



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 319 670**

51 Int. Cl.:  
**G01R 15/14** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **05759364 .2**

96 Fecha de presentación : **13.06.2005**

97 Número de publicación de la solicitud: **1906190**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **02.04.2008**

54 Título: **Dispositivo de control/protección para redes de distribución eléctrica.**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**11.05.2009**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**11.05.2009**

73 Titular/es:  
**ORMAZABAL PROTECTION & AUTOMATION, S.L.**  
**Barrio Basauntz, 2**  
**48140 Igorre, Vizcaya, ES**

72 Inventor/es: **Baroja Fernández, Hugo;**  
**Sánchez Ruiz, Juan, Antonio y**  
**Núñez González, Estíbaliz**

74 Agente: **Carpintero López, Mario**

**ES 2 319 670 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**

Dispositivo de control/protección para redes de distribución eléctrica.

**5 Objeto de la invención**

La presente invención tiene por objeto el control/protección de las redes de distribución eléctrica, en base a medios de captación de tensión e intensidad y a dispositivos electrónicos de control y protección integrados en los equipos eléctricos que componen la red de distribución eléctrica.

10 El dispositivo tiene por objeto proporcionar funciones de medida de tensión e intensidad, detección de presencia/ausencia de tensión, detección de paso defectuoso, funciones de protección basadas en medida de tensión e intensidad, control, automatización, etc., así como una función de comunicaciones que junto con las entradas y salidas digitales que dispone el dispositivo, permite realizar el control, protección y la supervisión de cada uno de los equipos  
15 eléctricos de la instalación que lo incorporan tanto de forma local como remota.

**Antecedentes de la invención**

20 Los equipos eléctricos, celdas o dispositivo de conmutación, transformadores, etc., empleados en instalaciones de maniobra y/o protección de los centros de transformación, centros de distribución o subestaciones, son susceptibles de incorporar dispositivos electrónicos que permiten la automatización de funciones, el control y supervisión de parámetros o valores, la comunicación entre equipos tanto localmente como por vía remota, etc.

25 Esto permite realizar funciones de supervisión y control de la red de distribución que cada día son mas necesarias y requeridas, dada la creciente necesidad de automatización en las redes de distribución, como consecuencia de una mayor exigencia de la calidad de suministro.

30 Por ejemplo, es habitual que los equipos eléctricos que componen la red de distribución incorporen relés electrónicos que pueden, por ejemplo, realizar la detección de presencia y ausencia de tensión, protección de sobreintensidad y averías o cortocircuitos, medida de intensidad y de tensión, control local, automatismos, etc. A su vez, en el caso de que la instalación sea automatizada, tanto para la automatización local como para telecontrol, cada uno de estos relés electrónicos puede estar ligado a un concentrador de datos y controlador de equipos, el cuál incluye la posibilidad de registrar el estado de cada uno de los equipos eléctricos que integra la instalación (sistema de adquisición de datos y control de supervisión), programar secuencias de actuación o maniobra etc. Por lo tanto los centros de transformación  
35 o de distribución pueden estar equipados con diferentes relés electrónicos, cumpliendo cada uno de ellos con una determinada función y éstos a su vez, pueden ir acompañados de un concentrador de datos y controlador de equipos para la automatización de la instalación.

40 Cada uno de estos relés electrónicos, puede estar montado en un armario de control independiente al equipo eléctrico correspondiente o puede estar integrado dentro de su envolvente metálica, junto con el resto de el dispositivo de conmutación. La inclusión del equipamiento electrónico en la envolvente de cada equipo eléctrico permite que el conjunto del centro de transformación o distribución tenga un menor tamaño, sencillez de instalación, mayor calidad y se eviten trabajos en campo.

45 El número de centros de transformación o de distribución es muy elevado en una red de distribución, lo que plantea una serie de exigencias como son la estandarización de las instalaciones para facilitar su ingeniería, montaje, mantenimiento, ampliaciones futuras, control, automatización, etc. Una forma de conseguir este propósito es la utilización de dispositivos de control y protección integrados.

50 Estos dispositivos de control y protección, consisten en unos equipos electrónicos que cubren las funciones de protección, medida, control y automatismo de los diversos componentes o equipos eléctricos. Estos dispositivos de control y protección están constituidos por diferentes módulos funcionales, entre los cuales se encuentra un módulo correspondiente a las entradas analógicas, directamente conectadas a unos transformadores de alta tensión de medida/protección de intensidad y de tensión.

55 Ocasionalmente, los transformadores de tensión se instalan en la base de los equipos eléctricos correspondientes y su montaje se realiza en obra. Se tratan de transformadores enchufables apantallados. Dado su volumen, no se llegan a instalar uno por cada fase por carecer la base del dispositivo de conmutación de espacio para ello. Al ser instalados, ajustados y comprobados en obra, se pueden producir errores de instalación de los transformadores. Estos transformadores pueden ser origen, además, de explosiones que dan lugar a la destrucción del dispositivo de conmutación y sus conexiones, debido a problemas de ferromresonancia.

60 Con el objeto de evitar los problemas citados en el párrafo anterior, en lugar de utilizar transformadores para la medida de tensión se utiliza una señal capacitiva de tensión obtenida a través de una pantalla, uniformizadora del campo eléctrico, prevista en los pasatapas de conexión de los equipos eléctricos.

Esta señal capacitiva de la tensión se utiliza habitualmente para la indicación o detección de presencia/ausencia de tensión y permite, como se ha dicho, obtener medidas de tensión, utilizando para ello un circuito de medida que se

## ES 2 319 670 T3

coloca en paralelo con el dispositivo de indicación o detección de presencia de tensión. Así, algunos diseños aprovechan los puntos accesibles en los dispositivos de detección de presencia de tensión para conducir la señal de tensión a un equipo de medida. Sin embargo, este sistema de obtención de medida de tensión no es fiable, debido a que la señal obtenida del pasatapas es muy débil, por lo que la medida se encuentra influenciada por cualquier capacidad parásita que surge entre el detector de presencia de tensión y el circuito de medida. Estas capacidades parásitas se deben básicamente a los cables que unen el dispositivo de detección y el equipo de medida. Puesto que esta conexión se realiza en campo, sin un control sobre la clase de cable empleado, ni sobre el trazado de los mismos, estas capacidades parásitas son impredecibles y habitualmente variables en el tiempo. Así pues, la señal obtenida a partir de los indicadores no es fiable para aplicaciones como las que se describen en esta patente. Finalmente, esta forma de obtención de la medida de tensión provoca que el sistema de detección de presencia de tensión incumpla la normativa internacional IEC 61243-5 y IEC 61958, la cuál se trata de una normativa de seguridad para las personas y los bienes.

Además, la solución anterior presenta el riesgo de que debido a un defecto en el circuito de medida se produzca un defecto en el circuito de indicación o detección de presencia/ausencia de tensión y éste proporcione un diagnóstico erróneo de la indicación de presencia de tensión, presentándose de esta manera, un riesgo para los operarios.

Al objeto de evitar este tipo de errores, en ocasiones se emplea una segunda pantalla eléctrica embebida en los pasatapas para la medida de tensión, con lo que se constituyen dos circuitos independientes, uno para la medida de tensión y el otro para la detección de tensión, asociando cada uno de los circuitos con su correspondiente pantalla eléctrica. Este tipo de solución es la que se describe en la patente EP 0851442.

Sin embargo, esta solución supone la utilización de un pasatapas especial, de diseño complejo, debido a la integración de dos pantallas eléctricas embebidas en el mismo, lo que supone además, un encarecimiento de dicho pasatapas. La mayor complejidad técnica del pasatapas obliga a instalarlos sólo en aquellos equipos en los que se vaya a instalar un equipo de medida de tensión. Por lo tanto, desde el punto de vista de fabricación supone la personalización de los equipos, quebrantando la estandarización de los mismos, lo que conlleva a la necesidad de fabricar y almacenar diferentes tipos de pasatapas y equipos, encareciendo y complicando su gestión, con el añadido de poder quedar sin existencias por una mayor demanda de equipos de un tipo a las previsiones realizadas.

La utilización de la detección y/o medida de tensión de forma simple y estandarizada posibilita la realización de equipos de control integrado con multitud de prestaciones. Entre estas aplicaciones se encuentra, por ejemplo, el establecimiento de la direccionalidad de las averías, el seccionamiento automático de tramos de líneas o la realización de pasos defectuosos avanzados. Todas estas prestaciones son necesarias debido a que las líneas de distribución no se encuentran libres de defectos (fallo en el aislamiento) entre fases, y entre fase y tierra, los cuáles suelen ser despejados por el interruptor de cabecera de la subestación. Cuando esto ocurre, se debe delimitar el tramo defectuoso de la manera más rápida posible, para reponer el servicio del resto de clientes. Para localizar y delimitar el tramo defectuoso, normalmente se seccionan tramos de la red de distribución y a continuación se cierra el interruptor de cabecera. Este sistema de localización de averías hace que se produzcan defectos hasta la localización exacta del tramo dañado, provocando que el número de maniobras necesarias para identificar la zona en defecto y reponer el servicio en los tramos sanos sea elevado, con el consiguiente perjuicio para los clientes debido al tiempo empleado para conseguir la reposición del servicio. Por esta razón, cada vez más, se acude a soluciones de centros con telemando y equipos motorizados, de forma que las maniobras se puedan realizar desde el puesto de control en lugar de acudir a los centros a maniobrar la red, acortando de esta manera los tiempos de reposición de servicio. Sin embargo, la localización de defectos en base al sistema de prueba/error origina inconvenientes a los clientes, tensión que aparece fugazmente para volver a desaparecer, y un envejecimiento acelerado a los equipos conectados a esa red. Por ello, para la identificación de un tramo defectuoso, en ocasiones se emplea la detección de paso defectuoso. Cuando ocurre un defecto entre fases o entre fase y tierra, el interruptor de cabecera de la subestación abre y despeja la avería. Los dispositivos electrónicos dotados de detección de paso defectuoso instalados en los centros de transformación o de distribución por los que ha pasado la corriente defectuosa indican el paso de la misma, facilitando al operario la identificación del tramo de red dañado.

