

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 603 528**

51 Int. Cl.:

H02H 7/26 (2006.01)

H02H 7/30 (2006.01)

H02B 11/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **14.05.2009 PCT/EP2009/055845**

87 Fecha y número de publicación internacional: **19.11.2009 WO09138461**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.05.2009 E 09745793 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.08.2016 EP 2289138**

54 Título: **Una subestación de transformación**

30 Prioridad:

14.05.2008 EP 08008899

04.08.2008 EP 08013925

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
28.02.2017

73 Titular/es:

**EMAC (ELECTROMECHANICAL APPLICATIONS
CONSULTING) LIMITED (100.0%)**
75, Prodromou, 1st floor, office 101, Strovolos
2063 Nicosia , CY

72 Inventor/es:

ARGYROPOULOS, KONSTANTINOS

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 603 528 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

Una subestación de transformación

Campo de la invención

- 5 La invención se relaciona con una subestación de transformación para transformar energía eléctrica de un voltaje medio (1-45 KV) a un voltaje bajo. Más específicamente, la presente invención se refiere a tales subestaciones de transformación que están conectadas en serie en una línea de distribución de voltaje medio, de tres fases, entre los terminales de entrada de 3 fases y los terminales de salida de 3 fases de la línea de distribución.

Antecedentes de la invención

- 10 Las subestaciones de transformación, también conocidas como un centro de transformación o una subestación secundaria están destinadas a transformar energía eléctrica desde un voltaje medio a un voltaje bajo. Tales subestaciones de transformación comprenden esencialmente uno o más transformadores de distribución con el correspondiente aparato de distribución de voltaje medio o disposición de conmutación usualmente denominado una unidad de red en anillo (RMU) para conducir adecuadamente la corriente de la línea de distribución a los transformadores. Las subestaciones tienen la capacidad de identificar la ubicación de un corto circuito en la línea de
- 15 distribución o en el transformador de distribución, aislando la falla y restableciendo a tiempo el servicio. Esta subestaciones de transformación también contienen otros componentes o materiales relevantes tal como un bus de interconexión de un aparato de distribución, los dispositivos de detección de corriente y voltaje, los dieléctricos adecuados requeridos para el aparato de distribución, los sensores, los dispositivos de medición, los indicadores de falla y los relés de protección, telecomunicación y sistemas de control remoto y paneles de bajo voltaje.

- 20 Un diagrama lineal simple de un centro de transformación convencional o subestación se puede ver en la Figura 1 que muestra los siguientes componentes esenciales: Un transformador 4 de distribución, un panel 5 de bajo voltaje, una pluralidad de interruptores 8-1, 8-2, 8-3, denominados aparatos de distribución o unidad de red en anillo (RMU) y un conjunto de 3 fusibles 9 HRC. Los terminales 20, 20' de entrada y salida de la línea de distribución y los terminales 30 de voltaje medio del transformador 4 de distribución también están indicados. Se puntualiza, que los
- 25 términos "centro de transformación", "subestación de transformación", "subestación secundaria" y similares se utilizan de acuerdo con la presente invención para referirse a cualquier dispositivo o aparato eléctricamente conectado a una línea de distribución de voltaje medio y generalmente que opera para transformar voltaje medio en energía de bajo voltaje.

- 30 En la Figura 2, los mismos componentes que aquellos ilustrados en la Figura 1 se pueden ver en una vista lateral que muestra la disposición física del mismo.

- La Figura 3 muestra otro diagrama de línea simple de una subestación de transformación convencional en la cual dos ruptores 6-1 y 6-2 se han agregado con el propósito de mejorar el desempeño del servicio sobre la subestación de transformación en la Figura 1. Como se mencionó previamente, la adición de estos dos ruptores 6-1 y 6-2 (uno para la protección del transformador 4 de distribución y uno para la seccionalización automática de la línea de
- 35 distribución de voltaje media, de tres fases) aunque notable desde el punto de vista de la seccionalización y ubicación de falla, comparado con las subestaciones de transformación previas, tiene el inconveniente de un coste creciente asociado con la configuración de los dos ruptores.

- Actualmente, el aparato de distribución (RMU) utilizado predominantemente para conectar, desconectar y derivar el transformador de distribución usualmente incluye la combinación de tres interruptores 8-1, 8-2, 8-3 (más
- 40 específicamente los Seccionadores de Potencia LBFM para interruptores) como se muestra, por ejemplo, en la Figura 1, utilizando predominantemente SF6 como un dieléctrico que aísla e interrumpe la corriente eléctrica y los fusibles HRC (alta capacidad de ruptura) para la protección del transformador como para el diagrama de la línea simple de la Figura 1 donde se muestran los esquemas de interconexión convencional entre los tres interruptores 8-1, 8-2, 8-3, LBFM, los tres fusibles 9 HRC, los terminales 30 de voltaje medio de transformador en los terminales de
- 45 la línea de distribución de entrada 20 y salida 20'.

El documento ES2212747 de O. Ormazabal divulga una subestación de transformación típica mostrada en la Figura 1. El diagrama de línea simple del esquema de interconexión de todos los componentes involucrados con una descripción detallada en la página 1, renglones 21-61 y página 4, renglones 4-13.

- 50 El documento FR2341972 de MERLIN GERIN, divulga en la Fig. 1 y Fig. 2 el diseño físico de una subestación de transformación típica.

Se conoce en la técnica que la operación errática (sin una falla en el transformador de distribución) de los fusibles 9 HRC son responsables del mayor número de operaciones de servicio molestas por el grupo de mantenimiento de la

red de distribución; estos fusibles se consideran que operan espuriamente hasta en el 85% de los casos. En las líneas y sistemas de distribución sin conexión a tierra y con conexión a tierra con bobina Petersen la falla de tierra es principalmente sustancialmente inferior que la corriente de carga del transformador de distribución y por lo tanto los fusibles HRC no pueden proteger el transformador contra las fallas de tierra que estadísticamente constituyen el 95% de las fallas en los transformadores.

De otro lado, los interruptores LBFM tienen un número de operaciones de trabajo limitadas para cierre contra una falla, y la operación de las mismas depende de su actividad anterior. Por lo tanto, los operadores no están enterados de la futura confiabilidad de tal interruptor cuando el manual lo cierra contra una falla en una línea de distribución energizada.

Adicionalmente, los defectos mencionados de los interruptores LBFM conducen al siguiente inconveniente. Gran número de operaciones (automática y manual) del ruptor de la línea de distribución principal de la subestación de energía de alto voltaje/medio voltaje (HB/MV), que origina largos periodos de corte y largas molestias a los consumidores a los que se abastece mediante la línea de distribución afectada. Y hasta que la falla se ubique, la línea de distribución completa es apagada, dando como resultado así en un corte prolongado (horas/cliente/año); por lo tanto las utilidades tienen que pagar severas penalidades debido a la acumulación de cortes por año.

Una posible solución conocida es el uso de sistemas basados en SCADA. Las desventajas asociadas con estos sistemas son la necesidad de interruptores LBFM motorizados remotamente operados y los indicadores de falla remota que dan como resultado costes de infraestructuras crecientes con relación a los motores, indicadores de falla, redes de datos o comunicaciones, los RTU y similares. Además, el inconveniente de la vida de trabajo limitada de los interruptores LBFM permanece sin resolver continuando así con la necesidad de utilizar el ruptor de la línea de distribución principal de la subestación de energía HB/MV como el único dispositivo interruptor automático corto circuito con las consecuencias negativas que se describieron anteriormente y la infraestructura de telecomunicación utilizada muestra los inconvenientes específicos de la transmisión de datos.

Ya que la mayoría de estas subestaciones de transformación sirven a áreas urbanas donde el valor del estado real es muy alto y la disponibilidad de espacio es extremadamente limitada, la necesidad de optimizar el tamaño de los centros de transformación y más particularmente el tamaño de los aparatos de distribución de voltaje medio, dieron como resultado el uso del SF6 como un dieléctrico interruptor y aislante en lugar de aire, con excelentes resultados para reducir el tamaño total de los centros de transformación. Sin embargo, de acuerdo al protocolo de Kyoto sobre cambio climático, el SF6 está documentado como un gas de invernadero muy potente y por lo tanto es obvia la necesidad de reducir o posiblemente eliminar su uso.

Interrupciones de la corriente de carga eléctrica en el SF6, generan materiales tóxicos y se requieren precauciones especiales para manejar y mantener los aparatos de distribución utilizados, o en el evento de un accidente.

La presión para monitorizar y registrar el contenido de SF6 mediante una empresa de servicios de energía eléctrica se convierte en una obligación costosa en muchos países.

Por todas las razones anteriormente mencionadas, las alternativas que eliminan el uso de SF6 sin incrementar el tamaño total del centro de transformación son activamente perseguidas.

Otro dieléctrico que podría ser utilizado en lugar del SF6 es aceite o ésteres minerales o de silicona, ya que ellos se utilizan en transformadores como dieléctricos, o en aislamiento sólido.

La limitación que tienen estos fluidos dieléctricos es la dificultad de cumplir con el "ensayo de arco interno" como el estándar IEC relevante y por lo tanto es imposible simplemente sustituir el SF6 con estos fluidos dieléctricos sin una modificación en el sistema de interconexión convencional del aparato de distribución de la subestación de transformación y los componentes y el diseño apropiado de los recipientes del aparato eléctrico.

Con el fin de incrementar la confiabilidad en la línea de distribución de medio voltaje y más específicamente la red de distribución de cable subterráneo además del ruptor alimentador principal en la subestación de energía HB/MV, se requieren varios otros ruptores en serie con el ruptor alimentador principal a lo largo de la línea de distribución, con el fin de incrementar el número de puntos de seccionalización automáticos los cuales mejorarán la confiabilidad al identificar más rápido la posición de una falla, reconfigurando la red automáticamente reduciendo los clientes afectados por una falla de energía al mínimo. Por esta razón varias empresas de servicio de energía eléctrica reemplazan uno de los interruptores LBFM SF6 con un ruptor 6-1 de vacío, como se muestra en la Figura 3 sin modificar el sistema de interconexión convencional del centro de transformación.

Con el fin de reducir las consecuencias del mal funcionamiento errático de los fusibles 9 HRC y proteger la línea de distribución de medio voltaje contra fallas de tierra en los transformadores de distribución, los cuales en el caso de las líneas o sistemas sin tierra o de tierra con bobina Petersen no se pueden identificar mediante los fusibles 9 HRC,

varias utilidades eléctricas reemplazan la combinación comúnmente utilizada del interruptor 8-3 ruptor de carga del FS6 y los fusibles 9 HRC mostrados en las Figuras 1 y 2 con un ruptor 6-2 de vacío, como se muestra en la Figura 3, sin cambiar de ninguna forma los sistemas de interconexión convencionales existentes de las subestaciones de transformación. El coste de los componentes (dos ruptores de medio voltaje), la huella de la subestación (la misma que las convencionales) y el uso del SF6 (que no se puede eliminar) son algunos de los inconvenientes de esta solución.

