para transmitir datos utilizando el uno o más módulo(s) GSM 406. El uno o más microcontrolador(es) 408 está(n) configurado(s) además para ejecutar *software* de diagnóstico con el fin de detectar la una o más falta(s).

[0038] De acuerdo con ciertas formas de realización, el uno o más microcontrolador(es) 408 ejecuta(n) uno o más comando(s) para facilitar la recepción y la transmisión del SMS. Por ejemplo, el uno o más microcontrolador(es) 408 ejecuta(n) un comando de lectura, por ejemplo, un comando CPBR, como entenderán los expertos en la materia, para determinar el número máximo de entradas que puede contener el dispositivo de conductor abierto 210 y la longitud máxima de los números de teléfono, direcciones de correo electrónico, y nombres. Además, el uno o más microcontrolador(es) 408 ejecuta(n) un comando de almacenamiento, por ejemplo, un comando CPMS, como comprenderán los expertos en la materia, para seleccionar el espacio de almacenamiento de mensajes que se utilizará al enviar, recibir, leer, escribir o eliminar mensajes SMS. Asimismo, el uno o más microcontrolador(es) 408 ejecuta(n) un comando de verificación, por ejemplo, un comando CIND, como comprenderán los expertos en la materia, para comprobar el estado o el enlace de comunicación a la estación maestra 214.

[0039] De acuerdo con una forma de realización, el uno o más microcontrolador(es) 408 está(n) programado(s) para tomar una imagen digital de una tensión de CA, por ejemplo, una tensión de CA rectificadas de 60 Hz con una frecuencia de muestreo de 436 μ s por lectura. El valor máximo de la muestra se toma durante cada medio ciclo tras cada paso por el punto cero. Los valores máximos obtenidos se escalan horizontalmente y se envían a la estación maestra 214 por medio de SMS con un mensaje de advertencia de una posible falta en la red de distribución de M.T. 200.

[0040] En un ejemplo, se midieron los valores de tensión de línea calculados para un transformador de distribución Dyn (véase Tabla 1):

Tabla 1: Valores de *tensión de línea* calculados para un transformador de distribución Dyn

N.º	Condición en alimentador primario de M.T.	V _{out} (Tensiones de línea)		
		V _{ab}	V _{bc}	V _{ca}
1	Normal	220/0°	220/120°	220/240°
2	Conductor-A roto	0	190,7/90°	190,7/270°
3	Conductor-B roto	190,7/30°	0	190,7/210°
4	Conductor-C roto	190,7/330°	190,7/150°	0

[0041] En otro ejemplo, se midieron las tensiones de fase para el transformador de distribución Dyn (véase Tabla 2):

Tabla 2: Valores de *tensión de fase* calculados para el transformador de distribución Dyn

N.º	Condición en alimentador primario de M.T.	V _{out} (Tensiones de línea)		
		V _{an}	V _{bc}	V _{ca}
1	Normal	127/30°	127/150°	127/270°
2	Conductor-A roto	63,5/90°	63,5/90°	127/270°
3	Conductor-B roto	127/30°	63,5/210°	63,5/210°
4	Conductor-C roto	63,5/330°	127/150°	63,5/330°

[0042] De acuerdo con diversas formas de realización, se da a conocer un método para detectar y localizar faltas de conductor roto o abierto. Como se representa en la figura 1, el método, de acuerdo con diversas formas de realización de la presente invención, incluye el posicionamiento de una pluralidad de dispositivos de conductor abierto 210 en uno o más extremo(s) lateral(es) de una pluralidad de líneas conductoras de B.T. 208 que están conectadas a una pluralidad de transformadores de distribución 206 (bloque 102). El método incluye además el posicionamiento de uno o más de la pluralidad de dispositivos de conductor abierto 210 en uno o más extremo(s) inferior(es) de la pluralidad de transformadores de distribución 206. El posicionamiento y conexión de la

pluralidad de transformadores de distribución 206 y de la pluralidad de dispositivos de conductor abierto 210, de acuerdo con ciertas formas de realización de la presente invención, se representan en la figura 3, por ejemplo.

[0043] De acuerdo con al menos una forma de realización, el método incluye además la etapa o instrucción de detección de las cargas de tensión de la pluralidad de líneas conductoras de B.T. 208 durante una cantidad de tiempo predeterminada empleando la pluralidad de dispositivos de conductor abierto 210, cuando una línea conductora rota o caída no está presente en la red de distribución de M.T. 200 (bloque 105). Como se ha indicado anteriormente, las cargas de tensión detectadas incluyen al menos una de una tensión de línea y una tensión de fase de las líneas conductoras de B.T. 208. Tras detectar las cargas de tensión durante la cantidad de tiempo predeterminada, se puede determinar una línea de base para cada respectiva línea conductora de B.T. 208 o dispositivo de conductor abierto 210 (bloque 108). De acuerdo con diversas formas de realización, como se muestra posteriormente en la figura 1, las cargas de tensión de la línea de base se pueden determinar por medio de la pluralidad de dispositivos de conductor abierto 210 y transmitirse a continuación a la estación maestra 214 a través de la red de comunicación GSM/GPRS 201. De acuerdo con ciertas formas de realización de la presente invención, las cargas de tensión de la línea de base se pueden determinar mediante la estación maestra 214 y transmitirse posteriormente a través de la red de comunicación GSM/GPRS 201 a la pluralidad de dispositivos de conductor abierto 210. En otras formas de realización, la línea de base se puede determinar inicialmente mediante la pluralidad de dispositivos de conductor abierto 210 y verificarse por medio de la estación maestra 214. Como comprenderán los expertos en la materia, la estación maestra 214 almacena o tiene acceso a los datos históricos asociados a la pluralidad de dispositivos de conductor abierto 210 y a la pluralidad de líneas conductoras de B.T. 208, y determina las líneas de base basándose en las lecturas de la pluralidad de dispositivos de conductor abierto 210 y en los datos históricos.

[0044] De acuerdo con algunas formas de realización, el método incluye además la etapa o instrucción de creación de una pluralidad de tablas de consulta de topología de distribución de tensión, como comprenderán los expertos en la materia (bloque 111). La pluralidad de tablas de consulta de topología se crea mediante uno o más procesador(es) informático(s) de la estación maestra 214. La red de distribución de M.T. 200, de acuerdo con diversas formas de realización de la invención reivindicada, incluye una pluralidad de elementos, incluyendo, sin carácter limitativo, una pluralidad de dispositivos de conductor abierto 210, una pluralidad de líneas conductoras de B.T. 208, una pluralidad de transformadores de distribución 206, una pluralidad de líneas conductoras de A.T. 204, uno o más circuito(s) primario(s) 202, una o más estación(es) maestra(s) 214, y una o más subestación(es) 212. Como entenderán los expertos en la materia, la energía de la red de distribución de M.T. 200, de acuerdo con las diversas formas de realización de la presente invención, se proporciona por medio de uno o más transformador(es) de distribución monofásico(s) 206 o transformador(es) de distribución trifásico(s) 206. De acuerdo con al menos una forma de realización, la pluralidad de tablas de consulta de topología detalla las interconexiones de uno o más de los elementos anteriores de la red de distribución de M.T. 200. Por ejemplo, las tablas de consulta de topología indican que una línea conductora de A.T. 204 es una línea eléctrica aérea conectada a un dispositivo de conductor abierto 210 montado en un poste y conectado a una línea conductora de B.T. 208 (véase, p. ej., la figura 3). De acuerdo con diversas formas de realización de la invención, la pluralidad de tablas de consulta de topología indica además una ruta y nodos correspondientes para cada una de la pluralidad de líneas conductoras de B.T. 208 a uno o más punto(s) de conexión común(es) C, como se muestra en la figura 8. Es más, de acuerdo con algunas formas de realización de la presente invención, la pluralidad de tablas de consulta de topología indica la ruta y los correspondientes nodos para cada una de la pluralidad de líneas conductoras de A.T. 204 a uno o más punto(s) de conexión común(es) C, como se muestra más adelante en la figura 8. Como comprenderán los expertos en la materia, la pluralidad de tablas de consulta de topología, de acuerdo con diversas formas de realización de la presente invención, se puede utilizar para ayudar a localizar una falta o un conductor roto o abierto detectado.