La funcionalidad de estos dispositivos de control/protección electrónicos, sin embargo, no se encuentra exenta de errores en su funcionamiento, dando lugar, en ocasiones, a señalizaciones incorrectas. Una de las causas de este mal funcionamiento se debe a que en ocasiones se tratan de equipos analógicos, y por lo tanto señalizan cuando detectan un pico de intensidad elevado. Este pico de intensidad se puede producir en situaciones en las que no existe una avería en el tramo de red controlado por el dispositivo electrónico. Así, en el caso de que se produzca una avería en un tramo de la red, el interruptor de cabecera abre el circuito y lo vuelve a cerrar automáticamente, lo que se denomina reenganche, por si la avería que se ha producido se ha eliminado sola. Al cerrar el circuito el interruptor de cabecera, en la red aparece una intensidad transitoria con un máximo elevado, debido a la corriente de conexión de los transformadores de la red. Esta intensidad no es producto de un defecto, sino del comportamiento habitual del transformador en su conexión, y sin embargo la intensidad que aparece en la red puede ser detectada como una corriente defectuosa por los dispositivos analógicos. Lógicamente, tras este primer reenganche, todos los detectores de paso defectuoso indican el paso de la misma y confunden al operario a identificar el tramo dañado.

Al objeto de evitar este tipo de errores, los dispositivos de control/protección electrónicos en ocasiones además de la detección de presencia de tensión incorporan medios para la detección de una sobreintensidad o intensidad averiada. En estos casos sólo se indica el paso defectuoso cuando se detecta el paso de una corriente elevada y a continuación le sucede un período sin tensión en la línea. Esta solución es válida para el caso en el que, tras el primer reenganche, no

5 exista una nueva apertura de cabecera. Por el contrario, en el caso de que exista una nueva apertura y ésta se mantenga ya definitivamente, debido a que la avería sigue existiendo, la corriente de conexión de los transformadores, junto con la ausencia de tensión, hace que todos los indicadores de paso defectuoso señalicen el paso de la misma. De este modo, los detectores de paso defectuoso indican erróneamente tramos sin avería como si la tuvieran, no ayudando a los operarios en la reposición del servicio.

10 Otro fenómeno que puede dar lugar a una señalización incorrecta del paso defectuoso se produce debido al paso de corrientes capacitivas. En cualquier línea por la que circula una corriente alterna monofásica o trifásica existen unas corrientes de carga debidas a la capacidad distribuida en toda la longitud de la línea. El valor de estas corrientes depende de la tensión, de la longitud de la línea, posición relativa de los conductores y del tipo de cables, aislados o conductores desnudos. Durante el funcionamiento normal, la corriente capacitiva es pequeña. En la red de distribución eléctrica, y sobretodo con cables subterráneos y un régimen de neutro aislado, cuando ocurre un defecto entre una fase y tierra, en las líneas paralelas a la línea en defecto aparecen corrientes de descarga de las capacidades distribuidas de la línea, denominadas corrientes de retorno capacitivas. Estas corrientes de retorno pueden hacer que los indicadores de paso defectuoso señalicen de forma incorrecta. Así, existe una configuración de red en la que no es suficiente la  
15 detección de la presencia de tensión junto a la detección de una sobreintensidad o intensidad averiada para indicar correctamente una avería. En la figura 5 se ilustra el caso en el que de una línea que parte de la subestación se produce una derivación, es decir el interruptor de la subestación protege a dos líneas. En este caso, cuando el interruptor abre el circuito, ambas líneas quedan sin tensión, por lo que los pasos defectuosos de ambas líneas indicarán la existencia de una avería. Unos pasos defectuosos lo indicarán correctamente y otros erróneamente debido a que la intensidad que han detectado es una intensidad de retorno capacitiva. De esta forma, en caso de redes con intensidades de retorno capacitivas elevadas y derivaciones que provienen de la misma subestación los pasos defectuosos que combinan ausencia de tensión y paso de intensidad elevada no siempre indican correctamente la existencia de una avería.

25 Finalmente, para poder reponer el servicio de forma rápida desde un puesto de telecontrol el dispositivo de control/protección integrado debe ser capaz de recibir órdenes y a su vez operar sobre el dispositivo de conmutación. Sin embargo, en ocasiones se pueden producir errores en la transmisión de la orden, o ésta no ejecutarse debido a un fallo en el mecanismo de accionamiento del dispositivo de conmutación a la que se le transmite la orden. De esta manera, el operario puede interpretar que los equipos en la red se encuentran dispuestos de una manera (cerrados, seccionados o puestos a tierra) y sin embargo la realidad es muy diferente, por lo que la reposición del servicio eléctrico se complica al desconocerse la situación real de la red.

### 30 Descripción de la invención

35 El dispositivo de control/protección objeto de la presente invención trata de un conjunto formado por unos medios de captación de tensión e intensidad y un dispositivo electrónico numérico trifásico, que se integra en los propios equipos eléctricos de las instalaciones de distribución eléctrica como centros de transformación, centros de distribución o subestaciones, de manera que se evita la utilización de armarios sobre los equipos o de armarios murales como un elemento añadido. Se entiende por numérico y trifásico un dispositivo capaz de medir y tratar mediante cálculo valores instantáneos y discretos de intensidad y/o de tensión de cada una de las fases. Esto permite calcular valores eficaces de tensión e intensidad, valores de las intensidades y tensiones homopolares, energías, potencias, etc.

45 El dispositivo de control/protección permite realizar tanto de forma local como remota, aplicaciones de maniobra, control local, automatismos, enclavamientos, detección de presencia/ausencia de tensión, detección de anomalías, medidas de intensidad, de temperatura de un transformador, de la presión de un gas, del nivel de aceite, etc., así como de implementar en coordinación con las curvas de protección de cabecera la función de detección de paso defectuoso en aquellas redes donde las corrientes de retorno capacitivas puedan llegar a ser de una magnitud superior a la magnitud nominal de ajuste de la curva de protección en el dispositivo electrónico de cabecera. De esta forma, se dispone de un único dispositivo de control/protección que desempeña las funciones de varios equipos electrónicos, reduciendo las dimensiones de cada uno de los equipos eléctricos en los que se integra, consiguiendo instalaciones eléctricas más compactas, sencillas y fiables de poner en explotación.

55 El dispositivo de control/protección objeto de la invención se basa en la utilización de un nuevo circuito de medida de tensión, que utiliza una señal de tensión capacitiva proporcionada por una única pantalla inserta en los pasatapas y que habitualmente se emplea para la indicación o detección de presencia/ausencia de tensión.

60 El circuito de medida de tensión se encuentra colocado en serie con el circuito de indicación o detección de presencia/ausencia de tensión. El circuito de medida de tensión se dispone entre la toma de tensión capacitiva proporcionada por la pantalla del pasatapas y el circuito de indicación o detección de presencia/ausencia de tensión o después del circuito de indicación o detección de presencia/ausencia de tensión y comprende elementos que no afectan o interrumpen al circuito de indicación/detección de presencia de tensión, como por ejemplo un transformador de baja tensión, lo que un eventual fallo en el circuito de medida permitiría mantener el circuito de detección de presencia de tensión, circuito que constituye un elemento de seguridad para los operarios. De esta manera, es posible evitar la utilización de dos señales de tensión diferenciadas para ambas aplicaciones, lo que supone evitar las dos pantallas mencionadas en los pasatapas de la patente EP 0851442. Así pues, para esta aplicación se emplean unos pasatapas estándar que facilitan su ingeniería, que permiten la personalización de las celdas en su etapa final de fabricación, simplificando y favoreciendo una fabricación planificada y regular de equipos. Además, debido a la particularidad de que la señal de tensión se obtie-

## ES 2 319 670 T3

ne directamente de la señal proporcionada por la pantalla del pasatapas, se incrementa mucho la precisión de los valores de tensión obtenidos. A su vez, debido a que el dispositivo de control/protección y los pasatapas son instalados en fábrica y son fijos e inalterables en el tiempo, se pueden calibrar y ajustar para conseguir medidas de tensión muy precisas.

5 Por otra parte, al tratarse de un dispositivo electrónico que va integrado en los propios equipos eléctricos de la instalación y calibrado en fábrica, se evita tener que realizar el cableado en obra entre el dispositivo de control/protección y los elementos asociados al mismo, como puede ser el cableado entre el dispositivo de control/protección y el circuito de indicación o detección de presencia/ausencia de tensión, a través del cual se obtiene la señal de tensión capacitiva, evitando capacidades parásitas incontroladas que desvirtúan la precisión de la medida.

10 Como se ha dicho, el dispositivo de control/protección objeto de la invención incorpora una medida de intensidad basada en captadores de intensidad integrados en los propios equipos eléctricos, que son instalados, ajustados y comprobados en fábrica, de manera que se eliminan las labores de montaje y conexionado en obra, eliminando los errores de instalación de los captadores y reduciendo el tiempo y el coste de la mano de obra de la instalación. De este modo, una vez se conectan los cables de la red de distribución, el sistema de control integrado queda operativo. Esta forma de instalar los captadores de intensidad se describe en la patente ES2174754.

15 El dispositivo de control/protección objeto de la invención permite la identificación del tramo defectuoso de una línea mediante una función de detección de paso defectuoso, con la característica de que dicha función de detección de paso defectuoso identifica los defectos permanentes combinando las funciones de sobreintensidad o intensidad averiada junto con una lógica de detección de tensión trifásica. De esta manera, se identifica de forma inmediata la zona de defecto para reponer el servicio en los tramos sanos, se reduce el número de maniobras sobre los elementos de la red y en consecuencia el número de cargas en la misma, alargando la vida útil de los equipos.

25 La detección de la intensidad se realiza calculando los valores eficaces de la misma, por lo que la circulación de intensidades de conexión de transformadores, que contienen un transitorio de intensidad continua, no hacen que se perciban como intensidades averiada, evitando detecciones incorrectas. A su vez, debido a que la función de paso defectuoso se implementa empleando la detección de tensión en caso de avería y si se produce una ausencia prolongada de tensión se indica el paso defectuoso.