Resumen de la invención

La invención busca suministrar un esquema de interconexión entre el transformador de distribución, el aparato de distribución de medio voltaje y los terminales de entrada y salida de la línea de distribución, cuya aplicación cumplirá con los requisitos de protección de la línea de distribución y el transformador, eliminando los fusibles HRC y suministrando una seccionalización de línea automática, incrementando así significativamente la calidad del servicio de una manera eficiente en costes así como también eliminando el uso del SF6 aunque manteniendo una subestación de transformación compacta. La invención también busca suministrar recipientes adecuados para el aparato de distribución y opcionalmente incluyendo el transformador que cumplirá con los requisitos de las condiciones de ensayo de arco interno impuestas por los estándares IEC relevantes, utilizando aire, SF6, aceites minerales o de silicona, ésteres, o material sólido como medio aislante eléctrico.

De acuerdo con la presente invención, se suministra una subestación de transformación, transformando energía eléctrica de un voltaje medio a un voltaje bajo, la subestación de transformación está conectada en serie en una línea de distribución de tres fases de voltaje medio eléctrico entre los terminales de entrada de tres fases y los terminales de salida de tres fases de la línea de distribución. La subestación de transformación comprende además un ruptor de voltaje medio eléctricamente conectado en paralelo a través de los terminales de al menos parte de aparatos de distribución de voltaje medio y el ruptor está también eléctricamente conectado en serie con la línea de distribución eléctrica de voltaje medio entre los terminales de entrada de tres fases y los terminales de salida de tres fases de la línea de distribución. También, el ruptor de voltaje medio está interasegurado con el aparato de distribución de voltaje medio manualmente y/o eléctricamente y/o automáticamente.

De acuerdo con una realización de la presente invención, el aparato de distribución de medio voltaje de la subestación de transformación comprende: Un interruptor ruptor de carga de tres posiciones (a-OFF-b), con su conjunto de tres contactos eléctricamente conectados a los terminales de medio voltaje de tres fases de al menos un transformador de distribución, su primer conjunto de contactos estacionarios conectados al primer conjunto de tres bujes del ruptor y a un primer conjunto de tres contactos estacionarios del interruptor de desconexión sin carga de tres posiciones y de conexión a tierra, y su tercer conjunto de tres contactos estacionarios eléctricamente conectados al segundo conjunto de tres bujes del ruptor y a un primer conjunto de tres contactos estacionarios de un interruptor adicional de desconexión sin carga de tres posiciones y de conexión a tierra, de tal manera que el conjunto de conexión a tierra de los tres contactos estacionarios del interruptor de desconexión sin carga de tres posiciones y de conexión a tierra está eléctricamente conectado a tierra y un conjunto de tres contactos móviles del interruptor de desconexión sin carga de tres posiciones y de conexión a tierra está conectado a los terminales de entrada de tres fases de la línea de distribución y a un conjunto de conexión a tierra de tres contactos estacionarios de el interruptor adicional de desconexión sin carga de tres posiciones y de conexión a tierra está eléctricamente conectado a tierra y a un conjunto de tres contactos móviles del interruptor adicional de desconexión sin carga de tres posiciones y conexión a tierra está eléctricamente conectado a los terminales de salida de tres fases de la línea de distribución, y el interruptor de conexión a tierra está eléctricamente conectado al conjunto de tres contactos móviles del interruptor ruptor de carga de tres posiciones (a-OFF-b) que está eléctricamente conectado a los terminales de medio voltaje de tres fases de al menos un transformador de distribución.

De acuerdo con una realización adicional de la presente invención como se establece en el párrafo previo, el interruptor de conexión a tierras se elimina y el interruptor ruptor de carga de tres posiciones está eléctricamente conectado entre los terminales de medio voltaje de tres fases de al menos un transformador de distribución y el interruptor ruptor de carga de tres posiciones y de conexión a tierra, de tal manera que un conjunto de tres contactos estacionarios del interruptor ruptor de carga de tres posiciones está eléctricamente conectado a tierra, otro conjunto de tres contactos estacionarios del interruptor ruptor de carga de tres posiciones está conectado a un conjunto de tres contactos móviles del interruptor ruptor de carga de tres posiciones y de conexión a tierra, y un conjunto de tres contactos móviles del interruptor ruptor de carga de tres posiciones está eléctricamente conectado a los terminales de voltaje medio de al menos un transformador de distribución.

De acuerdo a una realización adicional de la presente invención, dos interruptores de conexión a tierra están respectivamente conectados eléctricamente a dos conjuntos de tres contactos estacionarios del interruptor ruptor de carga de tres posiciones y de tierra, ambos interruptores de desconexión sin carga de tres posiciones y de conexión a tierra se eliminan y el ruptor de medio voltaje es de un tipo de medio voltaje; los bujes del ruptor retirable están directamente conectados de manera eléctrica a los terminales de entrada de tres fases y a los terminales de salida de tres fases respectivamente de la línea de distribución.

De acuerdo con otra realización de la presente invención como se establece en el párrafo previo, el interruptor de conexión a tierra se retira, y el interruptor ruptor de carga de tres posiciones y de conexión a tierra está eléctricamente conectado entre los terminales de medio voltaje de tres fases de al menos un transformador de distribución del interruptor ruptor de carga de tres posiciones (a-OFF-b), de tal manera que un conjunto de tres contactos estacionarios del interruptor ruptor de carga de tres posiciones y de conexión a tierra está eléctricamente conectado a tierra, otro conjunto de tres contactos estacionarios del ruptor de carga de tres posiciones y el interruptor de conexión a tierra está eléctricamente conectado al conjunto de tres contactos móviles del interruptor ruptor de carga de tres posiciones (a-OFF-b), y un conjunto de tres contactos móviles del interruptor ruptor de carga de tres posiciones y de conexión a tierra está eléctricamente conectado a los terminales de medios voltaje de tres fases de al menos un transformador de distribución.

De acuerdo con aun otra realización de la presente invención el interruptor ruptor de carga de tres posiciones y de conexión a tierra y los dos interruptores de tierra conectados al interruptor ruptor de carga de tres posiciones y de conexión a tierra son retirados, y dos interruptores ruptores de carga de tres posiciones adicionales y de conexión a tierra están eléctricamente conectados entre los terminales de medio voltaje de tres fases de al menos un transformador de distribución y el ruptor de voltaje medio retirable, de tal manera que el primer conjunto de contactos estacionarios de uno de los interruptores ruptores de carga de tres posiciones adicionales y de conexión a tierra, está eléctricamente conectado a los terminales de medio voltaje de tres fases de al menos un transformador de distribución, un segundo conjunto de contactos estacionarios de uno de los interruptores adicionales ruptores de carga de tres posiciones y de conexión a tierra está eléctricamente conectado a tierra y un conjunto móvil de tres contactos estacionarios de uno de los interruptores adicionales ruptores de carga de tres posiciones y de conexión a tierra está conectado a un primer conjunto de tres bujes del ruptor retirable que están directamente conectados de manera eléctrica a los terminales de entrada de tres fases de la línea de distribución, un primer conjunto de tres contactos estacionarios del otro de los interruptores adicionales ruptores de carga de tres posiciones y de conexión a tierra está eléctricamente conectado a los terminales de medio voltaje de tres fases de al menos un transformador de distribución, un segundo conjunto de tres contactos estacionarios del otro de los interruptores adicionales ruptores de carga de tres posiciones y de conexión a tierra está eléctricamente conectado a tierra y un conjunto móvil de tres contactos estacionarios del otro de los interruptores adicionales ruptores de carga de tres posiciones y de conexión a tierra está conectado a un segundo conjunto de tres bujes del ruptor retirable que están eléctricamente conectados de manera directa a los terminales de salida de tres fases de la línea de distribución. La función interasegurante de los dos interruptores ruptores de carga y de conexión a tierra es que cuando los contactos del ruptor de carga del interruptor están cerrados (N.C) los contactos del ruptor de carga del otro interruptor están abiertos (N.O.) y viceversa.

De acuerdo con una realización adicional de la presente invención, el interruptor de conexión a tierra se retira y el interruptor ruptor de carga de tres posiciones y de conexión a tierra está eléctricamente conectado entre el transformador de distribución y los interruptores ruptores de carga de tres posiciones y de conexión a tierra, de tal manera que uno de los conjuntos de contactos estacionarios del interruptor está eléctricamente conectado a tierra, otro conjunto de tres contactos estacionarios del interruptor está eléctricamente conectado a los respectivos conjuntos de contactos estacionarios de los interruptores que están respectivamente eléctricamente conectados uno al otro, y un conjunto de tres contactos móviles del interruptor están eléctricamente conectados a los terminales de medio voltaje de tres fases de al menos un transformador de distribución.

De acuerdo con una realización adicional de la presente invención: el interruptor ruptor de carga de tres posiciones (a-OFF-b) y los interruptores de desconexión sin carga de tres posiciones y de conexión a tierra son retirados; dos de los interruptores ruptores de carga de tres posiciones y de conexión a tierra están eléctricamente conectados entre los terminales de medio voltaje de tres fases de al menos un transformador de distribución y el ruptor de vacío de medio voltaje, de tal manera que el primer conjunto de contactos estacionarios del interruptor está eléctricamente conectado a los terminales de medio voltaje de tres fases de al menos un transformador de distribución, un segundo conjunto de contactos estacionarios del interruptor esta eléctricamente conectado a tierra y el conjunto móvil de los tres contactos estacionarios del interruptor está conectado a un primer conjunto de tres bujes de un ruptor, un primer conjunto de tres contactos estacionarios del interruptor esta eléctricamente conectado a los terminales de medio voltaje de tres fases de al menos un transformador de distribución, un segundo conjunto de tres contactos estacionarios del interruptor está eléctricamente conectado a tierra y un conjunto móvil de tres contactos estacionarios del interruptor está conectado al segundo conjunto de tres bujes del ruptor retirable; y, dos interruptores de desconexión están eléctricamente conectados de tal manera que el primer conjunto de tres contactos de un primer interruptor que se desconecta está eléctricamente conectado tanto al primer conjunto de tres bujes del ruptor como a un conjunto de tres contactos móviles del interruptor, y el segundo conjunto de contacto del primer interruptor que se desconecta está eléctricamente conectado a los terminales de entrada de tres fases de la línea de distribución, y el primer conjunto de tres contactos de un segundo interruptor que se desconecta está eléctricamente conectado tanto al segundo conjunto de tres bujes del ruptor como al conjunto de tres contactos móviles del interruptor, y un segundo conjunto de contactos del segundo interruptor que se desconecta esta eléctricamente conectado a los terminales de salida de tres fases de la línea de distribución.