[0045] Como se muestra más adelante en la figura 1, para facilitar la determinación de una falta o conductor roto o abierto en la red de distribución de M.T. 200, la pluralidad de dispositivos de conductor abierto 210, como se ha expuesto anteriormente, están configurados para transmitir una o más lectura(s) de carga de tensión a la estación maestra a través de la red GSM/GPRS 201. Tras recibir al menos dos lecturas de tensión anómalas desde al menos dos dispositivos de conductor abierto distintos 210, la estación maestra 214, de acuerdo con las formas de realización de la presente invención, analiza los datos para determinar si hay una o más línea(s) conductora(s) rota(s) o abierta(s) en la red de distribución de M.T. 200 (bloque 115). Si la estación maestra 214 determina que hay una o más línea(s) conductora(s) rota(s) o abierta(s) basándose, por ejemplo, en las lecturas recibidas, los datos históricos, u otro *software* o sistemas de diagnóstico, entonces la estación maestra 214 identifica una o más localización(es) de la una o más línea(s) de conductor roto o abierto utilizando un algoritmo de topología (bloque 118).

[0046] Como se representa en la figura 8, en ciertas formas de realización, cada línea conductora presentará dos nodos, un nodo posterior a un punto de conexión común C y un segundo nodo anterior al punto de conexión común C. De acuerdo con diversas formas de realización de la presente invención, cada uno de los nodos se numeran o se identifican de otra forma por medio de un identificador y están conectados a uno o más de la pluralidad de dispositivos de conductor abierto 210. Dicha información, por ejemplo, se puede almacenar y mantener mediante la estación maestra 214 en una o más de la pluralidad de tablas de consulta de topología.

Como comprenderán los expertos en la materia, cuando uno o más conductor(es) roto(s) o abierto(s) o falta(s) F tiene(n) lugar en la red de distribución de M.T. 200, uno o más de la pluralidad de dispositivos de conductor abierto 210 situados posteriores a la falta F detectarán lecturas de tensión anómalas e informarán de tales lecturas a la estación maestra 214. Por ejemplo, en la figura 8 se representa una falta F que tiene lugar entre los nodos 3 y 5, que está cada uno conectado a uno o más de la pluralidad de dispositivos de conductor abierto 210. De acuerdo con diversas formas de realización, cuando tiene lugar dicha falta F, cada uno del uno o más de la pluralidad de dispositivos de conductor abierto 210 conectados a los nodos 5, 7, 9, y 11 detectarán lecturas de tensión anómalas (p. ej., tensiones de al menos una cantidad predeterminada inferior a una respectiva línea de base) e informarán de estas. El uno o más de la pluralidad de dispositivos de conductor abierto 210 conectado(s) al nodo 3 pueden informar también de lecturas de tensión anómalas de acuerdo con algunas formas de realización de la presente invención. De acuerdo con las formas de realización de la presente invención, en ocasiones se hace referencia en el presente documento a cada uno de la pluralidad de dispositivos de conductor abierto 210 que informan de lecturas de tensión anómalas como «dispositivos de conductor con falta detectada».

[0047] Tras recibir la estación maestra 214 las lecturas de tensión anómalas desde cada uno de los dispositivos de conductor con falta detectada (véase, p. ej., el bloque 702 en la figura 7), de acuerdo con formas de realización de la presente invención, la estación maestra 214 ejecuta uno o más programa(s) informático(s) utilizando uno o más procesador(es) informático(s) para analizar una o más de la pluralidad de tablas de consulta de topología para identificar cada ruta a uno o más punto(s) de conexión común(es) C de cada uno de los dispositivos de conductor con falta detectada (véase, p. ej., el bloque 703 en la figura 7). Como comprenderán los expertos en la materia, la estación maestra 214 puede recibir marcas representativas de una o más lectura(s) de tensión anómala(s) de uno o más de la pluralidad de dispositivos de conductor abierto 210. De nuevo en referencia a la figura 8, la estación maestra 214, de acuerdo con ciertas formas de realización de la invención reivindicada, identifica (por ejemplo, desde las posteriores hacia las anteriores) las rutas entre nodos: (5, 3, 1, C), (7, 5, 3, 1, C); (9, 5, 3, 1, C); y (11, 9, 5, 3, 1, C).

[0048] A continuación, de acuerdo con algunas formas de realización de la presente invención, el uno o más programa(s) informático(s) ejecutado(s) por la estación maestra 214 identifica(n) los nodos comunes a la totalidad de las rutas identificadas. En referencia de nuevo a la representación de la figura 8 y al diagrama de bloques de la figura 7, por ejemplo, los nodos 5, 3, 1 y C son comunes entre cada una de las rutas identificadas en la etapa anterior, de acuerdo con diversas formas de realización de la invención reivindicada (bloque 704). Por consiguiente, la estación maestra 214, como comprenderán los expertos en la materia, identifica a continuación dos de los nodos situados posteriores más alejados del uno o más punto(s) de conexión común(es) C (bloque 706). La estación maestra 214 identifica también cada uno de los dispositivos de conductor con falta detectada conectados a los dos nodos situados posteriores más alejados respecto al uno o más punto(s) de conexión común(es) C. En la figura 8, por ejemplo, dichos dispositivos de conductor con falta detectada serían aquellos conectados a los nodos 3 y 5, debido a que, en esta representación de muestra, son los nodos situados posteriores más alejados en la ruta identificada de 5, 3, 1 y C.

[0049] Para identificar la localización de la falta F detectada, de acuerdo con varias formas de realización de la presente invención, la estación maestra 214 analiza una o más de la pluralidad de tablas de consulta de topología para determinar la una o más línea(s) conductora(s) conectada(s) a los dos nodos posteriores más alejados. Como se representa en la figura 8, la falta F se sitúa entre los nodos 5 y 3. La estación maestra 214 utiliza la localización de los nodos 5 y 3 para identificar las líneas conductoras conectadas entre ambos, por ejemplo.

[0050] La presente invención contempla diversas formas de realización para determinar una o más tensión(es) de línea de base para cada una de una pluralidad de líneas conductoras. Por ejemplo, determinar las tensiones de línea de base puede incluir la etapa de creación de una pluralidad de tablas de consulta de topología de distribución de tensión para una red de distribución de M.T. 200 (véase, p. ej., bloque 502). En respuesta a la creación de la pluralidad de tablas de consulta de topología, las formas de realización de la presente invención incluyen además una pluralidad de dispositivos de conductor abierto 210 que detectan una pluralidad de lecturas de tensión durante un tiempo predeterminado. Una estación maestra 214, uno o más de la pluralidad de dispositivos de conductor abierto 210, o ambos, está(n) configurado/a(s) para analizar las lecturas de tensión detectadas y para determinar una línea de base para cada línea conductora (bloque 504). De acuerdo con al menos una forma de realización, cada uno de la pluralidad de dispositivos de conductor abierto 210 determina cargas de tensión de línea de base iniciales y la estación maestra 214 verifica y completa las líneas de base basándose en datos históricos. Como comprenderán los expertos en la materia, la aplicación de interpolación lineal en las lecturas de carga de tensión detectadas se puede emplear para obtener una línea de base más precisa. Tras determinar las cargas de tensión de línea de base, por ejemplo, estas se transmiten a la pluralidad de dispositivos de conductor abierto 210 (bloque 506). Como comprenderán los expertos en la materia, cada uno de la pluralidad de dispositivos de conductor abierto 210 reciben únicamente las cargas de tensión de línea de base asociadas a las líneas conductoras conectadas a los mismos.

[0051] Las formas de realización de la presente invención incluyen también un mapa gráfico de topología, similar al mapa representado en la figura 9, que ofrece una representación visual de la topología de al menos una parte de la red de distribución de M.T. 200. La figura 9 muestra también la presentación de los resultados de uno o

más programa(s) informático(s) operativo(s) para detectar y localizar faltas, de acuerdo con diversas formas de realización de la invención reivindicada.

5 **[0052]** Varias formas de realización pueden incluir además la recepción, envío, o almacenamiento de instrucciones y/o datos implementados de acuerdo con la descripción anterior en un medio accesible por ordenador. Por lo general, un medio de almacenamiento legible/accesible por ordenador puede incluir medios de almacenamiento no transitorios, como medios magnéticos u ópticos (p. ej., disco o DVD/CD-ROM); medios volátiles o no volátiles, como RAM (p. ej., SDRAM, DDR, RDRAM, SRAM, etc.), o ROM, como ejemplos no limitativos.