30 Para evitar los problemas de indicación de paso defectuoso en el caso de dos líneas que comparten un mismo interruptor automático en la subestación, se ha dotado al dispositivo de control/protección de la posibilidad de coordinar su funcionamiento con otros dispositivos mediante lo que se denominan curvas de disparo. Así, para producir la indicación de avería, la intensidad debe circular un tiempo que es función del valor de dicha intensidad. Por lo tanto, para intensidades muy elevadas, el tiempo necesario para indicar el paso defectuoso es reducido, ya que si la intensidad tiene valor elevado es debido a que existe realmente una avería en ese tramo de red. Sin embargo, puesto que el interruptor de la subestación ya habrá abierto el circuito, el indicador de paso defectuoso por el que circula la intensidad de retorno capacitiva no ha tenido tiempo para señalar la avería, con lo que sólo los indicadores por los que realmente ha pasado la avería señalizan correctamente.

35 40 El sistema anterior es aplicable a varios sistemas de neutro aislado, sin embargo cuando el régimen de neutro es compensado, en la línea en la que se produce la avería la intensidad puede ser inferior a la de las líneas adyacentes. En este caso para la detección del paso defectuoso se debe establecer la direccionalidad de las intensidades, es decir, se debe determinar si la circulación de una intensidad elevada es debido a la presencia de una avería en la línea (circulación de la intensidad hacia los puntos de consumo eléctrico) o si se trata de una intensidad de retorno capacitiva (circulación de la intensidad hacia el punto de suministro eléctrico). De esta manera se evita la incorrecta detección de averías debido a las corrientes de retorno capacitivas en las líneas paralelas a la línea en defecto. Esta discriminación se realiza empleando no ya la presencia o ausencia de tensión, sino la medida de tensión proporcionada por el nuevo circuito de medida/detección de presencia de tensión junto con la detección de la intensidad. La medida de las tensiones trifásicas de la red permite determinar la denominada tensión de polarización, la cuál permite determinar la dirección de la intensidad.

45 50 Otra aplicación de este dispositivo es el seccionamiento automático de tramos de línea en defecto empleando seccionadores en lugar de interruptores automáticos (mucho más costosos que los primeros). Para ello, el dispositivo de control/protección está asociado a un elemento de seccionamiento que desconecta el tramo en defecto de una línea tras un número programable de secuencias de conexión-desconexión del interruptor de cabecera. Aprovechando los períodos en los que el interruptor de cabecera se encuentra abierto, debido a la detección de una avería, y por lo tanto no hay tensión en el circuito, el dispositivo de control/protección ordena al elemento de seccionamiento su apertura, de forma tal que en la próxima ocasión en la que el interruptor de cabecera cierre el circuito, se haya eliminado del mismo la línea abierta por el seccionador. Si el defecto se encontraba en la línea seccionada, se repone el servicio de forma permanente en el resto del circuito sin necesidad de intervención de los operarios.

55 60 Finalmente para que el supervisor de la red pueda conocer en todo momento la situación de los interruptores, seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de la red, el dispositivo de control/protección integrado es capaz de proporcionar el estado de estos equipos gracias a una serie de registros en los que almacena datos y cálculos históricos de eventos y magnitudes, así como de entradas digitales que le informan de la situación de dichos equipos. Para poder informar, el equipo dispone de un puerto de comunicaciones que le permite recibir órdenes y transmitir información sobre equipos, magnitudes eléctricas, temperaturas, etc.

**Descripción de las figuras**

Para complementar la descripción que se está realizando y con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características de la invención, de acuerdo con un ejemplo preferente de realización práctica de la misma, se acompaña como parte integrante de dicha descripción, un juego de dibujos en donde con carácter ilustrativo y no limitativo, se ha representado lo siguiente:

Figura 1.- Es una representación básica del esquema unifilar según el estado de la técnica referente al circuito de medida (B) y de indicación o detección de presencia/ausencia de tensión (A), donde el circuito de indicación y/o detección de presencia de tensión (A) está conectado en paralelo con el circuito de medida de tensión (B). Un condensador (2) con valor de capacidad eléctrica C1 se conecta entre el circuito medidor (B) y la línea principal (1)

Figura 2 a y 2 b.- Representa el esquema unifilar referente al circuito de medida y de detección de presencia de tensión de acuerdo con la realización preferente de la invención, donde el circuito de medida de tensión (B) obtiene la señal de tensión de los captadores/pantallas (2') a través de un transformador de baja tensión, toroidal o no, conectado en serie con el circuito de indicación de presencia de tensión (A), sin interrumpir a éste.

Figura 3.- Representa el captador de tensión (2'), pantalla uniformizadora del campo eléctrico, integrado en el propio pasatapas (3) y el captador de intensidad (5).

Figura 4.- Representa una forma de instalación de los captadores de intensidad ultrasensible para averías a tierra (22) sobre los pasatapas (3) a los que se conectan los cables de la red de distribución.

Figura 5.- Representa el esquema unifilar de una red de distribución eléctrica, típicamente subterránea, donde se muestra una línea principal (11) y las derivaciones (10, 33) que salen de la misma. Cada derivación está dotada de un interruptor de cabecera (6). A su vez, en dichas derivaciones se encuentran los centros de transformación (13, 15).

Figura 6.- Representa el esquema unifilar de una red de distribución eléctrica aérea, donde se muestra una de las líneas eléctricas principales (8) dotada de un interruptor de cabecera (6) y las derivaciones (9, 11) que salen de la misma, dotadas de un elemento de seccionamiento (7) y del dispositivo de control/protección.

Figura 7.- Representa el esquema de una instalación de un centro de transformación/distribución en el que se instalan los equipos de acuerdo con la realización preferente de la invención.

Figuras 8-11.- Representan las curvas a tiempo definido, normalmente inversa, muy inversa y extremadamente inversa implementadas para la función de sobreintensidad o intensidad de avería entre fases y fase y tierra.

Figura 12.- Representa el esquema unifilar correspondiente a una red de distribución eléctrica donde el centro de transformación o centro de distribución (27) dispone de dos líneas de entrada (23, 26).

Figura 13.- Representa la curva de protección de cabecera (28), la curva instantánea de avería a tierra (29), la curva de corrientes de retorno capacitivas (31) y la curva de protección (30) que pueden ser implementadas al dispositivo de control/protección (14).

Figura 14.- Representa una línea de alta/media tensión en la que existe una fase abierta.

Figura 15.- Representa el esquema eléctrico en un transformador alimentado por una línea como la representada en la figura 14.

**Realización preferente de la invención**

La invención trata sobre un dispositivo de control/protección que se instala en los equipos eléctricos que comprende una instalación eléctrica de distribución, como por ejemplo, un centro de transformación o un centro de distribución de energía eléctrica o subestación. El dispositivo de control/protección (14), tal y como se muestra en la figura 7, va integrado en el propio equipo eléctrico (4), de manera que se evita la utilización de armarios independientes sobre el equipo eléctrico (4) o de armarios murales como un elemento añadido. El dispositivo de control/protección (14) es un dispositivo electrónico, numérico y trifásico, capaz de medir valores instantáneos de intensidad y de tensión de cada una de las fases y determinar y medir las intensidades y tensiones homopolares, energías, potencias, etc., así como de desempeñar aplicaciones como seccionamiento automático de líneas averiadas, control local, maniobras mediante telemando, automatismos, enclavamientos, etc., relacionadas con las necesidades actuales y futuras de automatización de los centros de transformación, distribución y subestaciones. De esta forma, se dispone de un único dispositivo de control/protección (14) que desempeña las funciones de varios equipos electrónicos, reduciendo las dimensiones globales de la instalación.

Cada uno de los equipos eléctricos (4) está dotado de un dispositivo de control/protección (14) capaz de realizar un tratamiento de las señales de medida de tensión y de intensidad, sin necesidad de convertidores auxiliares.

## ES 2 319 670 T3

La medida de tensión se realiza preferentemente por medio del circuito de las figuras 2a-2b, a través de una toma de tensión capacitiva (2) de los pasatapas (3) de los equipos eléctricos (4), tal y como se observa en la figura 3, aprovechando la pantalla eléctrica (2') para el control del campo eléctrico de los pasatapas (3) como acoplo capacitivo para extraer la señal de tensión, evitando la necesidad de utilizar los sistemas convencionales de transformadores de tensión.

Para la función correspondiente a la indicación o detección de presencia/ausencia y medida de tensión, tal y como se muestra en las figuras 2a-2b, el dispositivo de control/protección (14) implementa un circuito que comprende una toma de tensión capacitiva (2), un limitador de tensión (32), un circuito de medida de tensión (B) y un circuito de detección de presencia/ausencia de tensión (A) respectivamente conectados en serie.

La medida de tensión se caracteriza porque el circuito obtiene la señal de tensión directamente de la pantalla eléctrica (2'), es decir, directamente de la propia línea. Debido a la medida directa de la señal de tensión desde la pantalla eléctrica (2'), los valores de tensión obtenidos son más precisos que si se obtuvieran del circuito de la figura 1.

La captación de tensión para la medida se podría realizar colocando una impedancia en serie con el circuito de detección de presencia de tensión, sin embargo, esto supone interrumpir el circuito entre la toma de tensión capacitiva (2) y la detección de presencia de tensión (A) al introducir un elemento que podría dañarse. Por otro lado, y al objeto de conseguir un aislamiento galvánico entre el circuito de medida de tensión (B) y la toma de tensión capacitiva (2), la medida de tensión se ha llevado a cabo mediante la inserción de un transformador de baja tensión puesto en serie con el circuito de indicación o detección de presencia/ausencia de tensión (A). De esta manera, un fallo en el circuito de medida (situado en el secundario del transformador) no afecta al circuito primario, donde se encuentra el circuito de indicación/detección de presencia de tensión (A). Además, el transformador permite acondicionar la tensión proporcionada por la pantalla eléctrica (2') a un valor conveniente para su medida. Se debe de destacar que el transformador empleado en el circuito (B) ya no es un transformador de alta tensión, sino de baja tensión, por lo que su tamaño es muy reducido. La realización del transformador puede variar, pudiendo ser un transformador de tensión o bien un transformador/captador toroidal, lo que supone no interrumpir el circuito de indicación/detección de presencia/ausencia de tensión (A). La continuidad en el circuito se produce ya que lo único que separa la toma de tensión capacitiva (2) del circuito (A) es un elemento conductor, no existen en el intermedio elementos pasivos como resistencias o condensadores, ni elemento activo alguno como transistores, amplificadores, etc. Esta configuración de circuitos evita la necesidad de integrar un segundo captador de tensión en los pasatapas, de forma que se logran unos pasatapas estándar que facilitan su ingeniería, simplificando y favoreciendo una fabricación planificada y relativamente regular de equipos.