De acuerdo con aún otra realización de la presente invención, el interruptor de conexión a tierra se retira y el interruptor raptor de carga de tres posiciones y de conexión a tierra está eléctricamente conectado entre el transformador de distribución y los interruptores ruptores de carga de tres posiciones y de conexión a tierra, de tal manera que un conjunto de tres contactos estacionarios del interruptor están eléctricamente conectados a tierra, y otro conjunto de tres contactos estacionarios del interruptor están eléctricamente conectados a los respectivos conjuntos de los tres contactos estacionarios de interruptores que están respectivamente conectados de manera eléctrica el uno con el otro, y un conjunto de tres contactos móviles de cada interruptor está eléctricamente conectado a los terminales de medio voltaje de tres fases de al menos un transformador de distribución.

De acuerdo con todavía una realización adicional de la presente invención dos interruptores ruptores de carga de dos posiciones son respectivamente sustituidos por los interruptores ruptores de carga de tres posiciones y de conexión a tierra de tal manera que el primer conjunto de los tres contactos estacionarios del interruptor raptor de carga está eléctricamente conectado a los terminales de medio voltaje de tres fases de al menos un transformador de distribución y un segundo conjunto de tres contactos móviles del interruptor está eléctricamente conectado a un primer conjunto de tres bujes del raptor, y un primer conjunto de tres contactos estacionarios del interruptor está eléctricamente conectado a los terminales de medio voltaje de tres fases de al menos un transformador de distribución y el segundo conjunto de tres contactos móviles del interruptor está eléctricamente conectado al segundo conjunto de tres bujes del raptor, dos interruptores de desconexión sin carga de tres posiciones y de conexión a tierra son respectivamente sustituidos por los dos interruptores de desconexión, de tal manera que el conjunto de conexión a tierra de los contactos estacionarios del interruptor está eléctricamente conectado a tierra, el otro conjunto de tres contactos estacionarios del interruptor está eléctricamente conectado tanto al primer conjunto de tres bujes del raptor como el segundo conjunto de tres contactos móviles del interruptor y un conjunto de tres contactos móviles del interruptor está conectado a los terminales de entrada de tres fases de la línea de distribución y el conjunto de conexión a tierra de los tres contactos estacionarios del interruptor está eléctricamente conectado a tierra, el otro conjunto de los tres contactos estacionarios del interruptor está eléctricamente conectado tanto al segundo conjunto de tres bujes del raptor como a un segundo conjunto de tres contactos móviles del interruptor y el conjunto de tres contactos móviles del interruptor está conectado a los terminales de salida de tres fases de la línea de distribución.

En otra realización de la presente invención, el interruptor de conexión a tierra se retira y el interruptor raptor de carga de tres posiciones y de conexión a tierra está eléctricamente conectado entre el transformador de distribución y los interruptores ruptores de carga, de tal manera que el conjunto de tres contactos estacionarios del interruptor está eléctricamente conectado a tierra, otro conjunto de tres contactos estacionarios del interruptor está eléctricamente conectado a los dos conjuntos respectivos de los tres contactos estacionarios de los interruptores que están respectivamente conectados de manera eléctrica el uno con el otro, y el conjunto de tres contactos móviles del interruptor está eléctricamente conectado a los terminales de medio voltaje de tres fases de al menos un transformador de distribución.

De acuerdo con una realización adicional de la presente invención, la al menos parte del aparato de distribución comprende: un interruptor tipo hoja en V, de tres posiciones, de desconexión de conexión a tierra y raptor de carga con su conjunto de tres contactos móviles eléctricamente conectados a los terminales de entrada de tres fases de la línea de distribución, un primer conjunto de los tres contactos estacionarios con la capacidad raptor de carga de corriente del transformador eléctricamente conectado a los terminales de medio voltaje de tres fases de al menos un transformador de distribución, un segundo conjunto de tres contactos estacionarios eléctricamente conectados al primer conjunto de tres bujes del raptor, y el tercer conjunto de conexión a tierra de tres contactos estacionarios eléctricamente conectados a tierra; un interruptor tipo hoja en V, de tres posiciones, de desconexión de conexión a tierra y raptor de carga adicional con su conjunto de tres contactos móviles eléctricamente conectados a los terminales de salida de tres fases de la línea de distribución, un primer conjunto de tres contactos estacionarios con capacidad raptor de carga de corriente del transformador eléctricamente conectado a los terminales de medio voltaje de tres fases de al menos un transformador de distribución, un segundo conjunto de tres contactos estacionarios eléctricamente conectados a un segundo conjunto de bujes del raptor de vacío, y el tercer conjunto de conexión a tierra de sus contactos estacionarios eléctricamente conectados a tierra; y, un interruptor de conexión a tierra opcional eléctricamente conectado a los terminales de medio voltaje de tres fases de al menos un transformador de distribución. La función de interaseguramiento entre 3A y 3A' es tal que cuando la hoja raptor de carga del interruptor 3A está en la posición de conectar el terminal 20 de la línea de entrada con el terminal 30 transformador (N.C.), la respectiva hoja raptor de carga de 3A' debe estar en una posición abierta (N.O.) y viceversa.

De acuerdo con otra realización de la presente invención como se establece en el párrafo previo, el interruptor de conexión a tierra es retirado y un interruptor raptor de carga de tres posiciones y de conexión a tierra está eléctricamente conectado entre el transformador de distribución de tanto los interruptores tipo hoja en V, de tres posiciones, de desconexión, de conexión a tierra y ruptores de carga, de tal manera que un conjunto de tres contactos estacionarios del interruptor está eléctricamente conectado a tierra, otro conjunto de tres contactos estacionarios del interruptor está eléctricamente conectado a los respectivos conjuntos de los contactos estacionarios de los interruptores que están respectivamente conectados eléctricamente el uno con el otro, y el

conjunto de tres contactos móviles del interruptor está conectado a los terminales de voltaje medio de tres fases de al menos un transformador de distribución.

De acuerdo con una realización adicional de la invención previa al menos uno de los interruptores anteriormente mencionados es de un tipo de voltaje medio.

- 5 De acuerdo con una realización adicional de la presente invención al menos uno de los interruptores anteriormente mencionados es de un tipo de calificación de bajo amperaje.

En otra realización de la presente invención, la calificación de bajo amperaje tiene un valor máximo de 100A.

En aún otra realización de la presente invención, al menos uno de los interruptores anteriormente mencionados es del tipo que produce falla.

- 10 De acuerdo con otra realización de la presente invención los interruptores anteriormente mencionados están de acuerdo con los estándares IEC.

De acuerdo aún con otra realización de la presente invención el dieléctrico utilizado para los interruptores y el ruptor es uno de aire, ésteres, aceite mineral o de silicona dieléctrico sólido y SF6, o combinaciones de los mismos.

- 15 En una realización adicional de la presente invención, tanto el ruptor como los diferentes interruptores están ubicados en el mismo recipiente, con su correspondiente dieléctrico; y el recipiente está conectado, a través de al menos una ventila de presión ubicada cerca de o en la parte inferior del recipiente, a un subrecipiente. El al menos un transformador de distribución se puede ubicar dentro del recipiente.

- 20 De acuerdo a una realización adicional de la presente invención el recipiente está lleno con un fluido dieléctrico libre de oxígeno, y el subrecipiente está lleno con aire o con un gas libre de oxígeno y opcionalmente un material de absorción de calor. El gas libre de oxígeno puede ser nitrógeno.

- 25 De acuerdo con otra realización de la presente invención, el subrecipiente está provisto con al menos una ventila adicional que conecta el subrecipiente con un subrecipiente adicional, cada uno de los subrecipientes está lleno con un gas libre de oxígeno o de aire, y opcionalmente un material de absorción de calor. También, el subrecipiente adicional está construido para crear un laberinto de enfriamiento desde la al menos una ventila a al menos una ventila opcional, las ventilas operan en forma de cascada.

De acuerdo con una realización adicional de la presente invención, el ruptor está ubicado en su propio alojamiento, por fuera del recipiente, es del tipo retirable y está conectado a los interruptores anteriormente mencionados a través de un conjunto de seis bujes ruptores pasantes de alimentación.

- 30 En una realización adicional de la presente invención el recipiente se suministra con un conjunto de seis bujes para conexiones con terminales de entrada de tres fases los terminales de salida de tres fases de la línea de distribución de medio voltaje, un conjunto similar adicional de tres bujes para conexiones de cable con el ruptor y un conjunto de tres bujes para la conexión con terminales de voltaje medio de tres fases de el al menos un transformador de distribución.

- 35 Un ruptor retirable de medio voltaje del tipo utilizado en el aparato de distribución de las subestaciones de transformación para suministrar energía y protección a al menos un transformador de distribución comprende: un primer conjunto de tres bujes que corresponden y están eléctricamente conectados a los terminales de entrada de tres fases y a un segundo conjunto de tres bujes que corresponden y están eléctricamente conectados a terminales de salida de tres fases de la línea de distribución de medio voltaje, para conducir la corriente de carga principal de la línea de distribución de medio voltaje; un primer conjunto de tres bujes pasantes de alimentación que corresponden y están eléctricamente conectados en al primer conjunto de tres bujes eléctricamente conectados con los terminales de entrada de tres fases y un segundo conjunto de tres bujes pasantes de alimentación que corresponden y están eléctricamente conectados al segundo conjunto de tres bujes eléctricamente conectados a los terminales de salida de tres fases de la línea de distribución de voltaje medio, para conducir la corriente de carga de al menos un transformador de distribución.

- 45 De acuerdo con otra realización de la presente invención, la subestación de transformación como se establece en los párrafos previos comprende dispositivos de detección y de protección a base de microprocesador y de comunicación relevante, programación y medios de coordinación adaptados para operar el ruptor interasegurado con interruptores relativos para protección automática y seccionalización de línea de distribución de acuerdo con los datos recolectados y procesados de los dispositivos de detección y protección y suministrar protección a al menos un transformador de distribución.
- 50

De acuerdo con una realización adicional de la presente invención, los dispositivos de detección y protección comprenden dispositivos para detectar corriente, voltaje, presión, temperatura, luz, nivel de fluido dieléctrico y similar y están ubicados en al menos uno del recipiente y subrecipientes anteriormente mencionados y/o en al menos un transformador de distribución.