10 **[0053]** Ciertas formas de realización pueden implementarse, por ejemplo, en un dispositivo informático, como un ordenador personal o dispositivo móvil, y diversos aspectos descritos en el presente documento, como módulos, diccionarios de datos, mapas de dimensiones, y perfiles de dimensiones, por ejemplo, se pueden implementar en una o más aplicación(es) disponibles comercialmente ejecutadas en el dispositivo informático. Por ejemplo, diversos aspectos descritos en el presente documento se pueden implementar en un ordenador personal que ejecuta aplicaciones ofrecidas por Microsoft Corporation de Redmond, Washington, como .net, Microsoft Excel y
15 Microsoft Access. Asimismo, por ejemplo, diversos aspectos descritos en el presente documento se pueden implementar en un ordenador personal que ejecute otras aplicaciones de bases de datos disponibles comercialmente que ofrezcan, por ejemplo, almacenamiento de datos, cálculo, herramientas gráficas, tablas dinámicas y capacidades de macroprogramación.

20 **[0054]** A tenor de la presente descripción, otras modificaciones y formas de realización alternativas de diversos aspectos de la invención resultarán evidentes para los expertos en la materia. Por consiguiente, se deberá interpretar que esta descripción presenta únicamente carácter ilustrativo y tiene como objetivo enseñar a los expertos en la materia el modo general de llevar a cabo la invención. Se deberá comprender que las formas de la invención mostradas y descritas en el presente documento deben considerarse como ejemplos de formas de realización.

25 **[0055]** En el contexto de la presente memoria, un ordenador destinado a fines especiales o un dispositivo informático/procesador electrónico destinado a fines especiales similar es capaz de manipular o transformar señales, normalmente representadas como cantidades físicas electrónicas, ópticas o magnéticas en memorias, registros, u otros dispositivos de almacenamiento de información, dispositivos de transmisión, o dispositivos de visualización del ordenador destinados a fines especiales o del dispositivo informático/procesador electrónico
30 destinado a fines especiales similar.

REIVINDICACIONES

1. Sistema para detectar y localizar faltas de conductor roto o abierto asociadas a una red de distribución de media tensión (200) posicionada para distribuir energía eléctrica a zonas con alta resistividad, comprendiendo el sistema:

5 una red de distribución de tensión (200) configurada para distribuir energía eléctrica a zonas que presentan alta resistividad, comprendiendo la red de distribución de tensión (200) una pluralidad de líneas conductoras de alta tensión (204), presentando cada una un nodo común, y una pluralidad de líneas conductoras de baja tensión (208);
 10 una pluralidad de transformadores de distribución (206), comprendiendo cada uno de la pluralidad de transformadores de distribución (206) una porción superior conectada a una o más de la pluralidad de líneas conductoras de alta tensión (204) y configurada para reducir una o más primera(s) tensión(es) recibida(s) mediante la una o más de la pluralidad de líneas conductoras de alta tensión (204) a una o más segunda(s) tensión(es) que es/son inferior(es) a la una o más primera(s) tensión(es), comprendiendo además cada uno de la pluralidad de transformadores de distribución (206) una porción inferior conectada a una o más de la pluralidad de líneas conductoras de baja tensión (208) para distribuir la una o más segunda(s) tensión(es) a estas desde uno o más de la pluralidad de transformadores de distribución respectivos (206); y
 15 una pluralidad de dispositivos de conductor abierto (210), estando conectado cada uno de la pluralidad de dispositivos de conductor abierto (210) en un lado de baja tensión de un respectivo transformador de distribución y a un extremo lateral de una respectiva línea conductora de baja tensión (208) que está conectada a la porción inferior del respectivo transformador de distribución, configurado cada uno de la pluralidad de dispositivos de conductor abierto (210) para transmitir una pluralidad de lecturas de tensión a una estación maestra (214) a través de una red de comunicación de sistema global de comunicaciones móviles (GSM) (201) y comprendiendo:

25 una fuente de alimentación configurada para suministrar energía a la pluralidad de dispositivos de conductor abierto (210), comprendiendo la fuente de alimentación un transformador de tensión y un circuito rectificador,
 una unidad de carga de batería configurada para cargar una batería de corriente continua (CC) como fuente de alimentación de reserva,
 30 un módulo GSM (406) configurado para facilitar la comunicación con la red de comunicación GSM (201),
 un módulo de detección de tensión configurado para detectar tensiones de la pluralidad de líneas conductoras de baja tensión (208), y
 una o más placa(s) de microcontrolador conectada(s) a la interfaz de la red de comunicación GSM y configurada(s) para almacenar una pluralidad de cargas de tensión de la pluralidad de líneas conductoras de baja tensión (208) detectadas por el módulo de detección de tensión y para transmitir la pluralidad de cargas de tensión utilizando la comunicación GSM,
 35

comprendiendo además el sistema
 uno o más servidor(es) posicionado(s) lejos de la pluralidad de dispositivos de conductor abierto (210) y cerca de una subestación (212) para definir la estación maestra (214), estando configurada la estación maestra (214) para determinar una localización de una o más falta(s) de conductor roto o abierto en la red de distribución de tensión (200), comprendiendo la estación maestra (214):
 40

uno o más procesador(es);
 uno o más módulo(s) de identificación del abonado configurado(s) para facilitar la comunicación con la red de comunicación GSM (201);
 uno o más medio(s) legible(s) por ordenador no transitorio(s) codificado(s) con uno o más programa(s) informático(s) operativo(s) con el uno o más procesador(es) para determinar la localización de la una o más falta(s) de conductor roto o abierto en la red de distribución de tensión (200), comprendiendo el programa informático las instrucciones para:
 45

crear una pluralidad de tablas de consulta de topología de distribución de tensión para la red de distribución de tensión (200), comprendiendo la pluralidad de tablas de consulta una topología de cada una de la pluralidad de líneas conductoras de alta tensión (204), cada una de la pluralidad de líneas conductoras de baja tensión (208), y cada ruta a un punto de conexión común a través de la pluralidad de líneas conductoras de alta tensión (204), la pluralidad de dispositivos de conductor abierto (210), y la pluralidad de líneas conductoras de baja tensión (208),
 50 determinar, en respuesta a la recepción de una pluralidad de primeras cargas de tensión desde la pluralidad de líneas conductoras de baja tensión (208) durante un período de tiempo predeterminado desde la pluralidad de dispositivos de conductor abierto (210), una tensión de línea de base para cada una de la pluralidad de líneas conductoras de baja tensión (208),
 55 determinar la recepción de una pluralidad de segundas cargas de tensión que sean al menos una diferencia predeterminada inferior a la tensión de línea de base para la pluralidad de líneas conductoras de baja tensión (208), siendo transmitidas la pluralidad de segundas cargas de tensión desde al menos dos de la pluralidad de dispositivos de conductor abierto (210) a través de la red de
 60