La función de detección de presencia/ausencia y medida de tensión está implementada para todas y cada una de las fases que comprende la instalación, de forma que se obtiene en todo momento tanto la indicación de presencia/ausencia de tensión como la medida instantánea de la misma en cada una de las fases. Obviamente, el sistema es susceptible de ser implementado sólo en alguna de las fases, ya que tanto los captadores como la electrónica se pueden realizar de forma modular.

La medida de intensidad se realiza mediante unos captadores de intensidad toroidales (5), tal y como se muestra en la figura 3, que se instalan por el exterior de los pasatapas (3) y en la base de los mismos, de manera que dichos captadores de intensidad toroidales (5) van integrados en los propios equipos eléctricos (4), instalados y comprobados en fábrica, eliminando de esta forma errores de instalación de los captadores y detectando averías a tierra o entre fases en la conexión de la celda.

Para la detección de averías a tierra de valores muy pequeños se puede emplear un transformador toroidal (22) instalado tal y como se indica en la figura 4, con las ventajas antes explicadas o en los cables de media tensión en caso de no disponer de espacio suficiente.

El dispositivo de control/protección (14) comprende una función de detección de paso defectuoso que permite la identificación del tramo de la línea en defecto debido a una avería entre fases o entre fase y tierra en todas las circunstancias antes descritas. Esta función permite identificar el tramo en avería de una manera rápida y fiable para reponer el servicio al resto de clientes. En este sentido, tal y como muestra la figura 5, cuando ocurre un defecto en un punto (C) de una línea (33), el interruptor de cabecera (6) abre la línea en defecto. Al mismo tiempo, el dispositivo de control/protección (14) instalado en el centro de transformación (15) que depende de la línea (33) en defecto indica el paso defectuoso. En centros de transformación o de distribución automatizados, las indicaciones de paso defectuoso pueden ser observadas desde el centro de control y desde dicho centro se puede emitir la orden de maniobra del dispositivo de conmutación (21) correspondiente.

Para garantizar la correcta indicación del paso defectuoso en todas las circunstancias, tal y como se muestra en la figura 5, la función de paso defectuoso que implementa el dispositivo de control/protección (14), lo realiza mediante la combinación de las funciones de sobreintensidad o intensidad averiada junto con una lógica de detección/medida de tensión. De esta forma permite diferenciar los tramos de línea (33) en defecto de las líneas (10) que no se encuentran en defecto, pero por las cuales circula una corriente de retorno capacitiva (12). Este correcto funcionamiento se consigue haciendo que el dispositivo de control/protección (14) funcione bien combinado el paso de intensidad junto con la presencia/ausencia de tensión, bien mediante la coordinación de las curvas de disparo o determinando la direc-

## ES 2 319 670 T3

cionalidad de la avería en base a la medida de la tensión, de acuerdo con la complejidad de la red en la que se vaya a instalar el dispositivo (14).

5 Los dispositivos de control/protección (14) de las líneas paralelas (10) por las que circula una corriente de retorno capacitiva (12) detectan dicha corriente como una corriente defectuosa pero no actúan debido a que en las líneas (10) de la que dependen no se produce una ausencia de tensión. Para corrientes de retorno capacitivas elevadas y derivaciones que provienen de la misma línea de subestación, tal y como muestra la figura 13, el dispositivo (14) implementa una curva de funcionamiento (30) en coordinación con la curva de protección de cabecera (28), de tal manera que cuando se produce un defecto en una derivación y cabecera abre, el resto de derivaciones que hayan visto pasar una corriente de retorno capacitiva elevada no indican el paso defectuoso aunque se hayan quedado sin tensión. A su vez, dado que el dispositivo (14) es numérico, éste realiza el cálculo de las corrientes eficaces, distinguiendo las corrientes de conexión del transformador (compuestas por la componente fundamental y sus armónicos) de las corrientes averiadas, evitando indicaciones erróneas de las corrientes de conexión como pasos defectuosos.

15 Finalmente, otra forma de discriminar si la sobreintensidad o intensidad averiadas que se detecta es debida a una avería en la línea o a una intensidad de retorno capacitiva es emplear una función que determina la dirección de las corrientes averiadas detectadas realizando los cálculos entre la intensidad y la magnitud de polarización. Para la determinación de la magnitud de polarización, se emplea bien captadores de tensión o preferentemente el circuito indicado en la figura 2a-2b. Por ejemplo, para su aplicación en averías a tierra, la combinación entre la tensión homopolar, utilizada como magnitud de polarización, y la intensidad  $I_0$  detectada permite discriminar si ésta se trata de una corriente defectuosa con dirección aguas abajo o si se trata de una corriente de retorno capacitiva con dirección aguas arriba, tal y como se muestra en la figura 5.

25 Una aplicación de especial relevancia para redes de distribución, tal y como se muestra en la figura 6, es que el dispositivo de control/protección (14) permite desconectar el tramo en defecto de una línea (9) a través de un seccionador automático (7). Su funcionamiento es similar al de la función de detección de paso defectuoso, complementando con la apertura automática del seccionador (7) una vez que el interruptor automático de cabecera (6) ha despejado la avería. Esta apertura se realiza en los períodos en los que no existe tensión en la línea debido a cualquiera de los reenganches que pueda efectuar el interruptor de cabecera (6). Así por ejemplo, un defecto en la línea (9) implica el disparo del interruptor (6) de la subestación o centro de distribución, seguido de un reenganche. Si éste no tiene éxito, ocurre otro disparo del interruptor de cabecera (6). El seccionador (7) que ha detectado el paso de sobreintensidad o intensidad averiada comprueba que no hay tensión, y procede a abrir la línea (9) por el tramo donde está instalado. El segundo reenganche del interruptor (6) consigue alimentar de nuevo la línea (8) sin el tramo en el que se encuentra el defecto. Esta misma operación se puede programar para que se realice después del segundo o sucesivos reenganches.

35 La función de sobreintensidad o intensidad averiada que incluye el dispositivo de control/protección (14) se encuentra implementada para cada una de las fases y para tierra, realizando la detección de averías entre fases y la detección de averías entre fase y tierra. Para ello, la función de sobreintensidad o intensidad averiada está asociada a unas curvas de detección a tiempo definido (véase la figura 8) para detección de averías entre fases y a las curvas de tiempo definido, normalmente inversa, muy inversa y extremadamente inversa, (véanse las figuras 8, 9, 10 y 11 respectivamente) para la detección de averías entre fase y tierra. Asimismo, el dispositivo de control/protección (14) puede implementar una funcionalidad de detección de averías entre fase y tierra ultrasensible, empleando para ello un transformador toroidal (22) que abarca todas las fases, tal y como se muestra en la figura 4, de modo que se independiza de la intensidad de las fases evitando los errores de los captadores de intensidad toroidales (5) de fase y se garantiza la detección de corrientes entre fase y tierra que tienen un valor muy pequeño como puede ocurrir en redes con neutro aislado, neutro compensado o terrenos muy resistivos. Como norma general se garantiza la detección de corrientes de defecto fase-tierra inferiores al 10% de la intensidad nominal de fase.

50 Otra de las aplicaciones del dispositivo de control/protección (14) es la detección de fases abiertas en líneas eléctricas figura 14. En este caso, un indicador/detector de presencia de tensión instalado en un centro de transformación observaría que existe tensión en la fase abierta (V), ya que el transformador del centro de transformación, con el circuito primario conectado en triángulo, figura 15, tendría en la fase V una tensión comprendida entre la fase U y W. Dado que esta tensión es superior al umbral de indicación de tensión, se detectaría/indicaría presencia de tensión, lo cuál es correcto, pero no se produciría una alarma de que la línea tiene una fase (V) abierta. Con el sistema de medida de tensión empleado en el dispositivo de control/protección (14) se produciría una medida real de la tensión en la fase y por lo tanto al ser inferior a la tensión nominal de las otras dos fases se detecta el problema.

60 El dispositivo de control/protección (14) integra una función de control que mediante las entradas y salidas digitales, permite recibir señales de control y medida de temperatura, presión, nivel de líquido, etc., recibir y/o transmitir una orden para maniobrar el interruptor, seccionador o seccionador de puesta a tierra del equipo (4) en el que se encuentra instalado. Además puede realizar funciones de supervisión, ya que puede recibir el estado en el que se encuentra el interruptor, seccionador o seccionador de puesta a tierra. El dispositivo de control integrado controla que la maniobra del interruptor, seccionador o seccionador de puesta a tierra se realiza dentro del tiempo que permite la motorización del equipo eléctrico (4). En caso de no ejecutarse la orden en el tiempo pre-establecido, se corta la alimentación de la motorización del accionamiento. Puesto que el dispositivo de control integrado dispone de información sobre el estado del equipo eléctrico (4), es posible evitar maniobras erróneas, como por ejemplo, la puesta a tierra de una línea con tensión. Así al detectar la presencia de tensión en una línea, y ante una orden de puesta a tierra de la misma, lo cuál causaría un cortocircuito, el dispositivo de control integrado puede bloquear dicha acción, evitando el accidente.