5 En una realización adicional de la presente invención, los medios de procesamiento del relé microprocesador del ruptor en cada ruptor respectivo está dispuesto, luego de la ocurrencia de una falla de sobrecorriente en el respectivo transformador de distribución para disparar la operación de abertura del ruptor respectivo y posteriormente operar automáticamente, durante el correspondiente intervalo de tiempo muerto y antes de la operación de recerrado primera y final del ruptor, el o los interruptores interasegurados relevantes en el respectivo
10 aparato de distribución de tal manera que el transformador de distribución se desconecte eléctricamente y aislado y/o luego de la ocurrencia de una falla de secuencia cero que es inferior en intensidad que un valor específico, definido por el operador de línea, para disparar la operación de abertura de el o los interruptores relevantes en los respectivos aparatos de distribución de tal manera que el transformador de distribución se desconecte eléctricamente y aisle, sin disparar ninguna operación de abertura del ruptor debido a la ocurrencia de una falla de
15 secuencia menor que un valor específico cero en el respectivo transformador de distribución.

Un objeto adicional de la presente invención es un sistema para o proteger, seccionalizar automáticamente y reconfigurar una línea de distribución de medio voltaje contra fallas eléctricas, en los cuales el sistema:

- para una falla eléctrica que genera cualquiera de $I_{>}$, $I_{>>}$, los N relés ruptores más el relé ruptor de la subestación de energía en la línea, N+1 relés en total, son considerados como agrupados en M grupos, $G_0, G_1, \dots, G_J, \dots, G_{M-1}$, cada uno de un respectivo número $NG_0, NG_1, \dots, NG_J, \dots, NG_{M-1}$ de relés consecutivos, $RL_0^i, RL_1^i, \dots, RL_J^i, \dots, RL_{NG_i-1}^i$, iniciando de e incluyendo el relé ruptor de la subestación de energía, y

los respectivos intervalos de tiempo de disparo para todos los respectivos relés ruptores en un grupo G_i dado con un valor dado de i están dispuestos para tener sustancialmente el mismo valor, y el intervalo de tiempo de disparo para cualquier relé ruptor en el grupo G_i está dispuesto para ser mayor que el intervalo de tiempo de disparo para cualquier relé ruptor en un grupo consecutivo G_{i+1} , la diferencia de los intervalos de tiempo de disparo de los grupos consecutivos se determina por el o los operadores de protección en la carga de la línea de distribución de voltaje medio;

el intervalo de tiempo muerto para cada relé RL_J^i , después de que el primer disparo del ruptor se dispone para tener sustancialmente el mismo valor para un valor dado del subíndice I_i y para ser menor que el intervalo de tiempo muerto para un relé consecutivo RL_{J+1}^i en el mismo grupo G_i , y el intervalo de tiempo muerto después del segundo disparo de ruptor y antes de la segunda operación de recerrado y antes de que la segunda operación de recerrado esté dispuesta para tener el mismo valor para todos los relés ruptores, la diferencia entre los intervalos de tiempo muerto de los consecutivos relés se determina por el o los operadores de protección a cargo de las líneas de distribución de medio voltaje;

en donde cada relé ruptor está configurado para asegurar su respectivo ruptor después de dos disparos siempre y cuando el intervalo de tiempo de recerrado correspondiente después del primer disparo de ruptor y el tiempo de disparo de grupo relevante muestre sustancialmente el mismo valor y/o el temporizador preprogramado de cada relé que es disparado por la primera operación de disparo y dispara el seguro del ruptor si el ruptor está abierto en el extremo del tiempo programado de los temporizadores, considerando las tolerancias especificadas, y el segundo intervalo de tiempo muerto antes de que la segunda operación de recerrado se disponga para tener sustancialmente el mismo valor para todos los relés ruptores;

para una falla eléctrica que genere una corriente I_0 de secuencia cero direccional, los N+1 relé de secuencia cero direccional del ruptor se consideran como $RL_0, \dots, RL_J, \dots, RL_N$, y el tiempo de disparo, para cualquier relé RL_j se dispone para tener un valor mayor que el tiempo de disparo para un relé consecutivo RL_{j+1} , la diferencia entre los tiempos de disparo de los relés consecutivos se determina por el o los operadores de protección a cargo de las líneas de distribución de medio voltaje, y los relés ruptores se configuran para asegurar los respectivos ruptores después de un disparo luego de la ocurrencia de la falla eléctrica que genere una corriente I_0 de secuencia cero direccional.

De acuerdo con otra realización de la presente invención, en el sistema para proteger automáticamente seccionalizando y reconfigurando una línea de distribución de medio voltaje contra fallas eléctricas:

para la falla eléctrica que genera cualquiera de $I_{>}$, $I_{>>}$, cada relé RL_i^i ruptor está dispuesto para tener un intervalo de tiempo de disparo igual a $t_{disparo_G_0} - i * \Delta_{OVdisparo}$, el $t_{disparo_G_0}$ siendo el tiempo de disparo para todos los relés ruptores RL_0^i en el grupo G_0 , el valor de i siendo el subíndice del grupo G_i al cual cada relé RL_j^i pertenece, y siendo $\Delta_{OVdisparo}$, siendo un incremento en el tiempo, el $t_{disparo_G_0}$ y $\Delta_{OVdisparo}$ se determina por el o los operadores de protección a cargo de la línea de distribución de medio voltaje;

un intervalo de tiempo muerto – contactos de ruptor abiertos – después de que el primer disparo de ruptor es iguala $t_d * (I + 1)$, el t_d es el intervalo de tiempo muerto del primer relé RL_0^I del ruptor de cada grupo G_1 y se determina por el o los operadores de protección a cargo de la línea de medio voltaje, y el valor de I siendo el subíndice del relé RL_1^I del ruptor, en cada grupo G_i , respectivo, para una falla eléctrica que genere una corriente I_0 de secuencia cero direccional, cada RL_j está dispuesto para tener un tiempo de disparo igual a $C * (N-j+1)$, en donde j es subíndice del relé RL_j del ruptor en cuestión, y $\Delta_{I_0 \text{disparo}}$ es el tiempo de disparo del relé RL_N del ruptor y se determina por el o los operadores de protección a cargo de la línea de distribución de medio voltaje.

En otra realización de la presente invención, el sistema anteriormente mencionado, los medios utilizados para programar los relés ruptores requeridos con entradas tales como definir los grupos $M_1, G_0, G_1, \dots, G_i, \dots, G_{M-1}$, los respectivos números $NG_0, NG_1, \dots, NG_i, \dots, NG_{M-1}$ de los relés consecutivos, $RL_0^I, RL_1^I, \dots, RL_i^I, \dots, RL_{NG}^I$, y, en cada grupo G_i , etc..., los parámetros tales como $T_{\text{disparo}}_{G_0}$, y $\Delta_{OV \text{disparo}}$, etc..., la bidireccionalidad y las lecturas del sensor y similares son los medios de procesamiento de tiempo y datos incluidos en cada uno de los relés ruptores.

Finalmente, de acuerdo con otra realización de la presente invención, los relés ruptores son relés ruptores basados en el microprocesador y los medios de procesamiento de tiempo y datos son microprocesadores incluidos en cada uno de los respectivos relés ruptores basados de microprocesador.

Descripción de los dibujos

Para un entendimiento más completo de la presente invención se hace referencia a la siguiente descripción en conjunto con los dibujos que la acompañan en los cuales:

La Figura 1 muestra el diagrama eléctrico de línea simple de una subestación de transformación convencional utilizada en redes de distribución de corriente de voltaje de medio;

La Figura 2 muestra una vista lateral de una subestación de transformación convencional que corresponde al diagrama eléctrico en la Figura 1;

La Figura 3 muestra un diagrama eléctrico de una subestación de transformación convencional mejorada utilizada en algunas redes de distribución de corriente de voltaje medio;

Las Figuras 4A, 4B, 5A, 5B, 6A, 6B, 7A, 7B, 8A, 8B, 9A y 9B muestran diagramas eléctricos de las respectivas realizaciones de la subestación de transformación de la presente invención;

La Figura 10 muestra un diagrama que ilustra las interconexiones eléctricas entre las subestaciones de transformación en una línea de distribución, de acuerdo con la presente invención;

La Figura 11 muestra una rama T-off (Y) de unas líneas de distribución de voltaje medio que utiliza las subestaciones de transformación de la presente invención;

Las Figuras 12A, 12B, 13A, 13B, 14A y 14B, muestran diagramas de realizaciones de la subestación de transformación de acuerdo con la presente invención, que ilustran diferentes disposiciones de los recipientes en este;

Las Figuras 15A y 15B muestran también, diagramas de realizaciones de la subestación de transformación, de acuerdo con la presente invención, que ilustra un ruptor retirable con un conjunto de disposición de buje de ruptor.

La Figura 16 muestra un diagrama que ilustra la disposición de las subestaciones de transformación en grupos con el fin de explicar el sistema de protección y seccionalización automática de la invención;

Las Figuras 17A y 17B muestran diagramas de tiempo para ilustrar la operación de la protección automática y el sistema de seccionalización después de una falla por sobrecorriente, $I_s, I_{<}$, de acuerdo con la presente invención; y

La figura 18 muestra diagramas de tiempo para ilustrar la operación del sistema de protección y seccionalización automático de la presente invención después de una falla I_0 de corriente de secuencia cero direccional.

Descripción detallada de la invención y realizaciones preferidas.

En la siguiente descripción detallada de la invención se suministrará en relación con las realizaciones preferidas de la misma.

La Figura 4A muestra un diagrama de línea simple de una subestación de transformación de acuerdo con una primera realización de la presente invención. La subestación de transformación comprende el ruptor 6 conectado en paralelo con el aparato de distribución que suministra energía al transformador 4 de distribución, a saber el interruptor 2 ruptor de carga de tres posiciones (a-OFF-b) y en serie con la línea de distribución, a saber entre los terminales de entrada y salida trifásicos 20 y 20'.

Como resultado, el flujo de energía principal (máximo 400A a 630A) de la línea de distribución es canalizado solamente a través del ruptor 6 mientras que la corriente de carga del transformador de distribución (usualmente 5A a 20A) fluye solamente a través del interruptor 2 ruptor de carga de tres posiciones (a-OFF-b), como una consecuencia una reducción significativa de los requisitos del ciclo de trabajo y los costes de este interruptor 2. Los interruptores 3 y 3' son simples interruptores de desconexión y de conexión a tierra. El interruptor 7'' de conexión a tierra se requiere solo si existe una longitud significativa de cable que conecta el transformador con el aparato de distribución para conectar a tierra la carga capacitiva de esta pieza de cable requerida en caso de trabajo de mantenimiento:

El ruptor 6 está conectado en serie con el ruptor principal de la línea de distribución ubicado en la subestación de energía HV/MV suministrando así una protección automática adicional en el dispositivo de seccionalización de línea en las líneas de distribución que tienen ambos ruptores en coordinación cercana el uno con el otro. Los sensores de corriente que monitorizan la conexión entre el transformador y el aparato de distribución suministrarán su entrada al relé basado en el microprocesador del ruptor y en caso de una falla el transformador dañado se desconectará y aislará al ubicarse automáticamente a través del mecanismo de interaseguramiento, el interruptor 2 de tres posiciones (a-OFF-b) en la posición OFF, con y sin la abertura de los contactos del ruptor 6 que dependen del tipo y tamaño de la falla.