- comunicación GSM (201) para definir de esta forma una pluralidad de dispositivos de conductor con falta detectada,
 identificar, en respuesta a la pluralidad de tablas de consulta de topología de distribución de tensión,
 cada ruta compartida por cada uno de la pluralidad de dispositivos de conductor con falta detectada y
 el punto de conexión común basándose en la pluralidad de tablas de consulta de topología de
 distribución de tensión, e
 identificar, en respuesta a la identificación de cada ruta compartida, dos de la pluralidad de
 dispositivos de conductor con falta detectada que se posicionan posteriores más alejados respecto al
 punto de conexión común, situándose próxima una localización de una falta de conductor roto o
 abierto respecto a una o más de la pluralidad de líneas conductoras de alta tensión (204) conectadas
 entre los dos de la pluralidad de dispositivos de conductor con falta detectada.
- 5
- 10
2. Sistema de acuerdo con la reivindicación 1, donde la pluralidad de primeras y segundas cargas de tensión comprenden al menos una de una pluralidad de tensiones de línea y una pluralidad de tensiones de fase de la pluralidad de líneas conductoras de baja tensión (208).
- 15
3. Sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-2, donde la pluralidad de dispositivos de conductor abierto (210) están configurados para determinar que la pluralidad de segundas cargas de tensión no se encuentra por debajo de la diferencia predeterminada inferior a la tensión de línea de base para la pluralidad de líneas conductoras de bajas tensiones, y
- 20
- transmitir una o más de la pluralidad de segundas cargas de tensión a la estación maestra (214) en intervalos predeterminados.
4. Sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-3, donde la pluralidad de dispositivos de conductor abierto (210) está configurada para determinar que la pluralidad de segundas cargas de tensión es al menos la diferencia predeterminada inferior a la tensión de línea de base para la pluralidad de líneas conductoras de bajas tensiones, configurar un indicador que indica la línea conductora de baja tensión (208) que presenta la pluralidad de segundas cargas de tensión determinadas para ser la al menos diferencia predeterminada inferior a la tensión de línea de base, y
- 25
- enviar uno o más mensaje(s) a la estación maestra (214) identificando la línea conductora de baja tensión indicada (208) y la pluralidad de segundas cargas de tensión.
- 30
5. Sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-4, donde cada uno de la pluralidad de dispositivos de conductor abierto (210) comprende además un circuito de conmutación de batería configurado para impedir la descarga completa de la batería de CC.
6. Sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-5, donde la una o más placa(s) de microcontrolador está(n) configurada(s) además para ejecutar uno o más comando(s) para la transmisión y recepción de uno o más mensaje(s) desde y hacia la pluralidad de dispositivos de conductor abierto (210).
- 35
7. Sistema para detectar una o más falta(s) de conductor roto o abierto en una red de distribución de media tensión (200) configurada para distribuir energía eléctrica a zonas del interior con alta resistividad, comprendiendo el sistema:
- 40
- una red de distribución de media tensión (200) configurada para distribuir energía eléctrica a zonas del interior que presenten alta resistividad, comprendiendo la red de distribución de media tensión (200) una pluralidad de líneas conductoras de alta tensión (204), presentando cada una un nodo común, y una pluralidad de líneas conductoras de baja tensión (208);
 una pluralidad de transformadores de distribución (206) configurados para reducir una o más primera(s) tensión(es) recibida(s) mediante una o más de la pluralidad de líneas conductoras de alta tensión (204) conectadas a una porción superior de la pluralidad de transformadores de distribución (206) a una o más segunda(s) tensión(es) que es/son inferior(es) a la una o más primera(s) tensión(es), comprendiendo además cada uno de la pluralidad de transformadores de distribución (206) una porción inferior conectada a una o más de la pluralidad de líneas conductoras de baja tensión (208) para distribuir la una o más segunda(s) tensión(es) a estas;
- 45
- una pluralidad de dispositivos de conductor abierto (210), estando conectado cada uno de la pluralidad de dispositivos de conductor abierto (210) en un lado de baja tensión de un respectivo transformador de distribución y a un extremo lateral de una respectiva línea conductora de baja tensión (208) que está conectada a la porción inferior del respectivo transformador de distribución, configurado cada uno de la pluralidad de dispositivos de conductor abierto (210) para transmitir una pluralidad de lecturas de tensión a una estación maestra (214) a través de una red de comunicación de sistema global de comunicaciones móviles (GSM) (201) y comprendiendo:
- 50
- una fuente de alimentación configurada para suministrar energía a la pluralidad de dispositivos de conductor abierto (210), comprendiendo la fuente de alimentación un transformador de tensión y un circuito rectificador,
- 55
- 60

una unidad de carga de batería configurada para cargar una batería de CC para utilizarse como fuente de alimentación de reserva,
 una interfaz de la red de comunicación GSM configurada para facilitar la comunicación con la red de comunicación GSM (201),
 5 una o más placa(s) de microcontrolador conectada(s) a la interfaz de la red de comunicación GSM a través de un enlace en serie, y
 un módulo de detección de tensión configurado para detectar tensiones de la pluralidad de líneas conductoras de baja tensión (208),

comprendiendo además el sistema

10 uno o más servidor(es) posicionado(s) lejos de la pluralidad de dispositivos de conductor abierto (210) y además cerca de una subestación (212) para definir la estación maestra (214), configurada la estación maestra (214) para determinar una localización de una falta de conductor roto o abierto en la red de distribución de media tensión (200), comprendiendo la estación maestra (214):

uno o más procesador(es);

15 uno o más módulo(s) de identificación del abonado configurado(s) para facilitar la comunicación con la red de comunicación GSM (201);

uno o más medio(s) legible(s) por ordenador no transitorio(s) codificado(s) con uno o más programa(s) informático(s) operativo(s) para determinar la localización de las faltas de conductor roto o abierto en la red de distribución de media tensión (200), comprendiendo el programa informático las instrucciones para:

20 crear una pluralidad de tablas de consulta que comprenden una topología de la red de distribución de media tensión (200), comprendiendo la pluralidad de tablas de consulta una topología de cada una de la pluralidad de líneas conductoras de alta tensión (204), cada una de la pluralidad de líneas conductoras de baja tensión (208), y cada ruta a un punto de conexión común a través de la pluralidad de líneas conductoras de alta tensión (204), la pluralidad de dispositivos de conductor abierto (210), y la pluralidad de líneas conductoras de baja tensión (208),

25 reunir una pluralidad de cargas de tensión de la pluralidad de líneas conductoras de baja tensión (208) durante un período de tiempo predeterminado desde la pluralidad de dispositivos de conductor abierto (210),

30 determinar una tensión de línea de base para cada una de la pluralidad de líneas conductoras de baja tensión (208), cuando no exista una falta de conductor roto o abierto en la red de distribución de media tensión (200), basándose la tensión de línea de base en la pluralidad de primeras cargas de tensión reunidas,

35 determinar una recepción de una pluralidad de segundas cargas de tensión que sean al menos una diferencia predeterminada inferior a la tensión de línea de base para la pluralidad de líneas conductoras de baja tensión (208), transmitiéndose la pluralidad de segundas cargas de tensión desde al menos dos de la pluralidad de dispositivos de conductor abierto (210) utilizando la red de comunicación GSM (201) para definir de esta forma una pluralidad de dispositivos de conductor con falta detectada,

40 identificar, en respuesta a la pluralidad de tablas de consulta, cada ruta compartida por cada uno de la pluralidad de dispositivos de conductor con falta detectada y el punto de conexión común basándose en la pluralidad de las tablas de consulta, e

45 identificar, en respuesta a la identificación de cada ruta compartida, dos de la pluralidad de dispositivos de conductor con falta detectada que se posicionan posteriores más alejados respecto al punto de conexión común, situándose una localización de una falta de conductor roto o abierto en una o más de la pluralidad de líneas conductoras de alta tensión (204) conectadas entre los dos de la pluralidad de dispositivos de conductor con falta detectada.

8. Sistema de acuerdo con la reivindicación 7, donde la pluralidad de primeras y segundas cargas de tensión comprenden al menos una de una pluralidad de tensiones de línea y una pluralidad de tensiones de fase de la pluralidad de líneas conductoras de baja tensión (208).

50 **9.** Sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 7-8, donde la pluralidad de dispositivos de conductor abierto (210) están configurados para determinar que la pluralidad de segundas cargas de tensiones no se encuentra por debajo de la diferencia predeterminada inferior a la tensión de línea de base para la pluralidad de líneas conductoras de bajas tensiones, y

55 transmitir una o más de la pluralidad de segundas cargas de tensión a la estación maestra (214) en intervalos predeterminados.

10. Sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 7-9, donde la pluralidad de dispositivos de conductor abierto (210) están configurados para determinar que la pluralidad de segundas cargas de tensión sea al menos la diferencia predeterminada inferior a la tensión de línea de base para la pluralidad de líneas conductoras de bajas tensiones,

60

configurar un indicador que indique la línea conductora de baja tensión (208) que presenta la pluralidad de segundas cargas de tensión determinadas para ser la al menos diferencia predeterminada inferior a la tensión de línea de base, y

5 enviar uno o más mensaje(s) a la estación maestra (214) identificando la línea conductora de baja tensión indicada (208) y la pluralidad de segundas cargas de tensión.

11. Sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 7-10, donde cada uno de la pluralidad de dispositivos de conductor abierto (210) comprende además un circuito de conmutación de batería configurado para impedir la descarga completa de la batería de CC.