## ES 2 319 670 T3

Por otro lado, el dispositivo de control/protección (14) dispone de un registro de eventos donde se almacenan los últimos defectos detectados por el mismo. Además, se almacena el número total de averías detectadas, así como los diferentes parámetros de configuración. Mediante el puerto de comunicaciones, el dispositivo de control integrado puede informar al despacho de maniobra sobre todos los datos disponibles y permite realizar aplicaciones de telecontrol de centros de transformación y de distribución, implementando el control y la supervisión de cada equipo eléctrico (4). Tal y como se muestra en la figura 7, la utilización de los dispositivos de control integrado (14) y un concentrador de datos y controlador de equipos (28), permite visualizar y operar cada posición del dispositivo de conmutación que integran los equipos eléctricos (4) de forma local o remota.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

## REIVINDICACIONES

- 5 1. Dispositivo de control/protección para redes de distribución eléctrica basado en la captación/medición de señales  
provenientes de la red eléctrica y/o de los equipos eléctricos de instalaciones de distribución eléctrica, incorporándose  
el dispositivo de control/protección en todos o parte de los citados equipos eléctricos, de un circuito eléctrico que  
comprende una toma de tensión capacitiva (2) del citado equipo eléctrico (4), un limitador de tensión (32), un circuito  
de medida de tensión (B) y un circuito de indicación o detección de presencia/ausencia de tensión (A), **caracterizado**  
porque el circuito de medida de tensión (B) está conectado en serie con la toma de tensión capacitiva (2) y el circuito  
de indicación o detección de presencia/ausencia de tensión (A).
- 10 2. Dispositivo de control/protección para redes de distribución eléctrica según reivindicación 1ª, **caracterizado**  
porque la toma de tensión capacitiva (2) se obtiene de unas pantallas (2') uniformizadoras del campo eléctrico inte-  
gradas en unos pasatapas (3) de conexión de los cables de alimentación al equipo eléctrico (4).
- 15 3. Dispositivo de control/protección para redes de distribución eléctrica según reivindicación 1ª, **caracterizado**  
porque el circuito de medida de tensión (B) se dispone entre el circuito de indicación o detección de presencia/ausencia  
de tensión (A) y la toma de tensión capacitiva (2).
- 20 4. Dispositivo de control/protección para redes de distribución eléctrica según reivindicación 2ª, **caracterizado**  
porque el circuito de medida de tensión (B) comprende un transformador de baja tensión para la medida de tensión.
5. Dispositivo de control/protección para redes de distribución eléctrica según reivindicación 4ª, **caracterizado**  
porque el circuito de medida de tensión (B) se encuentra aislado galvánicamente de la toma de tensión capacitiva (2).
- 25 6. Dispositivo de control/protección para redes de distribución eléctrica según reivindicación 5ª, **caracterizado**  
porque comprende un circuito de medida de tensión (B) independiente para cada una de las fases del equipo eléctrico  
(4).
- 30 7. Dispositivo de control/protección para redes de distribución eléctrica según reivindicación 1ª, **caracterizado**  
porque adicionalmente comprende medios para la medida de intensidad del equipo eléctrico (4).
8. Dispositivo de control/protección para redes de distribución eléctrica según reivindicación 7ª, **caracterizado**  
porque los medios para la medida de intensidad comprenden al menos un transformador o captador toroidal (5) ins-  
talado en el exterior en la base de un pasatapas (3) de conexión de los cables de alimentación del equipo eléctrico  
(4).
- 35 9. Dispositivo de control/protección para redes de distribución eléctrica según reivindicación 7ª, **caracterizado**  
porque los medios para la medida de intensidad comprenden al menos un transformador o captador toroidal (5) dis-  
puesto en el interior de un pasatapas (3) de conexión de los cables de alimentación del equipo eléctrico (4).
- 40 10. Dispositivo de control/protección para redes de distribución eléctrica según reivindicación 9ª, **caracterizado**  
porque adicionalmente comprende curvas de protección que son del mismo tipo que las curvas de protección de  
cabecera de la red de distribución para la detección de paso defectuoso.
- 45 11. Dispositivo de control/protección para redes de distribución eléctrica según la reivindicación 7ª, **caracterizado**  
porque la medida de intensidad, junto con las medidas obtenidas del circuito de medida de tensión (B) y del circuito  
de indicación o detección de presencia/ausencia de tensión (A), permite determinar el paso defectuoso.
- 50 12. Dispositivo de control/protección para redes de distribución eléctrica según reivindicación 7ª, **caracterizado**  
porque la medida de intensidad, junto con la medida obtenida del circuito de medida de tensión (B), permite determinar  
la direccionalidad del paso defectuoso.
- 55 13. Dispositivo de control/protección para redes de distribución eléctrica según reivindicación 10ª, **caracterizado**  
porque la detección de paso defectuoso permite el seccionamiento automático de líneas.
14. Dispositivo de control/protección para redes de distribución eléctrica según reivindicación 1ª, **caracterizado**  
porque adicionalmente comprende medios para la detección de la posición del interruptor, seccionador o seccionador  
de puesta a tierra del equipo eléctrico (4) en el que se encuentra instalado.
- 60 15. Dispositivo de control/protección para redes de distribución eléctrica según reivindicación 1ª, **caracterizado**  
porque adicionalmente comprende medios para recibir y/o transmitir una orden de maniobra del interruptor, secciona-  
dor, seccionador de puesta a tierra.
- 65 16. Dispositivo de control/protección para redes de distribución eléctrica según reivindicación 1ª, **caracterizado**  
porque adicionalmente comprende medios para la recepción de señales de control y medida de temperatura, presión,  
nivel de líquido, etc.

## ES 2 319 670 T3

17. Dispositivo de control/protección para redes de distribución eléctrica según reivindicación 1<sup>a</sup>, **caracterizado** porque comprende adicionalmente medios de registro para el almacenamiento de los defectos detectados, así como de los diferentes parámetros de configuración.

5 18. Dispositivo de control/protección para redes de distribución eléctrica según reivindicación 7<sup>a</sup>, **caracterizado** porque el circuito de indicación o detección de presencia/ausencia de tensión (A) permite realizar un enclavamiento de prevención de puesta a tierra que impide la puesta a tierra del interruptor (21) del equipo eléctrico (4) cuando se detecta tensión en la línea.

10 19. Dispositivo de control/protección para redes de distribución eléctrica según reivindicación 7<sup>a</sup>, **caracterizado** porque el dispositivo (14) permite la detección de averías a tierra para cada una de las fases.

15 20. Dispositivo de control/protección para redes de distribución eléctrica según reivindicación 1<sup>a</sup>, **caracterizado** porque adicionalmente comprende un transformador toroidal (22) que engloba todas las fases para la detección de averías a tierra.

20 21. Dispositivo de control/protección para redes de distribución eléctrica según reivindicación 19<sup>a</sup>, **caracterizado** porque la detección de averías a tierra permite detectar corrientes defectuosas inferiores al 10% de la intensidad nominal de fase.

25 22. Dispositivo de control/protección para redes de distribución eléctrica según reivindicación 1<sup>a</sup>, **caracterizado** porque comprende medios para la medida de los valores instantáneos de tensión e intensidad y medios para el cálculo de los valores eficaces de las intensidades y tensiones de cada fase y medios para determinar las intensidades y tensiones homopolares, energías, potencias, etc.

30 23. Dispositivo de control/protección para redes de distribución eléctrica según reivindicación 1<sup>a</sup>, **caracterizado** porque adicionalmente comprende una serie de entradas y salidas digitales que permite realizar aplicaciones de tele-control de los centros de transformación y de distribución, implementando el control y la supervisión de cada equipo eléctrico (4).

35 24. Dispositivo de control/protección para redes de distribución eléctrica según reivindicación 6<sup>a</sup>, **caracterizado** porque la medida de tensión individualizada en cada una de las fases permite la detección de una fase abierta en algún punto de la línea.

40 25. Dispositivo de control/protección para redes de distribución eléctrica según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque el dispositivo de control/protección es un dispositivo trifásico.

45 26. Dispositivo de control/protección para redes de distribución eléctrica según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque el dispositivo de control/protección esta integrado en el propio equipo eléctrico (4).