La Figura 4B muestra una subestación de transformación de acuerdo con otra realización de la presente invención. Es similar a la subestación de transformación de la Figura 4A, excepto que un interruptor 2' ruptor de carga de tres posiciones y de conexión a tierra se instala entre el transformador y el interruptor 2 de tres posiciones (a-OFF-b), ruptor de carga y de conexión a tierra. Esta es una característica extra requerida por algunas empresas de servicio por razones de seguridad cuando se efectúa trabajo de mantenimiento.

En caso del uso de un ruptor de vacío, se requiere lograr el cumplimiento y requisito de algunas empresas de servicio eléctricas de establecer desconexión adicional en serie con las botellas de vacío del ruptor de vacío. Para este propósito se requiere la función adicional de la desconexión del ruptor de vacío, el cual crea un reto para cumplir el requisito de ensayo de arco interno específicamente sí, en lugar de utilizar SF6 o aire, se aplica la utilización de aceite mineral o de silicona o ésteres como dieléctricos.

La subestación de transformación de acuerdo con aún otra realización de la presente invención muestra una similar a la subestación de transformación de la Figura 4A, excepto que los interruptores 3 y 3' de conexión a tierra se eliminan y su función de desconexión se efectúa mediante un ruptor 6 retirable y dos interruptores 7, 7' adicionales de conexión a tierra simple agregados entre el interruptor 2 ruptor de tierra de tres posiciones y de conexión a tierra y los respectivos terminales del irruptor 6'.

La Figura 5B muestra aun otra realización de la subestación de transformación de la presente invención la cual es una variante de aquella ilustrada en la Figura 5A. En este caso, el interruptor 2' ruptor de carga de tres posiciones y de conexión a tierra se sustituye por el interruptor 7'' de conexión a tierra, manteniendo la función de conexión a tierra también como agregando una capacidad ruptora de carga para la línea de conexión de corriente de carga del transformador.

En la realización de la Figura 6A, el interruptor 2 ruptor de carga de tres posiciones (a-OFF-b) y conexión a tierra, y los dos interruptores 7 y 7' de conexión a tierra de la realización de la Figura 5B se han reemplazado mediante dos interruptores 2'' y 2''' ruptores de carga de tres posiciones y de conexión a tierra.

La Figura 6B representa una variación de la realización de la Figura 6A con un interruptor 2' ruptor de carga de tres posiciones y de conexión a tierra que es sustituido por el interruptor 7'' de conexión a tierra.

La Figura 7A es otra variación del diagrama de la Figura 6A donde la capacidad de desconectar suministrada por el ruptor 6 retirable, se logra, en lugar, de a través de un ruptor 6 no retirable y dos interruptores 10 y 10' de desconexión conectados a los respectivos terminales del ruptor 6 en serie con la línea de voltaje media. De manera similar a las Figuras 6A y 6B, en la Figura 7B el interruptor 7'' de conexión a tierra de la Figura 7A es reemplazado por el interruptor 2' ruptor de carga de tres posiciones y de conexión a tierra.

La Figura 8A muestra un diagrama de línea sencillo de otra realización similar a aquella de la Figura 7A pero con los dos interruptores 2'' y 2''' ruptores de carga de tres posiciones y de conexión a tierra siendo reemplazados por los respectivos interruptores 11 y 11' ruptores de carga de dos posiciones y los interruptores 19 y 10' de desconexión

reemplazados respectivamente por los interruptores 3 y 3' de desconexión y conexión a tierra. La diferencia de la Figura 8B y la Figura 8A es el uso de un interruptor 2' ruptor de carga de tres posiciones y de conexión a tierra en lugar del interruptor 7'' de conexión a tierra.

Con relación a las Figuras 9A y 9B se introdujo un tipo de interruptor 3A, 3A' diferente de aquellos utilizados en las figuras previas el cual toma el papel tanto de un interruptor de conexión a tierra de desconexión y un interruptor ruptor de carga. Estos son los interruptores 3A, 3A' de tipo hoja en B de tres posiciones, de desconexión de conexión a tierra y ruptor de carga que están conectados a los terminales 30 del transformador 4 de distribución y a los respectivos bujes del ruptor 6 como se muestra en las Figura 9A y 9B. Como los conjuntos de figuras previas, la diferencia entre la Figura 9A y la Figura 9B es el interruptor 2' ruptor de carga de tres posiciones, y de conexión a tierra que reemplaza el interruptor 7'' de conexión a tierra.

Como se apreciará por una persona experta en la técnica después de leer la descripción anterior relacionada con diferentes realizaciones del aparato de distribución y las interconexiones del ruptor 6, 6', la esencia de la invención es la conexión del ruptor 6, 6' en paralelo con al menos parte del aparato de distribución que le suministra al transformador corriente y en serie con la línea principal de la red de distribución que conduce la corriente de carga de la línea de distribución principal (400A-630A). Como se ilustró ampliamente en las realizaciones divulgadas, el aparato de distribución puede tomar cualquier configuración adecuada para el suministro de corriente (5A-60A) de carga del transformador y su protección según se requiere y es conocido por aquellos expertos en la técnica, siendo una configuración incluida dentro del alcance de la invención en tanto que el ruptor 6, 6' mantiene la conexión anterior y todos los interruptores se requieren para interrumpir solamente la corriente de carga del transformador.

La Figura 10 muestra una disposición en bucle clásica de las subestaciones de transformación interconectadas y uno de los ruptores aproximadamente en la mitad del bucle en la posición abierta (N.O.) y la Figura 11 muestra una rama T-off clásica (Y) de una línea de distribución de voltaje medio utilizando las subestaciones de transformación de la presente invención.

Ya que la subestación de transformación de acuerdo con la presente invención suministra tanto el transformador 4 de distribución como la protección de línea y la capacidad de seccionalización automática adicional de las líneas de distribución de voltaje medio, será fácilmente evidente que las subestaciones de transformación son directamente aplicables a cualquier línea de distribución de voltaje medio existente/configuración de red o disposición.

La Figura 12A ilustra una disposición de compartimiento de los recipientes G, G', G'' en una subestación de transformación de acuerdo con la invención. El recipiente G mantiene el aparato de distribución 2, 2', 2'', 2''', 3, 3', 3A, 3A', 7, 7', 7'', 10, 10', 11, 11' de la subestación de transformación, el ruptor 6 y un fluido (A) dieléctrico libre de oxígeno. También se puede ver que el recipiente G está ubicado en la parte superior del subcontenedor G' y se comunica con G a través de una o más válvulas B de alivio de presión ubicadas en el fondo del recipiente G adaptado para satisfacer los requisitos de ensayo de arco internos usuales. Así, las válvulas B de alivio, con un diámetro de por ejemplo 10-25 cm aunque son posibles otros tamaños, opera al inicio de un arco para facilitar la remoción instantánea del fluido A dieléctrico desde la senda del arco y la liberación de la presión, gases y el fluido a dieléctrico en el subrecipiente G'. Además, el o las válvulas de alivio de presión B' que operaran inmediatamente (en cascada) después de la operación de la válvula o válvulas B liberará los gases y el fluido A dieléctrico al segundo subrecipiente G'' en forma de laberinto, a través de una ventila o ventilas B'' de presión adicionales.

Ambos contenedores G' y G'' pueden ser llenados con un gas libre de oxígeno o aire dependiendo de los kilo amperios y la duración de los requisitos de ensayo del arco interno definido por el usuario final de la subestación de transformación. Opcionalmente, ellos pueden también mantener un material de absorción de calor para reducir la temperatura del gas por debajo del punto de autoignición en el momento en que los gases estén en contacto con el oxígeno. El recipiente G'' tiene un pasaje similar a un laberinto que fuerza los gases en zigzag en su camino a la parte superior donde una o unas válvulas B'' de presión final opcional se ubican y que liberan los gases a la atmosfera.

Las Figuras 13A, 14A y 15A muestran variantes de la Figura 12A pero con el ruptor 6 ubicado por fuera del recipiente G y conectado con el aparato de distribución ubicado dentro del recipiente G, en la Figura 13A por vía de conectores de conexión con cable regular y en la Figura 14A por vía de los bujes B' de conexión del ruptor retirable y similarmente en la Figura 15A con la diferencia de utilizar un ruptor con el doble conjunto de bujes, a saber un conjunto de bujes de conexión de ruptor regular en un lado para ser conectados al aparato de distribución ubicado dentro del recipiente y en el lado opuesto un buje D del tipo conexión con cable para conexión con los terminales 20 y 20' de cable de línea de distribución.

Las variantes de las Figuras 12A, 13A, 14A, y 15A se muestran respectivamente en las Figuras 12B, 13B, 14B y 15B con la misma disposición de las válvulas G, G', G'' de los recipientes, las ventilas, B, B', B'' y los dieléctricos A, C pero con el transformador 4 de distribución incluido en el recipiente G.

La Figura 16 muestra un ejemplo esquemático para ilustrar la configuración del sistema de la presente invención que incluye las subestaciones de transformación descritas anteriormente para una falla eléctrica que genera al menos una de las sobrecorrientes $I_{>}$ y $I_{>>}$. Generalmente, una línea de distribución de bucle o de voltaje medio donde se aplica el sistema que consiste de subestaciones de transformación N más una subestación de energía. Estas subestaciones de distribución N pueden comprender cualquiera de las subestaciones de la realización anterior o pueden comprender una subestación convencional como se muestra en la Figura 3, o una combinación de una cualquiera de estos tipos de subestaciones de distribución.

La configuración del sistema cuando ocurre una falla eléctrica por sobrecorriente comprende agrupar el ruptor N+1 con sus relés RL_i^1 que corresponden a las respectivas subestaciones de relé y transformaciones N+1. Los N+1 relé ruptores RL_i^1 están agrupados en grupos M $G_0...G_i...G_{M-1}$ de un número respectivo de relés consecutivos $NG_0, NG_1, ..., NG_i, ..., NG_{M-1}$, los relés en cada grupo G_i están designados también respectivamente $RL_0^i, RL_1^i, ..., RL_i^i, ..., RL_{NG_i}^i$, iniciando e incluyendo el relé ruptor de subestación de energía. Como se puede ver de lo anterior, el i en RL_i^1 indica el grupo G_i al cual el relé RL_i^1 pertenece mientras que el subíndice i indica la posición del relé, desde 0 hasta NG_{i-1} en un grupo G_i dado.