10 **12.** Sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 7-11, donde la una o más placa(s) de microcontrolador está(n) configurada(s) además para ejecutar uno o más comando(s) para la transmisión y recepción de uno o más mensaje(s) desde y hacia la pluralidad de dispositivos de conductor abierto (210).

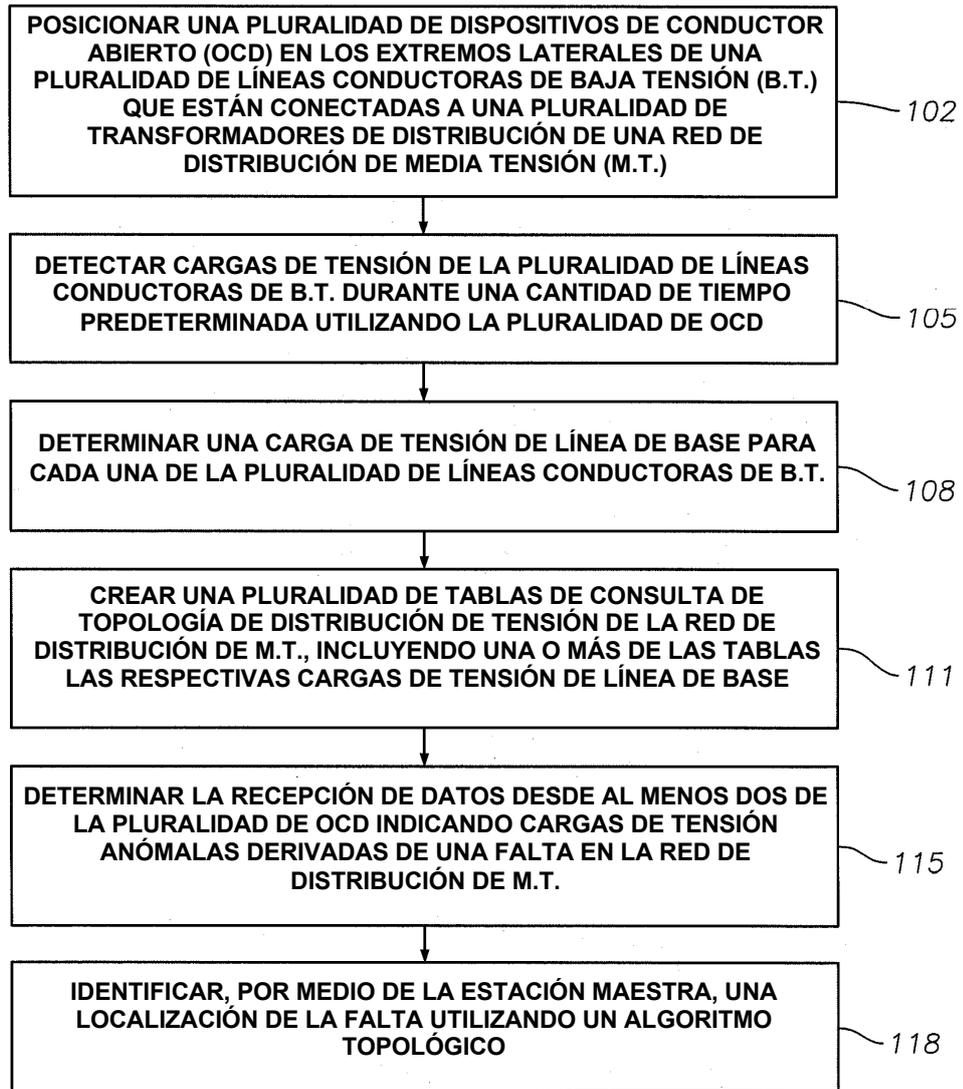


FIG. 1

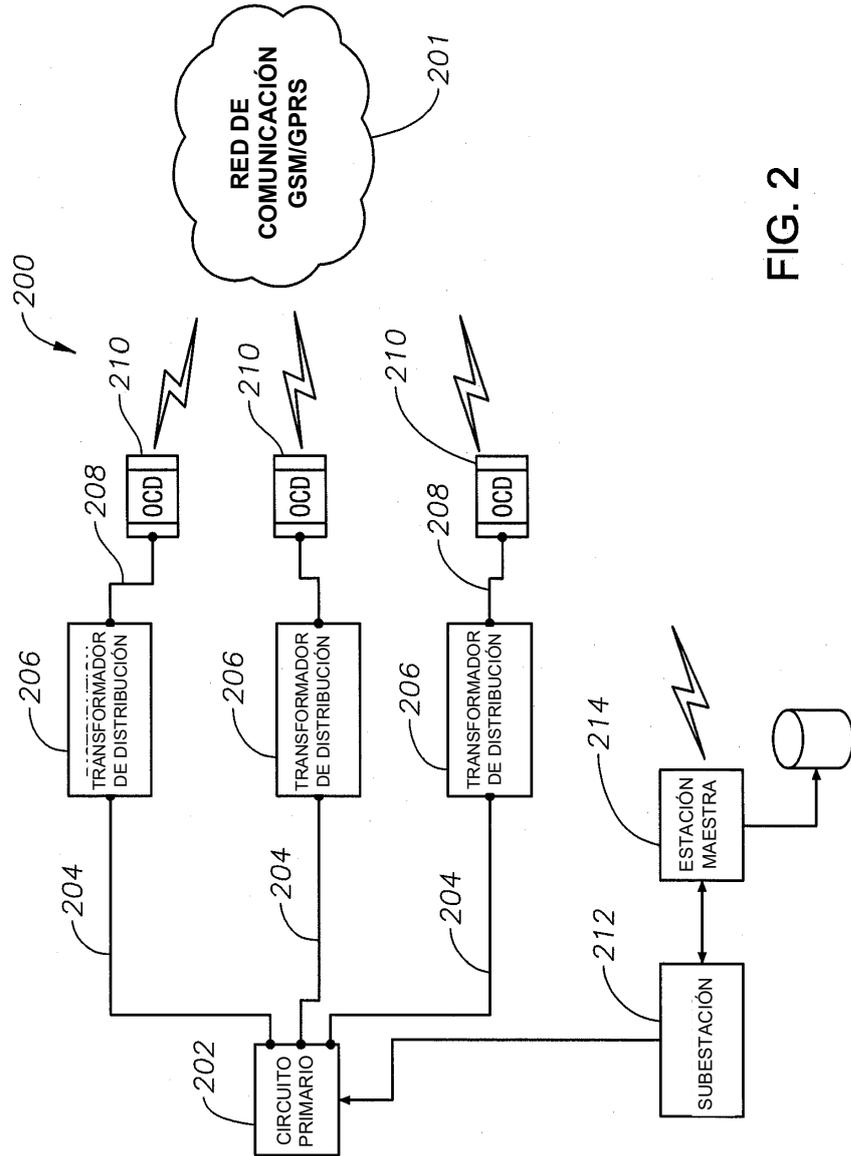


FIG. 2

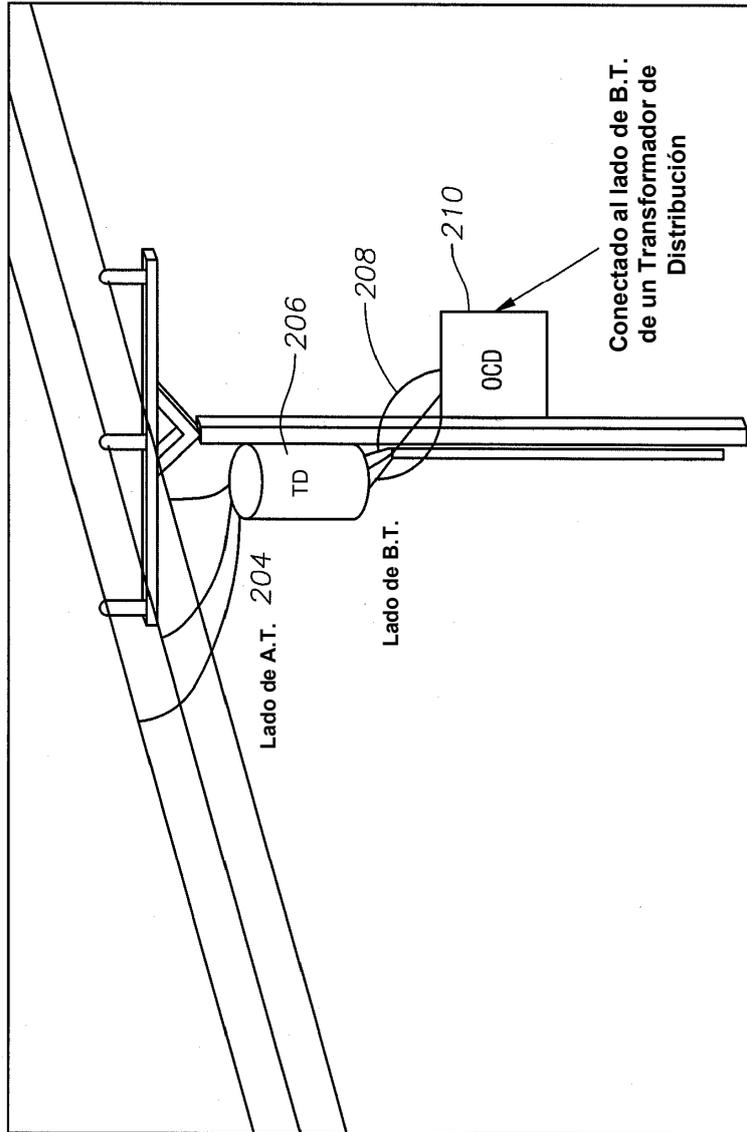