50

55

60

65

70

75

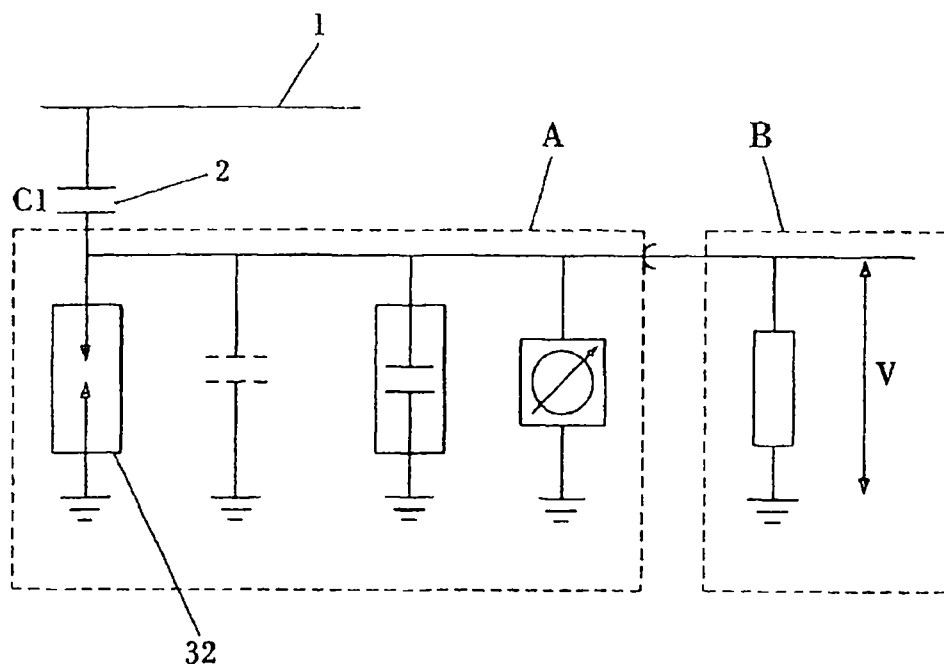


FIG. 1

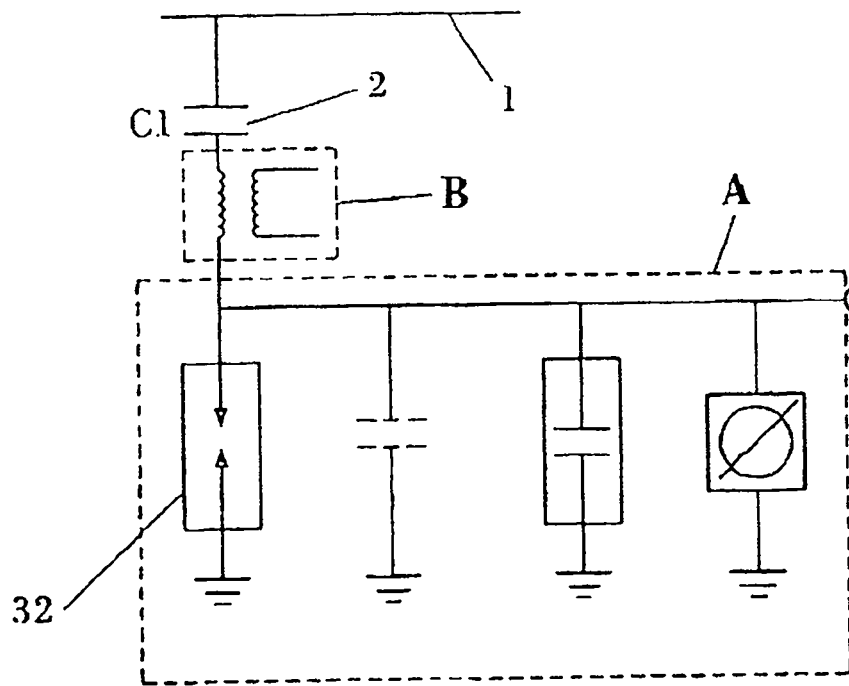


FIG. 2a

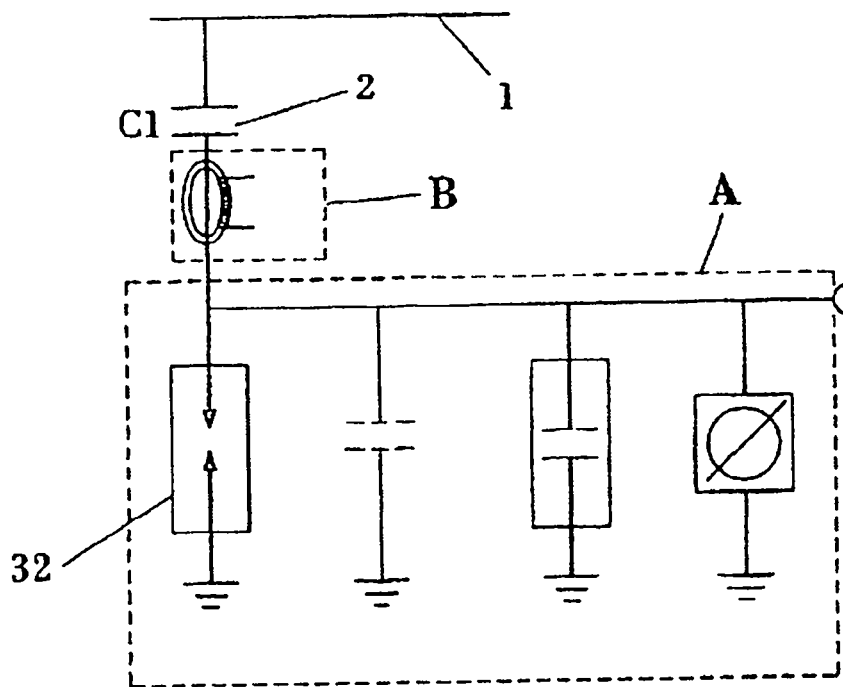


FIG. 2b

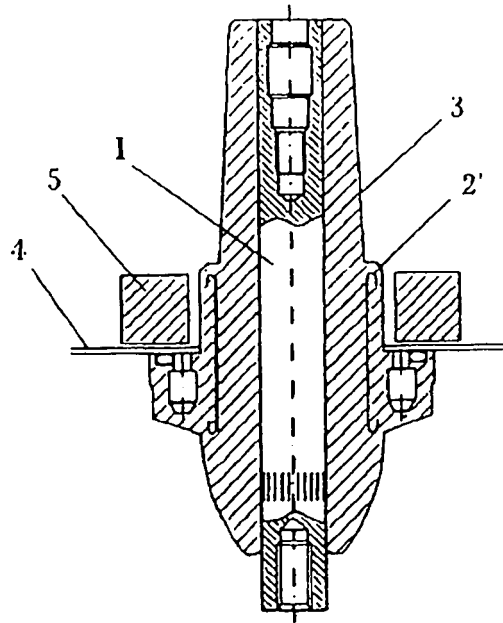


FIG. 3

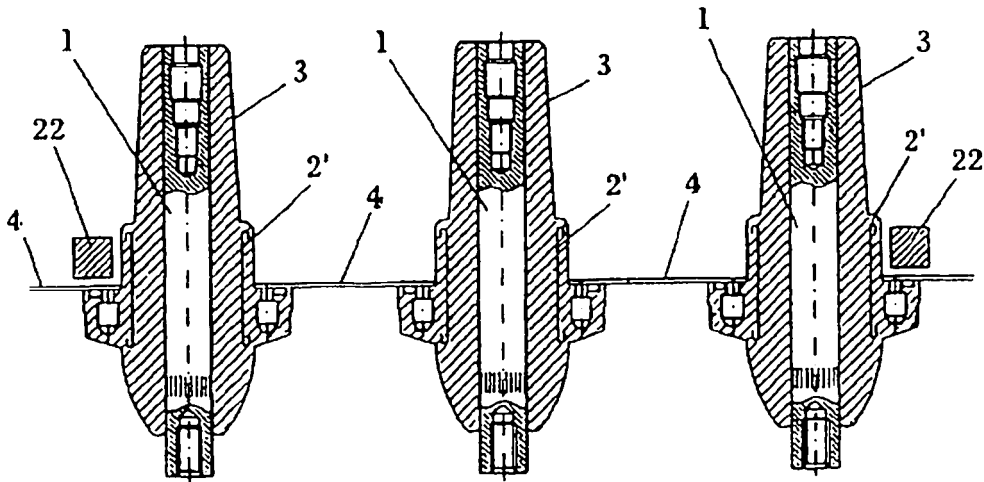