En la Figura 17A los diagramas de tiempo de las señales de disparo para los relés RL_0^0 a RL_3^0 se muestran cuando aparece una falla eléctrica de sobrecorriente entre el relé RL_3^0 y RL_4^0 en el grupo G_0 (esto es, entre la tercera y cuarta subestación de transformación en el grupo G_0 que inicia desde la subestación de energía que contiene el relé RL_0^0). La falla ocurre a tiempo con el disparo consecuente de los cuatro primeros ruptores operados por los relés respectivos $RL_0^0, RL_1^0, RL_2^0, RL_3^0$.

De manera similar, los diagramas de tiempo de las señales de disparo para los relés RL_0^1, RL_3^1 , en los grupos G_1 se muestran en la Figura 17B cuando aparece una falla eléctrica de sobrecorriente entre el relé RL_3^1 y RL_4^1 . Como se puede ver en los diagramas de tiempo en las Figuras 17a y 17b, el tiempo de disparo, el trip_time y el trip_time_1, respectivamente, es el mismo para cada relé ruptor RL_i^1 en un grupo G_i dado, mientras que el tiempo de disparo para todos los relé en el G_0 , trip_time es mayor que el tiempo de disparo para todos los relés en el G_1 , trip_time_1, es decir un intervalo de tiempo de disparo igual a $t_{disparo_G_0} + \Delta_{Ovdiparo}$, dicho $t_{disparo_G_0}$ es el tiempo de disparo para todos los relé ruptores RL_i^0 del grupo G_0 , dicho valor de i es el subíndice del grupo G_i al cual dicho cada relé ruptor RL_i^1 pertenece, ha dicho $\Delta_{Ovdiparo}$ es un incremento de tiempo, dicho $T_{disparo_G_0}$ y $\Delta_{Ovdiparo}$ que se predetermina y un intervalo de tiempo muerto – contactos de ruptor abierto – después del primer disparo del ruptor es igual $t_d * (i + 1)$, dicho t_d es el intervalo de tiempo muerto del primer relé ductor RL_0^i de cada grupo G_i y siendo predeterminado, y dicho valor de i siendo el subíndice del relé ruptor RL_i^1 , en cada grupo G_i respectivo. La diferencia entre estos tiempos de disparo específicos de grupo se puede predeterminar, por ejemplo establecido por el o los operadores a cargo del sistema o por un dispositivo automático programado de acuerdo con las condiciones operativas.

Una vez que ocurre una falla eléctrica por sobrecorriente entre RL_3^0 y RL_4^0 , todos los cuatro relés $RL_0^0, RL_1^0, RL_2^0, RL_3^0$, dispararán sus respectivos ruptores después de un intervalo de tiempo trip_time. Al hacer el tiempo muerto de cada relé ruptor, dead_time_0, dead_time_1, dead_time_2, dead_time_3, respectivamente, más largo que el respectivo relé ruptor es más cercano al punto de falla de sobrecorriente, un cierre secuencial de los ruptores se logra como se muestra en la Figura 17A. Se puede ver que para el relé que es más cercano al punto de falla (aquí RL_3^0) el tiempo de disparo (trip_time) es sustancialmente igual a los tiempos de recierre, (reclos_time-3) en la segunda operación de disparo (t_1). Se puede programar una condición en los microprocesadores de relé de que cuando el tiempo de recerrado de un relé dado igual a sustancialmente al tiempo de disparo del mismo, el ruptor 6 correspondiente asegura el suministro de una seccionalización y reconfiguración automática de la red o bucle de distribución de voltaje medio. Un otro método es un temporizador preprogramado de cada relé que es disparado por la primera operación de disparo y dispara el seguro del ruptor si el ruptor está abierto en el extremo del tiempo programado de los temporizadores, el término "sustancialmente" significa aquí que el disparo y los tiempos de recierre pueden ser diferentes considerando las tolerancias especificadas para cada dispositivo y sus respectivos tiempos, que serán fácilmente tomados en cuenta por la persona experta en la técnica. De manera similar, la programación del agrupamiento anteriormente mencionado y la operación secuencial es una práctica normal en el campo de las redes de distribución de voltaje medio suministradas o provistas con relés ruptores a base de microprocesador.

Con relación a la Figura 17B, una operación similar de relés que aquella que se muestra en la Figura 17A se puede ver pero con un tiempo de disparo trip_time_1 para G_1 menor que el tiempo de disparo trip_time para G_0 . Aquí, una falla eléctrica de sobrecorriente que ocurre entre RL_3^1 y RL_4^1 en el momento t_{01} se ilustra, es decir cada RL_i está dispuesto para tener un tiempo de disparo igual a $A_{10disparo} * (N - j + 1)$, en donde j es el subíndice del relé ruptor RL_j en cuestión y $A_{10disparo}$ es el tiempo de disparo del relé RL_N ruptor y predeterminado. Un razonamiento similar que aquel utilizado para la Figura 17A anterior se puede aplicar aquí.

La Figura 18 muestra un ejemplo esquemático para ilustrar la configuración del sistema de la presente invención que incluye las subestaciones de transformación divulgadas anteriormente para una falla eléctrica que genera una corriente I_0 de secuencia cero direccional. La Figura también muestra los diagramas de tiempo para todos los relés $RL_0, ..., RL_j, ..., RL_N$ interconectados en la línea a través de las subestaciones de transformación respectivas. En este

caso, los relés $N + 1$ son considerados como $RL_0, \dots, RL_j, \dots, RL_N$ sin un agrupamiento de estos que es necesario. El tiempo de disparo para cada RL_j conectado en línea será $DZSC_trip_time_j$, de tal manera que el $DZSC_trip_time_j > DZSC_trip_time_(j + 1)$ como se muestra en la figura. Una formula fácilmente programable son los usuales medios de procesamiento incluidos en un relé ruptor sería suministrada por $\Delta t_{disparo} \cdot (N - j + 1)$, con $\Delta t_{disparo}$ siendo el tiempo de disparo para el relé RL_N , y j siendo la posición o el subíndice del correspondiente relé RL_j como se divulgó en la reivindicación específica que la acompaña. Por supuesto, cualquier otra fórmula o algoritmo o secuencia se puede programar o ingresar en los medios de procesamiento correspondientes del relé ruptor relativo que suministra las condiciones de operación tal como se especifica en la reivindicación correspondiente. Como se puede ver, la esencia de este aspecto de la invención es la disminución del tiempo de disparo del relé ruptor en la medida en que la distancia del relé respectivo a la subestación de energía se incrementa.

Aunque las realizaciones de la presente invención se han ilustrado en los dibujos que la acompañan y se describe en la descripción detallada anterior, se entenderá que la invención no está limitada a las realizaciones divulgadas, pero es capaz de numerosas modificaciones sin apartasen del alcance de la invención tal como se establece en las reivindicaciones siguientes.

REIVINDICACIONES

1. Una subestación de transformación, que transforma energía eléctrica de un voltaje medio a un voltaje bajo, conectada en serie en una línea de distribución eléctrica de tres fases de voltaje medio entre los terminales (20, 20') de entrada de tres fases y los terminales (20', 20) de salida de tres fases de dicha línea de distribución, dicha subestación de transformación comprende:
5 al menos un transformador (4) de distribución que comprende los terminales (30) de voltaje medio de tres fases para transformar energía eléctrica desde un voltaje medio a un voltaje bajo;
al menos un panel (5) de distribución de voltaje bajo para distribuir dicha energía eléctrica transformada;
10 un aparato de distribución de voltaje medio conectado eléctricamente a dichos terminales de voltaje medio de tres fases, (30) de dicho al menos un transformador (4) de distribución y a dichos terminales (20, 20' de entrada de tres fases) y dichos terminales (20', 20) de salida de tres fases de dicha línea de distribución de voltaje medio, para suministrar energía eléctrica y protección a dicho al menos un transformador (4) de distribución,
15 caracterizado por que dicha subestación de transformación comprende además un ruptor (6) de voltaje medio eléctricamente conectado en paralelo a través de los terminales de al menos parte de dicho aparato de distribución de voltaje medio, y dicho ruptor (6) también esta eléctricamente conectado en serie con dicha línea de distribución eléctrica de voltaje medio entre dichos terminales (20, 20') de entrada de tres fases y dichos terminales (20', 20) de salida de tres fases de dicha línea de distribución, en donde dicho ruptor (6) de voltaje medio esta interasegurado con dicho aparato de distribución de voltaje medio o manualmente y/o eléctricamente y/o automáticamente
2. Una subestación de transformación de acuerdo a la reivindicación 1, caracterizado por que dicho al menos parte de dicho aparato de distribución de voltaje medio comprende:
20 Un interruptor (2) ruptor de carga de tres posiciones (a-OFF-b), dicho interruptor (2) ruptor de carga de tres posiciones (a-OFF-b) comprende un conjunto de tres contactos (c) móviles eléctricamente conectados a dichos terminales (30) de voltaje medio de tres fases de dicho al menos un transformador (4) de distribución, un primer conjunto de tres contactos (a) estacionarios conectados a un primer conjunto de tres bujes de dicho ruptor (6) y un
25 segundo conjunto de tres contactos (b) estacionarios eléctricamente conectados a un segundo conjunto de tres bujes de dicho ruptor 6.
3. Una subestación de transformación de acuerdo a la reivindicación 2, caracterizado por que dicho aparato de distribución de voltaje medio comprende además:
30 Un primer interruptor (3) de desconexión sin carga de tres posiciones y de conexión a tierra, dicho primer interruptor (3) de desconexión sin carga de tres posiciones y de conexión a tierra tiene un primer conjunto de tres contactos estacionarios conectados a dicho primer conjunto de tres contactos (a) estacionarios de dicho interruptor (2) ruptor de carga de tres posiciones (a-OFF-b), un conjunto de conexión a tierra de tres contactos estacionarios eléctricamente conectados a tierra, y un conjunto de tres contactos móviles eléctricamente conectados a dichos
35 terminales (20, 20') de entrada de tres fases de dicha línea de distribución, y un segundo interruptor (3') de desconexión sin carga de tres posiciones y de conexión a tierra, dicho segundo interruptor (3) de desconexión sin carga de tres posiciones y de conexión a tierra tiene un primer conjunto de tres contactos estacionarios conectados a dicho segundo conjunto de contactos (a) estacionarios de dicho interruptor (2) ruptor de carga de tres posiciones (a-OFF-b), un conjunto de conexión a tierra de tres contactos estacionarios eléctricamente conectados a tierra, y un
40 conjunto de tres contactos móviles eléctricamente conectados a dichos terminales (20', 20) de salida de tres fases de dicha línea de distribución.
4. Una subestación de transformación de acuerdo a la reivindicación 2, caracterizado por que dicho aparato de distribución de voltaje medio comprende además:
45 Dos interruptores (7, 7') de conexión a tierra, cada uno de dichos dos interruptores (7, 7') de conexión a tierra respectivamente eléctricamente conectados a dichos dos conjuntos (a, b) de tres contactos estacionarios de dicho interruptor (2) ruptor de carga de tres posiciones (a-OFF-b).
5. Una subestación de transformación de acuerdo a la reivindicación 4, caracterizado por que dicho aparato de distribución de voltaje medio comprende además:
50 Un interruptor (7'') de conexión a tierra, dicho interruptor (7'') de conexión a tierra eléctricamente conectado a dicho conjunto de tres contactos (c) móviles de dicho interruptor (2) ruptor de carga de tres posiciones (a-OFF-b) que están eléctricamente conectados a dichos terminales (30) de voltaje medio de tres fases de dicho al menos un transformador (4) de distribución.