FIG. 3

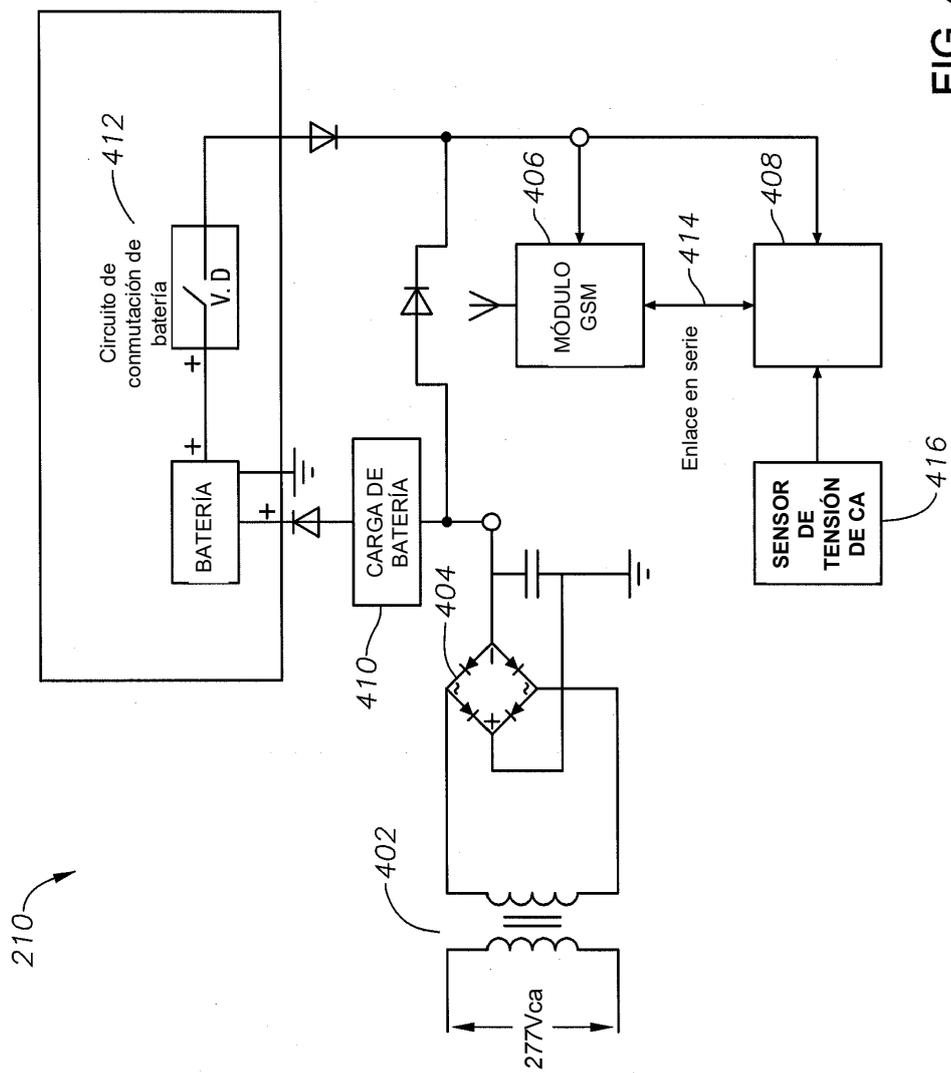


FIG. 4

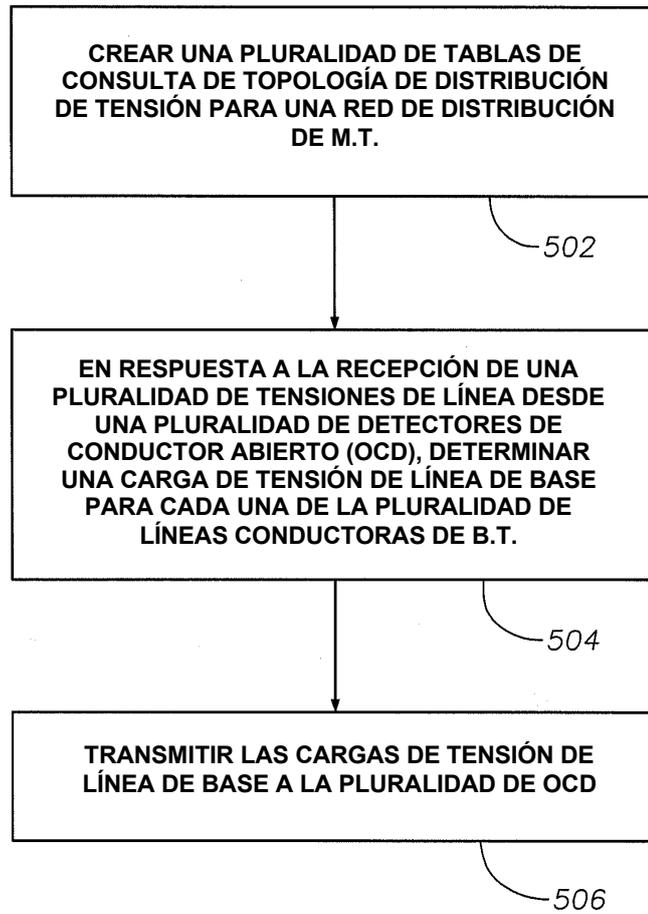


FIG. 5

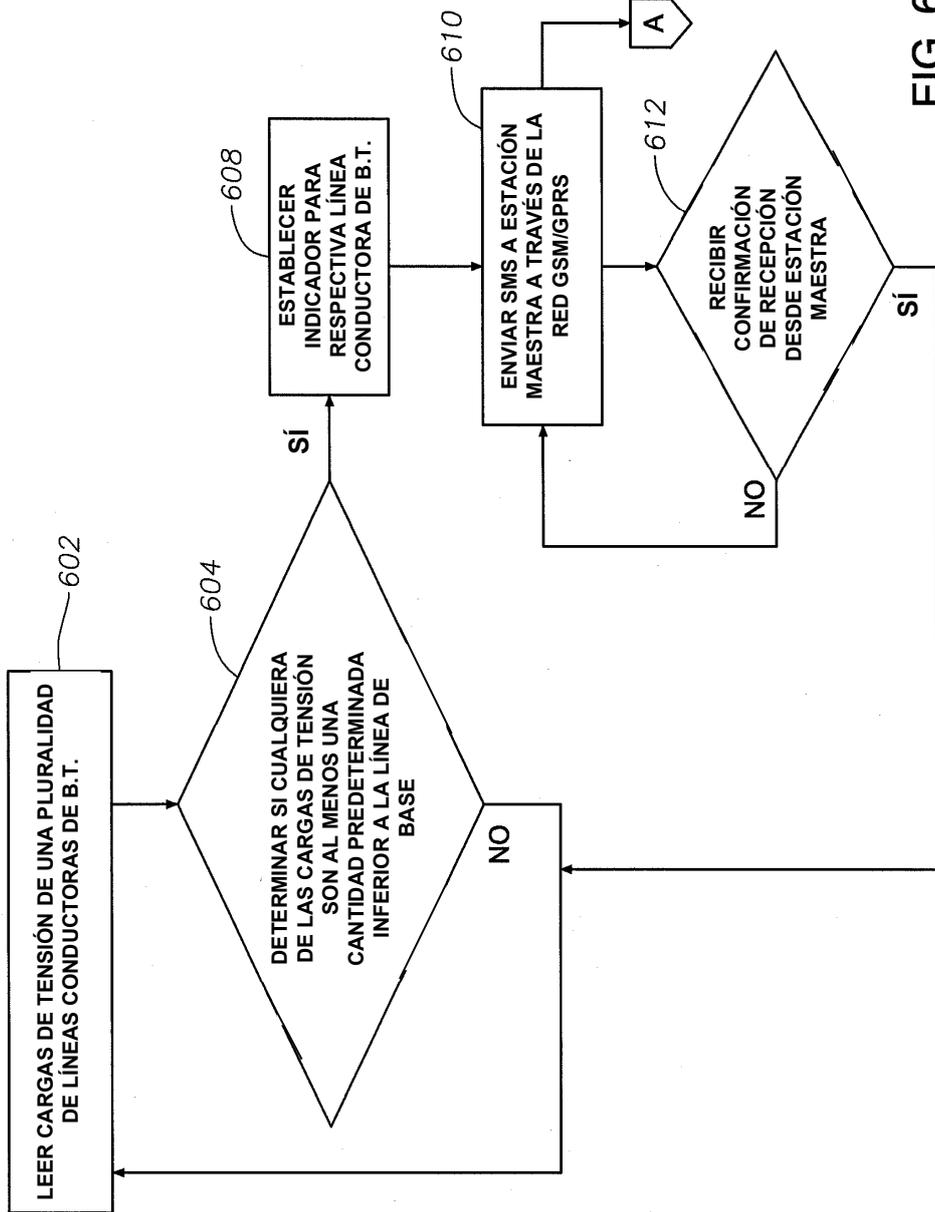


FIG. 6A

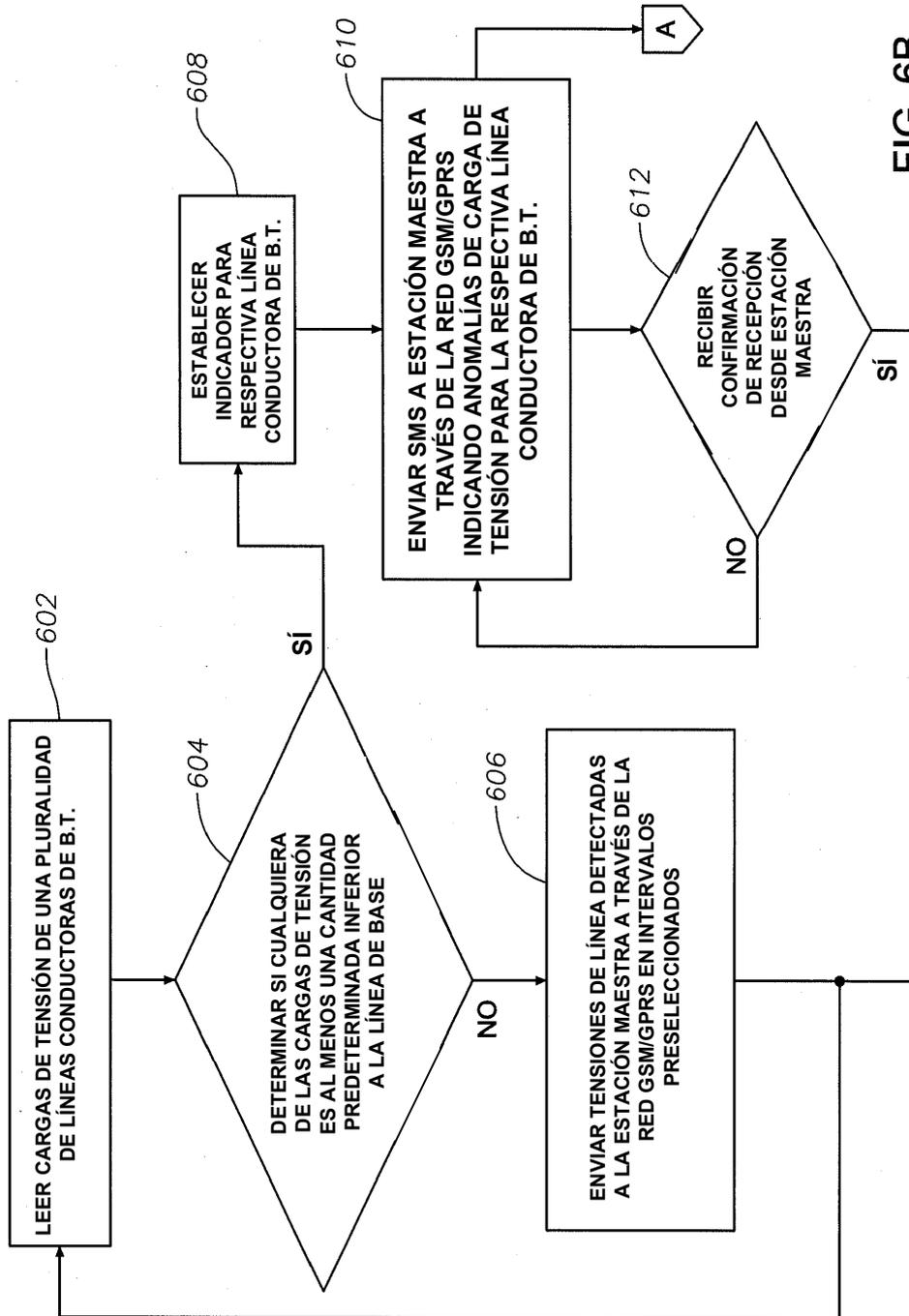


FIG. 6B

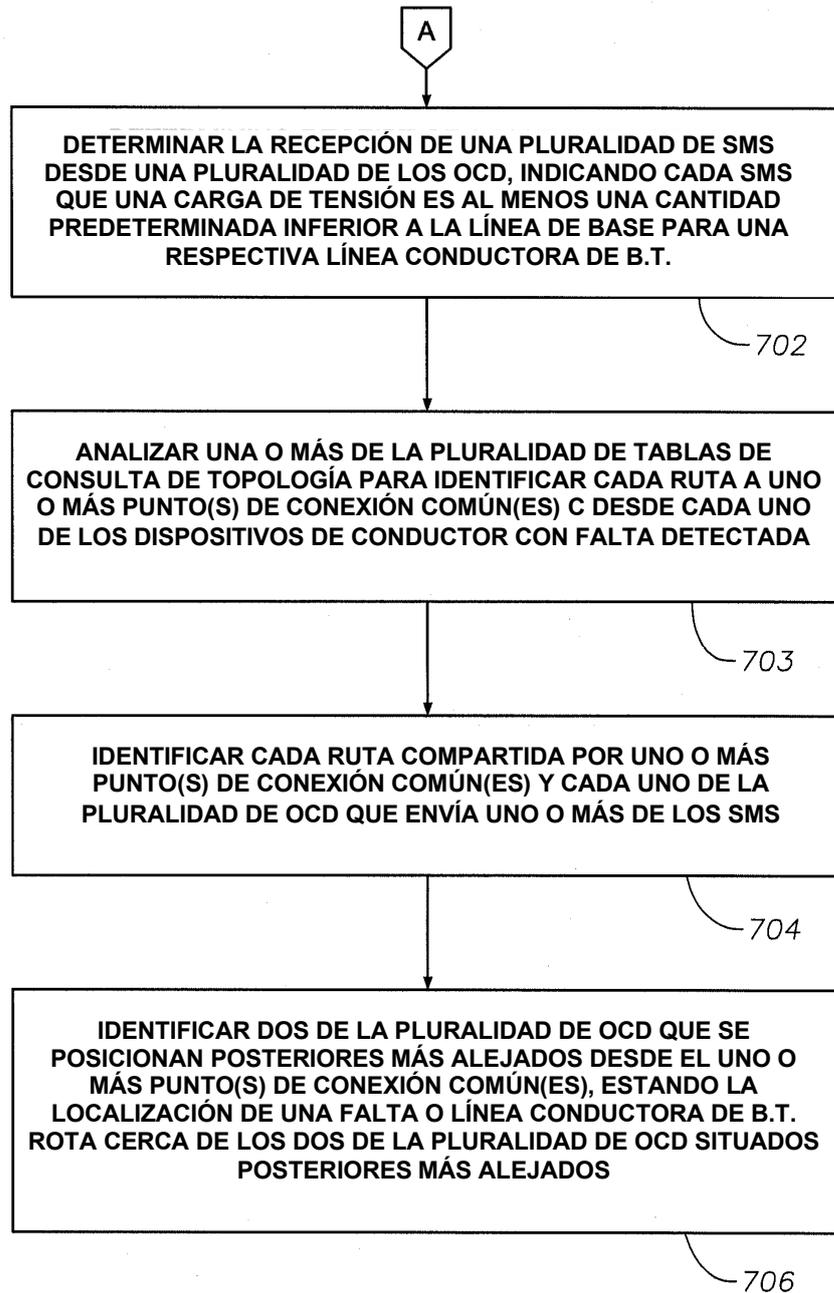


FIG. 7

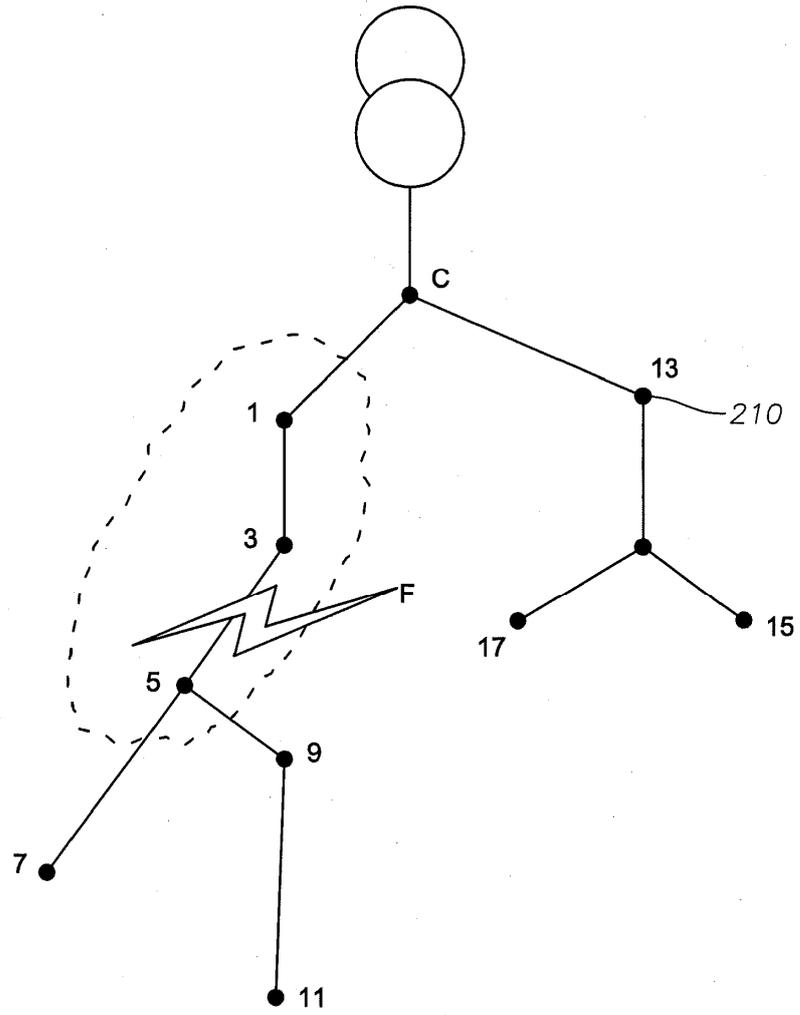


FIG. 8

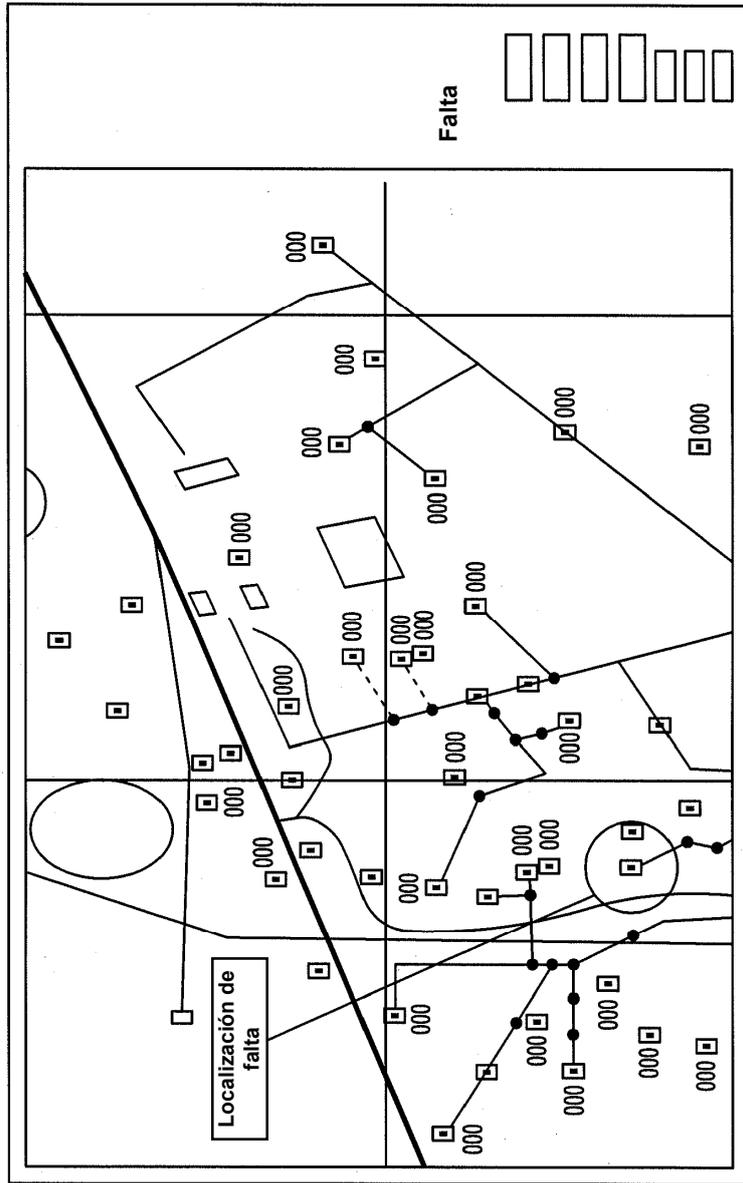


FIG. 9

N.º	Mensaje enviado por (Comando)	Tensiones de fase	Estado