FIG. 4

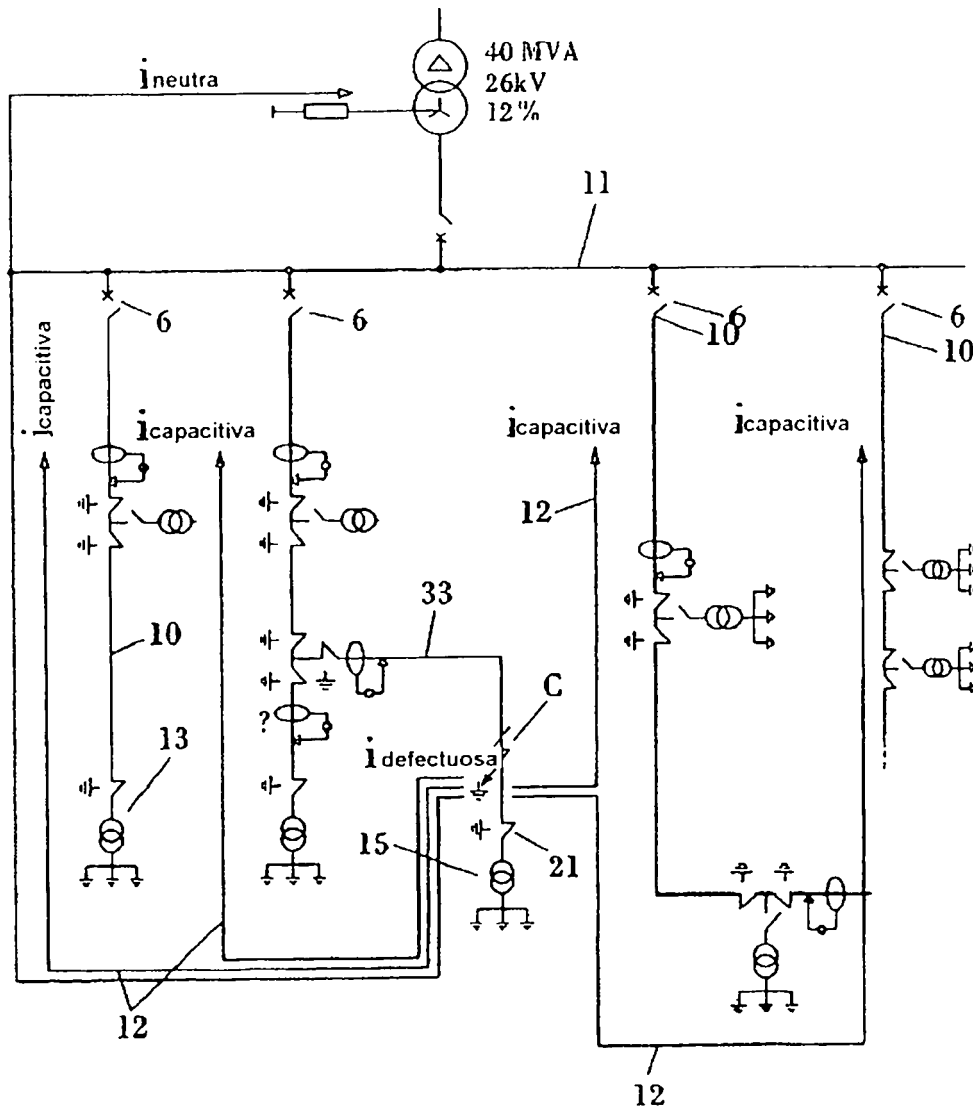


FIG.5

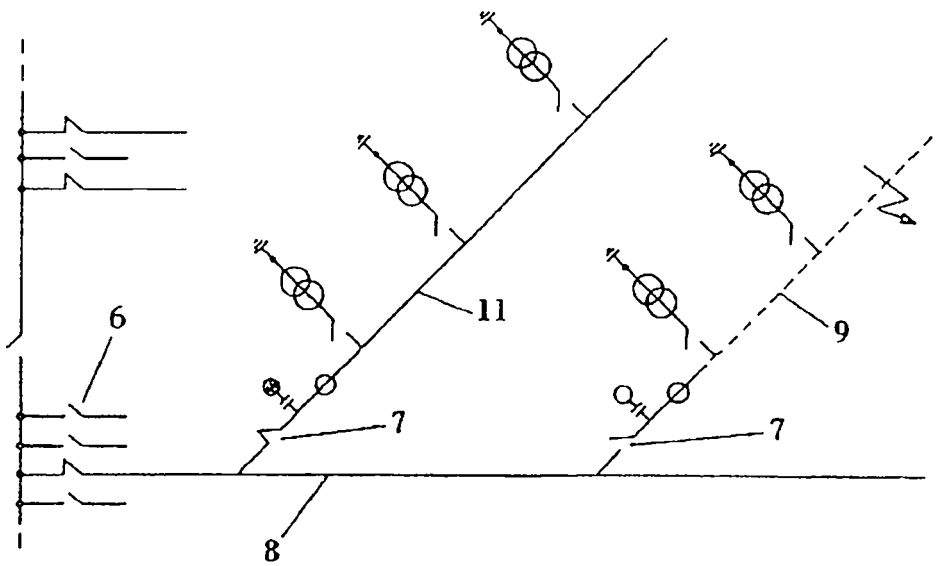


FIG.6

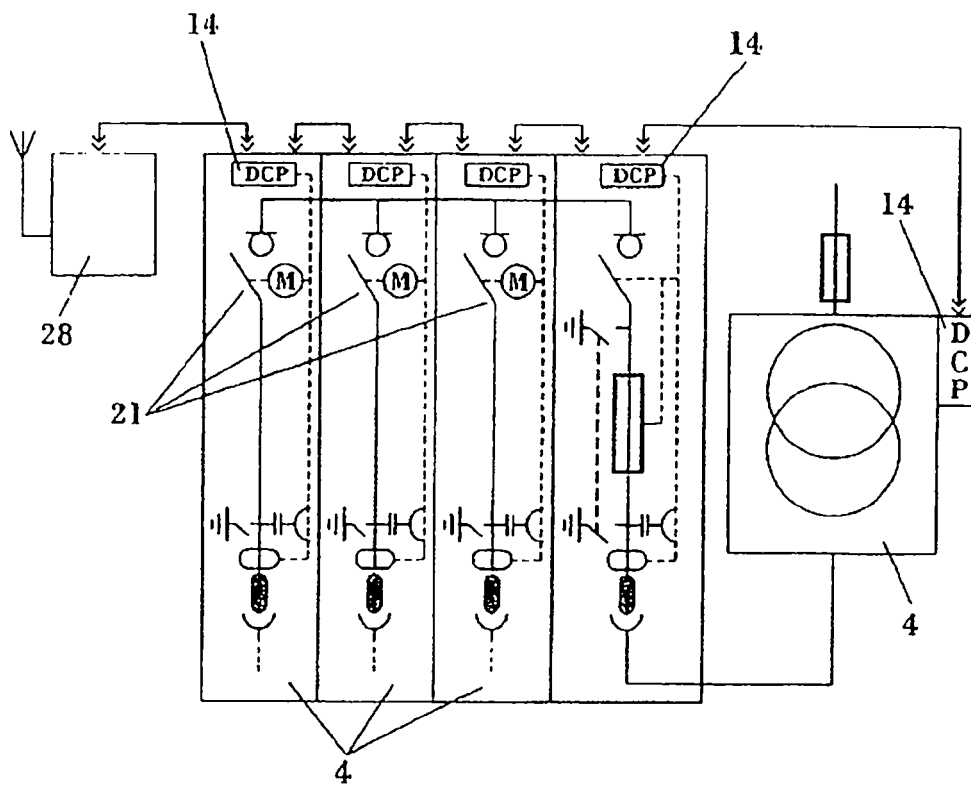


FIG. 7

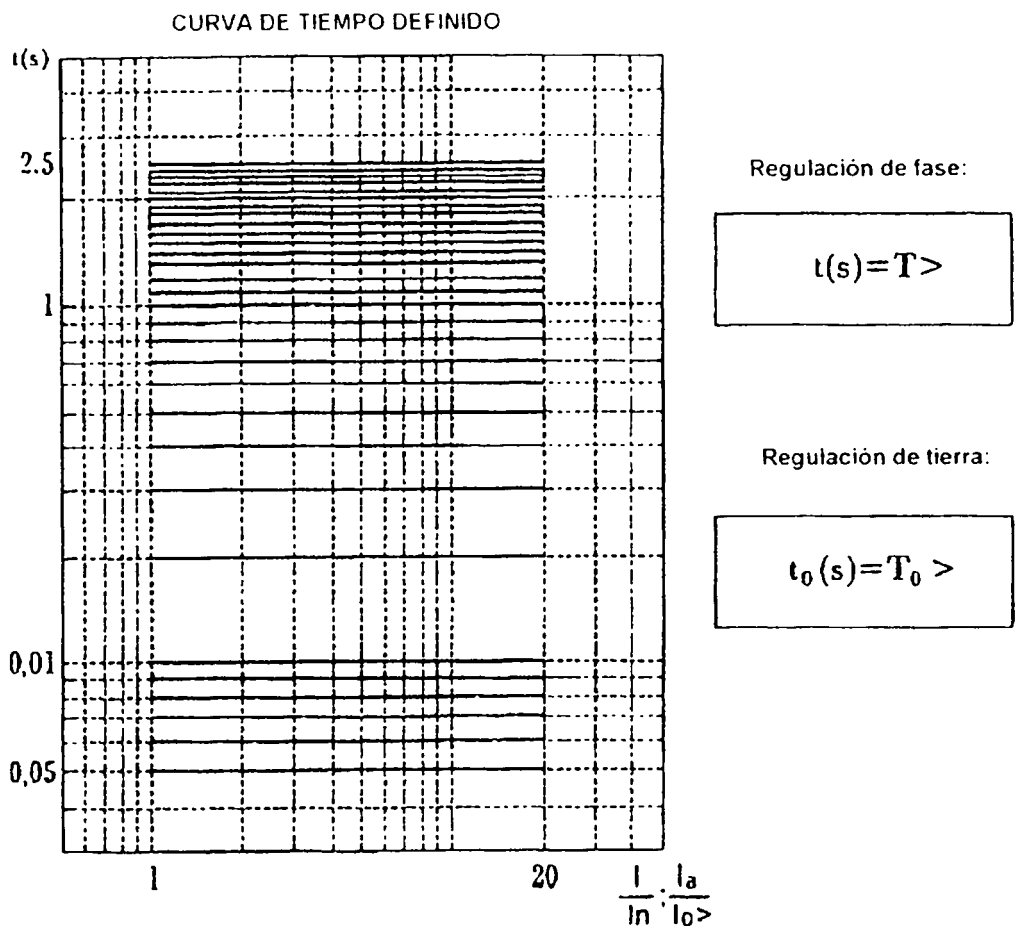
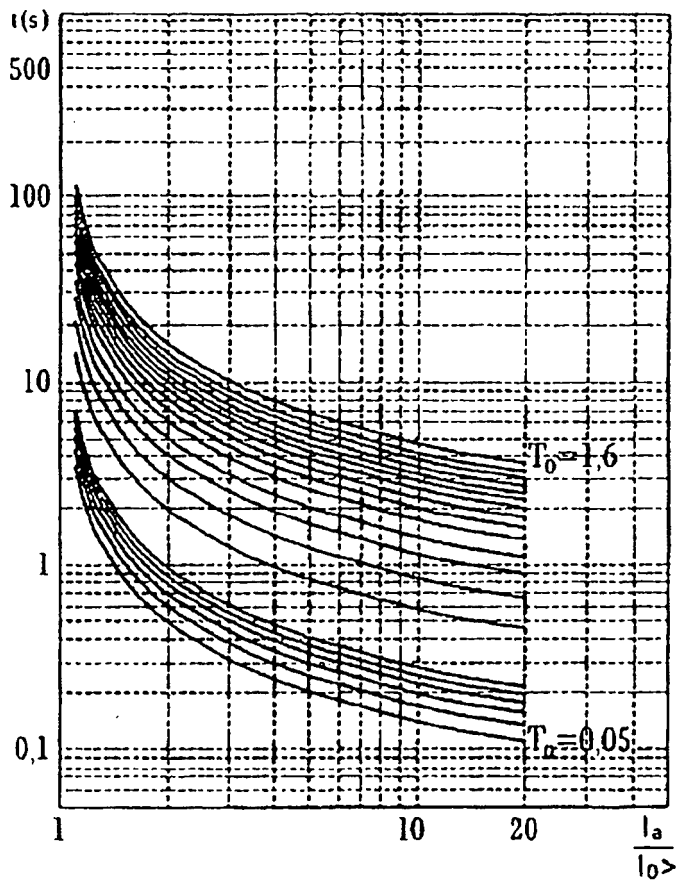