6. Una subestación de transformación de acuerdo a la reivindicación 4, caracterizado por que dicho aparato de distribución de voltaje medio comprende además:

Un interruptor (2'') ruptor de voltaje de tres posiciones adicional, dicho interruptor (2'') ruptor de voltaje de tres posiciones adicional esta eléctricamente conectado entre dichos terminales (30') de voltaje medio de tres fases de dicho al menos un transformador (4) de distribución y dicho interruptor (2) ruptor de carga de tres posiciones (a-OFF-b), dicho interruptor (2) ruptor de carga de tres oposiciones adicional comprende un primer conjunto de tres contactos estacionarios eléctricamente conectados a tierra, un segundo conjunto de tres contactos estacionarios conectados a dicho conjunto de tres contactos (c) móviles de dicho interruptor (2) ruptor de carga de tres posiciones (a-OFF-b), y un conjunto de tres contactos móviles esta eléctricamente conectado a dichos terminales (30) de voltaje medio de tres fases de dicho al menos un transformador (4) de distribución.

7. Una subestación de transformación de acuerdo a la reivindicación 1, caracterizado por que dicho al menos parte de dicho aparato de distribución de voltaje medio comprende:

Primeros y segundos interruptores (2'', 2''') ruptor de carga de tres posiciones y de conexión a tierra eléctricamente conectados entre dichas terminales (30) de voltaje medio de tres fases de dicho al menos un transformador (4) de distribución y dicho ruptor (6) de voltaje medio de tal manera que el primer conjunto de contactos estacionarios de dicho primer interruptor (2'') ruptor de carga de tres posiciones y de conexión a tierra esta eléctricamente conectado a dichos terminales (30) de voltaje medio de tres fases de dicho al menos un transformador (4) de distribución, un segundo conjunto de contactos estacionarios de dicho primer interruptor (2'') ruptor de carga de tres posiciones y conexión a tierra esta eléctricamente conectado a tierra y un conjunto móvil de tres contactos estacionarios de dicho primer interruptor (2'') ruptor de carga de tres posiciones y de conexión a tierra está conectado a un primer conjunto de tres bujes de dicho ruptor (6) que están eléctricamente conectados de manera directa a dichos terminales (20, 20') de entrada de tres fases de dicha línea de distribución, un primer conjunto de tres contactos estacionarios de dicho segundo ruptor de carga de tres posiciones y el interruptor (2''') de conexión a tierra esta eléctricamente conectado a dichos terminales (30) de voltaje medio de tres fases de dicho al menos un transformador (4) de distribución, un segundo conjunto de tres contactos estacionarios de dicho segundo interruptor (2''') ruptor de carga de tres posiciones y de conexión a tierra está eléctricamente conectado a tierra y un conjunto móvil de tres contactos estacionarios de dicho segundo interruptor (2''') ruptor de carga de tres posiciones y de conexión a tierra está conectado al segundo conjunto de tres bujes de dicho ruptor (6) que esta eléctricamente conectado de manera directa a uno de dichos terminales (20', 20) de salida de tres fases de dicha línea de distribución ellos están interasegurados de tal manera que cuando el uno está en posición abierta (N.O.) el otro está en la cerrada (N.C.) y viceversa.

8. Una subestación de transformación de acuerdo a la reivindicación 7, caracterizado por que dicho al menos un aparato de distribución de voltaje medio comprende además:

Un interruptor (7'') de conexión a tierra está eléctricamente conectado a dicho primer conjunto de tres contactos estacionarios de dicho primero y segundo interruptores (2'', 2''') ruptor de carga de tres posiciones y de conexión a tierra que están eléctricamente conectados a dichos terminales (30) de voltaje medio de tres fases de dicho al menos un transformador (4) de distribución.

9. Una subestación de transformación de acuerdo a la reivindicación 7, caracterizado por que dicho al menos parte de dicho aparato de distribución de voltaje medio comprende además:

Un interruptor (2'') de conexión a tierra, dicho interruptor (2'') de conexión a tierra está eléctricamente conectado entre los terminales (30) de voltaje medio de tres fases de dicho al menos un transformador (4) de distribución y dicho primer y segundo interruptores (2'', 2''') ruptor de voltaje de tres posiciones y de conexión a tierra, de tal manera que uno de los conjuntos de contactos estacionarios de dicho interruptor (2') de conexión a tierra está eléctricamente conectado a tierra, otro conjunto de tres contactos estacionarios de dicho interruptor (2') de tierra esta eléctricamente conectado a los respectivos primeros conjuntos de contactos estacionarios de los primeros y segundos interruptores (2'', 2''') ruptores de carga de tres posiciones y de conexión a tierra que están respectivamente eléctricamente conectados el uno al otro, y un conjunto de tres contactos móviles de dicho interruptor (2') de conexión a tierra están eléctricamente conectados a dichos terminales (30) de voltaje medio de tres fases de dicho al menos un transformador (4) de distribución.

10. Una subestación de transformación de acuerdo a la reivindicación 8 o 9, caracterizado por que dicho aparato de distribución de voltaje medio comprende además:

Dos interruptores (10, 10') de desconexión, dichos dos interruptores (10, 10') de desconexión están eléctricamente conectados de tal manera que el primer conjunto de tres contactos de un primer interruptor (10) de desconexión esta eléctricamente conectado tanto al primer conjunto de tres bujes de dicho ruptor (6) y a un conjunto de tres contactos móviles de dicho primer interruptor (2'') ruptor de voltaje de tres posiciones y de conexión a tierra, y un segundo

conjunto de contactos de dicho primer interruptor (10) de desconexión está eléctricamente conectado a dichos terminales (20, 20') de entrada de tres fases de dicha línea de distribución, y el primer conjunto de tres contactos y un segundo interruptor (10') de desconexión esta eléctricamente conectado tanto al segundo conjunto de tres bujes de dicho ruptor (6) como al conjunto de tres contactos móviles de dicho segundo interruptor (2'') ruptor de carga de tres posiciones y de conexión a tierra, y un segundo conjunto de contactos de dicho segundo interruptor (10') de desconexión está eléctricamente conectado a dichos terminales (20', 20) de salida de tres fases de la línea de distribución.

11. Una subestación de transformación de acuerdo a la reivindicación 1, caracterizado por que dicho aparato de distribución de voltaje medio comprende:

Primeros y segundos interruptores (11, 11') ruptores de voltaje de dos posiciones eléctricamente conectados entre dichos terminales (30) de volate medio de tres fases de dicho al menos un transformador (4) de distribución y dicho ruptor (6) de voltaje medio, un primer conjunto de tres contactos estacionarios de dicho primer interruptor (11) ruptor de carga de dos posiciones esta eléctricamente conectado a dichos terminales (30) de voltaje medio de tres fases de dicho al menos un transformador (4) de distribución y un segundo conjunto de tres contactos móviles de dicho primer interruptor (11) ruptor de carga de dos posiciones está eléctricamente conectado a un primer conjunto de tres bujes de dicho ruptor (6) y un primer conjunto de tres contactos estacionarios de dicho segundo interruptor (11') ruptor de carga de dos posiciones está eléctricamente conectado a dichos terminales (30) de voltaje medio de tres fases de dicho al menos un transformador (4) de distribución y el segundo conjunto de tres contactos móviles de dicho segundo interruptor (11') ruptor de carga de dos posiciones está eléctricamente conectado al segundo conjunto de tres bujes de dicho ruptor (6);

Primeros y segundos interruptores (3, 3') de desconexión sin carga de tres posiciones y de conexión a tierra (3, 3') están eléctricamente conectados de tal manera que el conjunto de conexión a tierra de los tres contactos estacionarios de dicho interruptor (3) de desconexión sin carga de tres posiciones y de conexión a tierra está eléctricamente conectado a tierra, el otro conjunto de tres contactos estacionarios de dicho interruptor (3) está eléctricamente conectado tanto al primer conjunto de tres bujes de dicho ruptor (6) y el segundo conjunto de tres contactos móviles de dicho primer interruptor (11) ruptor de carga de dos posiciones y un conjunto de tres contactos móviles de dicho primer interruptor (3) de desconexión sin carga de tres posiciones y de conexión a tierra está conectado a dichos terminales (20, 20') de entrada de tres fases de dicha línea de distribución y el conjunto de conexión a tierra de tres contactos estacionarios de dicho segundo interruptor (3') de desconexión sin carga de tres posiciones y de conexión a tierra esta eléctricamente conectado a tierra, el otro conjunto de tres contactos estacionarios del interruptor (3') está eléctricamente conectado tanto al segundo conjunto de tres bujes de dicho ruptor (6) como al segundo conjunto de tres contactos móviles de dicho segundo ruptor (11') de carga de dos posiciones y el conjunto de tres contactos móviles de dicho segundo interruptor (3') de desconexión sin carga de tres posiciones y de conexión a tierra está conectado a dichos terminales (20', 20) de salida de tres fases de dicha línea de distribución.

12. Una subestación de transformación de acuerdo a la reivindicación 11, caracterizado por que dicho aparato de distribución de voltaje medio comprende además:

un interruptor (7'') de conexión a tierra, dicho interruptor (7'') de conexión a tierra eléctricamente conectado a dicho primer conjunto de tres contactos estacionarios de dichos primeros y segundos interruptores (11, 11') ruptores de carga de dos posiciones que están eléctricamente conectados a dichos terminales (30) de voltaje medio de tres fases de dicho al menos un transformador (4) de distribución.