1	por operador (+Línea)	P1 - 258V P2 - 257V P3 - 281V	Operativo
2	Por sensor (cuando se ha creado una falta artificial)	P1 - 80V P2 - 165V P3 - 248V	Advertencia: Falta en Fase - B
3	Por sensor (cuando se ha eliminado la falta artificial creada)	P1 - 259V P2 - 258V P3 - 282V	Operativo
4	Por sensor (cuando se ha creado una falta artificial)	P1 - 109V P2 - 242V P3 - 100V	Advertencia: Falta en Fase - A
5	Por sensor (cuando se ha eliminado la falta artificial creada)	P1 - 259V P2 - 258V P3 - 282V	Operativo
6	Por sensor (cuando se ha creado una falta artificial)	P1 - 243V P2 - 106V P3 - 101V	Advertencia: Falta en Fase - C
7	Por sensor (cuando se ha eliminado la falta artificial creada)	P1 - 258V P2 - 257V P3 - 282V	Operativo
8	por operador (+Línea)	P1 - 259V P2 - 257V P3 - 283V	Operativo
9	por operador (+Línea)	P1 - 260V P2 - 259V P3 - 285V	Operativo
10	por operador (+Línea)	P1 - 259V P2 - 258V P3 - 283V	Operativo

FIG. 10