FIG. 8

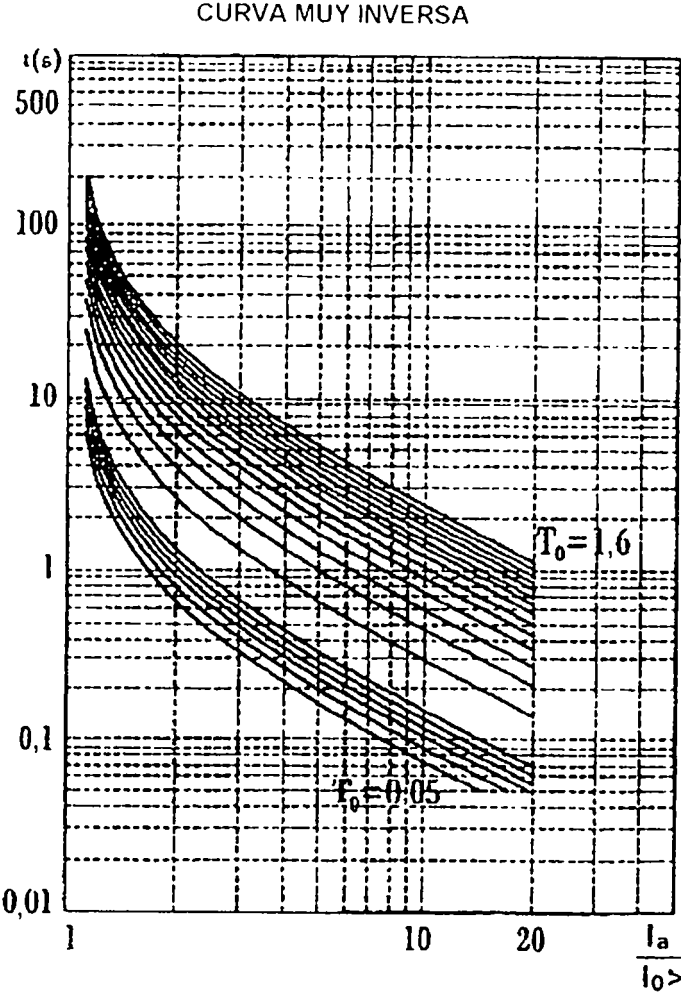
CURVA NORMALMENTE INVERSA



Regulación de tierra:

$$t_0(s) = \frac{0,14 \cdot T_0 >}{\left(\frac{I_0}{I_0 >}\right)^{0,02} - 1}$$

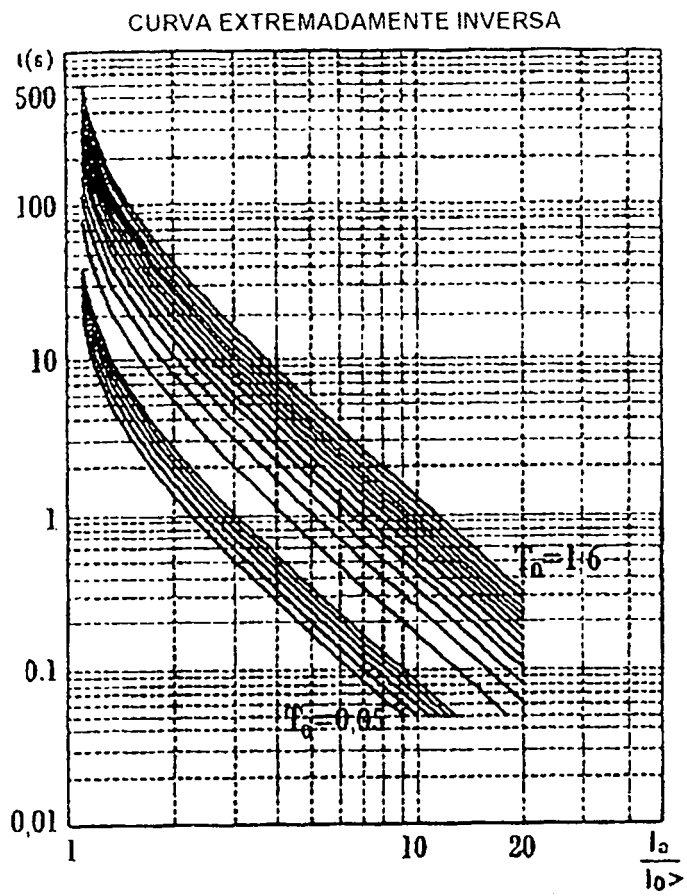
FIG. 9



Regulación de tierra:

$$t_0(s) = \frac{13,5 \cdot T_0 >}{\left(\frac{I_0}{I_0 >}\right)^1 - 1}$$

FIG. 10



Regulación de tierra:

$$t_0(s) = \frac{80 \cdot T_0 >}{\left(\frac{I_0}{I_{0>}}\right)^{n-1}}$$

FIG. 11

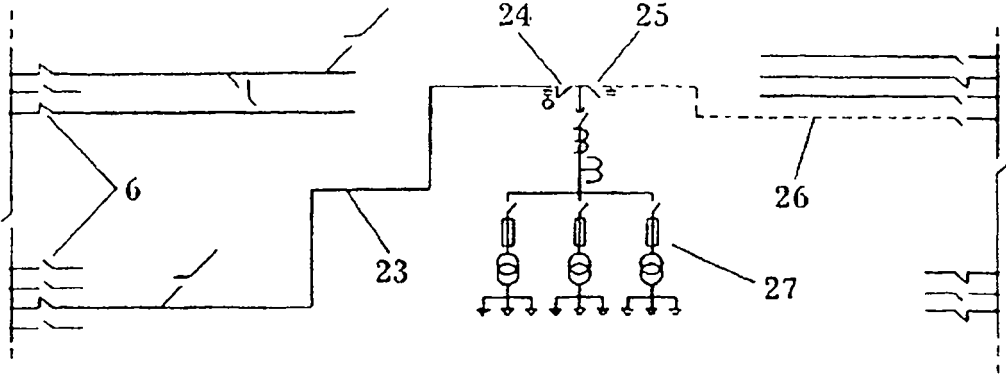


FIG. 12

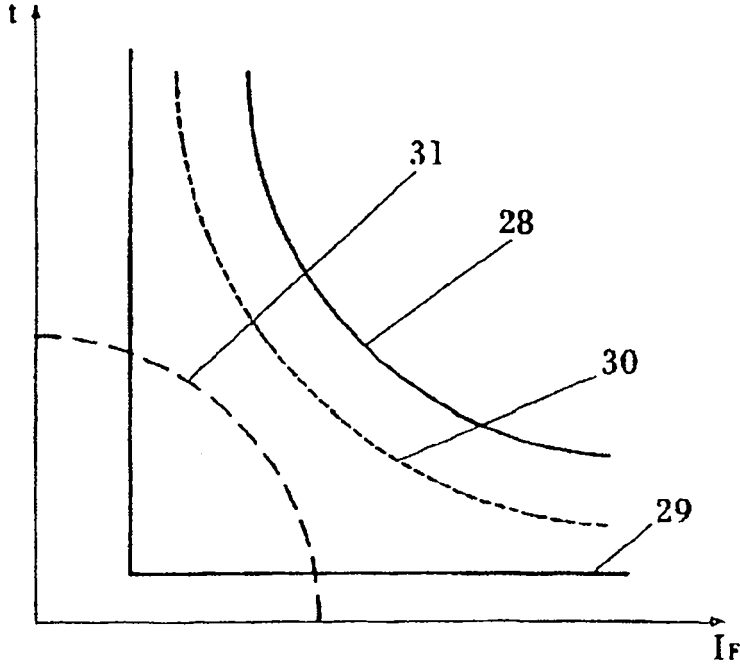


FIG. 13

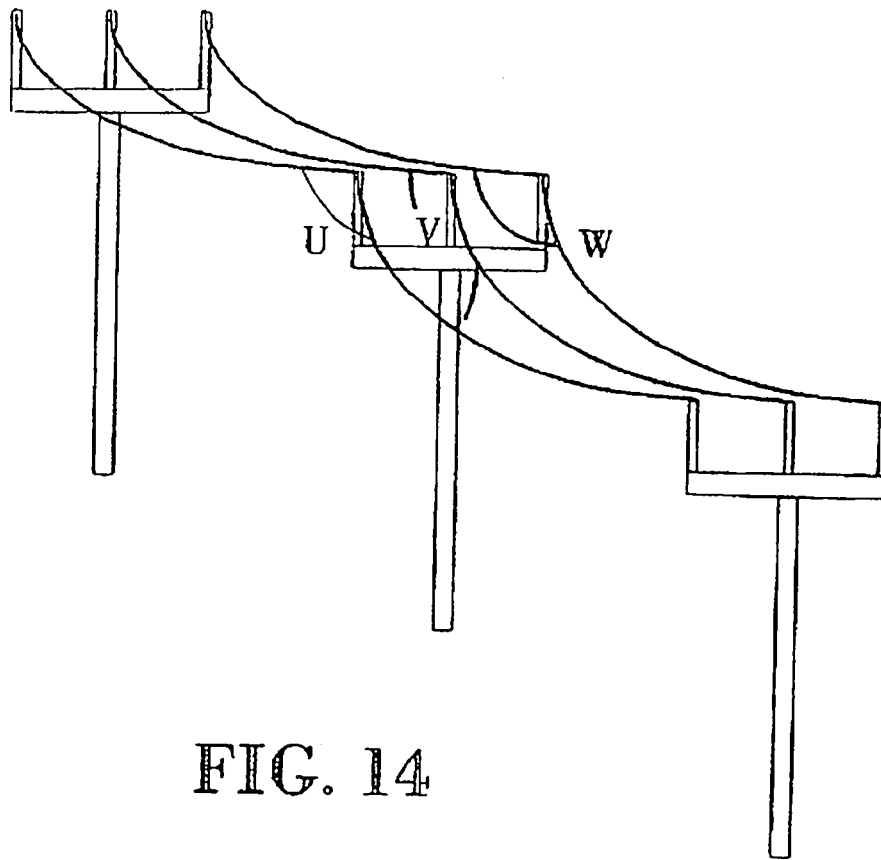


FIG. 14

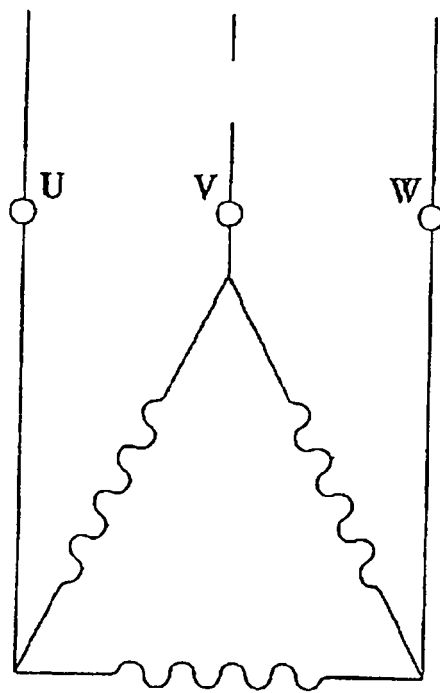


FIG. 15