13. Una subestación de transformación de acuerdo a la reivindicación 11, caracterizado por que dicho aparato de distribución de voltaje medio comprende además:

Un interruptor (2') ruptor de carga de tres posiciones y de conexión a tierra, dicho interruptor (2') ruptor de carga de tres posiciones y de conexión a tierra está eléctricamente conectado entre el transformador (4) de distribución y los interruptores (11, 11') ruptores de carga, de tal manera que el conjunto de los tres contactos estacionarios de dicho interruptor (2') de carga de tres posiciones está eléctricamente conectado a tierra, otro conjunto de tres contactos estacionarios de dicho interruptor (2') ruptor y de conexión a tierra esta eléctricamente conectado a dos conjuntos respectivos de tres contactos estacionarios de dichos primeros y segundos interruptores (11, 11') ruptores de carga de dos posiciones, que están respectivamente conectados eléctricamente uno al otro, y el conjunto de tres contactos móviles de dicho interruptor (2') ruptor de carga de tres posiciones y de conexión a tierra está eléctricamente conectado a dichos terminales (30) de voltaje medio de tres fases de dicho al menos un transformador (4) de distribución.

14. Una subestación de transformación de acuerdo a la reivindicación 1, caracterizado por que dicho aparato de distribución de voltaje medio comprende:

- Un interruptor 3A , tipo hoja en V, de tres posiciones, de desconexión, de conexión a tierra y ruptor de carga con su conjunto de tres contactos móviles eléctricamente conectado a dichos terminales (20, 20') de entrada de tres fases de dicha línea de distribución, un primer conjunto de tres contactos estacionarios con capacidad ruptora de carga de corriente del transformador eléctricamente conectado a dicho conjunto de terminales (30) de voltaje medio de tres fases de dicho al menos un transformador (4) de distribución, un segundo conjunto de tres contactos estacionarios eléctricamente conectado al primer conjunto de los tres bujes de dicho ruptor (6), y el tercer conjunto de conexión a tierra de tres contactos estacionarios eléctricamente conectados a tierra,
- Un interruptor (3A') tipo hoja en V, de tres posiciones, de desconexión, de conexión a tierra y ruptor de carga adicional con su conjunto de tres contactos móviles eléctricamente conectados a dicho conjunto de terminales (20', 20) de salida de tres fases a dicha línea de distribución, un primer conjunto de tres contactos estacionarios con capacidad ruptora de carga de corriente del transformador eléctricamente conectado a dicho conjunto de terminales (30) de voltaje medio de tres fases de dicho al menos un transformador (4) de distribución, un segundo conjunto de tres contactos estacionarios eléctricamente conectados a un segundo conjunto de bujes del ruptor (6) de vacío, y el tercer conjunto de conexión a tierra de sus contactos estacionarios eléctricamente conectados a tierra.
15. Una subestación de transformación de acuerdo a la reivindicación 14, caracterizada por que dicho aparato de distribución de voltaje medio comprende además:
- Un interruptor (7'') de conexión a tierra eléctricamente conectado a dichos terminales (30) de voltaje medio de tres fases de dicho al menos un transformador (4) de distribución.
16. Una subestación de transformación de acuerdo a la reivindicación 14, caracterizada por que dicho aparato de distribución de voltaje medio comprende además:
- Un interruptor (2') ruptor de carga y de conexión a tierra, dicho interruptor (2') ruptor de carga y de conexión a tierra está eléctricamente conectado entre dichos terminales (30) de voltaje medio de tres fases de dicho al menos un transformador (4) de distribución y dichos primeros y segundos interruptores (3A, 3A') del tipo hoja en V, de tres posiciones, de desconexión, de conexión a tierra y ruptor de carga, de tal manera que un conjunto de tres contactos estacionarios de dicho interruptor (2') esta eléctricamente conectado a tierra, otro conjunto de tres contactos estacionarios de dicho interruptor (2') está eléctricamente conectado a los respectivos conjuntos de hojas ruptoras de carga estacionarias de los interruptores (3A, 3A') tipo hoja en V, de tres posiciones, de desconexión, de conexión a tierra y ruptor de carga que están respectivamente eléctricamente conectados el uno al otro, y el conjunto de tres contactos móviles de dicho interruptor (2') está conectado a dichos terminales (30) de voltaje medio de tres fases de dicho al menos un transformador (4) de distribución.
17. Una subestación de transformación de acuerdo a una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizada por que dicho ruptor (6) de voltaje medio es un ruptor (6') de voltaje medio retirable, los bujes de dicho ruptor (6) retirable están directamente conectados de manera eléctrica a dichas terminales (20, 20') de entrada de tres fases y dichos terminales (20', 20) de salida de tres fases respectivamente de dicha línea de distribución.
18. Una subestación de transformación de acuerdo a una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 17, caracterizada por que al menos uno de los interruptores (2, 2', 2'', 2''', 7, 7', 7'', 11, 11') de dicho aparato de distribución de voltaje medio es del tipo de voltaje medio.
19. Una subestación de transformación de acuerdo a una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 18, caracterizado por que al menos uno de los interruptores (2, 2', 2'', 2''', 7, 7', 7'', 11, 11') de dicho aparato de distribución de voltaje medio es del tipo que produce falla.
20. Una subestación de transformación de acuerdo a una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 19, caracterizado por que los interruptores (2, 2', 2'', 2''', 3, 3', 3A, 3A', 7, 7', 7'', 10, 10', 11, 11') de dicho aparato de distribución de voltaje medio están de acuerdo con los estándares IEC.
21. Una subestación de transformación de acuerdo a una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que el dieléctrico utilizado para dichos interruptores (2, 2', 2'', 2''', 3, 3', 3A, 3A', 7, 7', 7'', 10, 10', 11, 11') de dicho aparato de distribución de voltaje medio y dicho ruptor (6) es un dieléctrico de aire, ésteres, aceite mineral o de silicona, dieléctrico sólido y SF6, o combinaciones de los mismos .
22. Una subestación de transformación de acuerdo a una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que tanto dicho ruptor (6) como dichos diferentes interruptores (2, 2', 2'', 2''', 3, 3', 3A, 3A', 7, 7', 7'', 10, 10', 11, 11') de dicho aparato de distribución de voltaje medio están ubicados en el mismo recipiente (G) con su correspondiente dieléctrico, dicho recipiente (G) está conectado, a través de al menos una ventila (B) de presión ubicada cerca de o en el fondo de dicho recipiente (G), en un subrecipiente (G').

23. Una subestación de transformación de acuerdo a la reivindicación 22, caracterizado por que al menos un transformador (4) de distribución se ubica dentro de dicho recipiente (G).
24. Una subestación de transformación de acuerdo a una cualquiera de las reivindicaciones 22 y 23, caracterizado por que dicho recipiente (G) es llenado con un fluido (A) dieléctrico libre de oxígeno, y dicho subrecipiente (G') está
5 lleno con aire o con un gas libre de oxígeno y opcionalmente un material (C) de absorción de calor.
25. Una subestación de transformación de acuerdo a la reivindicación 24 caracterizado porque dicho gas libre de oxígeno es nitrógeno.
26. Una subestación de transformación de acuerdo a una cualquiera de las reivindicaciones 21 a 25, caracterizado por que dicho subrecipiente (G') se suministra con al menos una ventila (B') adicional que conecta el subrecipiente (G') con un subrecipiente (G'') adicional, cada uno de dichos subrecipientes y dicho subrecipiente (G', G'') adicional
10 está lleno con un gas libre de oxígeno o aire, y opcionalmente un material (C) de absorción de calor, y dicho subrecipiente adicional (G'') está construido para crear un laberinto de enfriamiento desde dicha al menos una ventila (B') de presión a al menos una ventila (B') de presión adicional, dichas ventilas de presión (B, B') operan a manera de cascada.
27. Una subestación de transformación de acuerdo a una cualquiera de las reivindicaciones 21 a 26, caracterizado porque el ruptor (6) está ubicado en su propio habitáculo, por fuera de dicho recipiente (G) es del tipo retirable y está conectado a una pluralidad de interruptores (2, 2', 2'', 2''', 3, 3', 7, 7', 7'', 3A, 3A', 10, 10', 11, 11') de dicho aparato de distribución de voltaje medio a través de un conjunto de (6) bujes (D') ruptores pasantes de alimentación.
28. Una subestación de transformación de acuerdo a la reivindicación 27, caracterizada por que dicho recipiente (G) se suministra con un conjunto de (6) bujes (D) para conexiones con dicho terminal (20, o 20') de entrada de tres fases y dicho terminal (20', 20) de salida de tres fases de dicha línea de distribución de voltaje medio, un conjunto similar adicional de tres bujes (D) para las conexiones de cable con dicho ruptor (6) y un conjunto de tres bujes (D'') para la conexión con dichos terminales (30) de voltaje medio de tres fases de dicho al menos un transformador (4) de distribución.
29. Una subestación de transformación de acuerdo a una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que comprende dispositivos de detección y protección basados en microprocesador y comunicación relevante, medios de programación y coordinación adaptados para operar dicho ruptor (6) interasegurado con los interruptores (2, 2', 2'', 2''', 3, 3', 7, 7', 7'', 3A, 3A', 10, 10', 11, 11') relativos de dicho aparato de distribución de voltaje medio para proteger y seccionar automáticamente dicha línea de distribución de
25 acuerdo con los datos recolectados y procesados de dichos dispositivos de detección y protección y suministrar protección a dicho al menos un transformador de distribución.
30. Una subestación de transformación de acuerdo a la reivindicación 29, caracterizado por que dichos dispositivos de detección y protección comprenden dispositivos para detectar corriente, voltaje, presión, temperatura, luz, nivel de fluido dieléctrico y similares y están ubicados en al menos uno de los recipientes (G, G', G'') y/o en dicho al
30 menos un tanque del transformador (4) de distribución.
31. Una subestación de transformación de acuerdo a la una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que los medios de procesamiento del relé basado en microprocesador ruptor del respectivo ruptor (6) está dispuesto, luego de ocurrencia de una falla por sobrecorriente en el respectivo transformador (4) de distribución para disparar la operación de abertura de dicho ruptor (6) respectivo y posteriormente operar automáticamente, durante el correspondiente intervalo de tiempo muerto y antes de la primera y final operación de recerrado de dicho ruptor (6), el o los interruptores interasegurados relevantes en el respectivo aparato de distribución de tal manera que dicho transformador (4) de distribución se desconecta eléctricamente y se aísla y/o
40 luego de la ocurrencia de una falla de secuencia cero que es inferior en intensidad a un valor específico, definido por el operador de línea, para disparar la operación de abertura de él o los interruptores relevantes en el respectivo aparato de distribución de tal manera que el transformador (4) de distribución se desconecta y aísla eléctricamente, sin disparar ninguna operación de abertura del ruptor debido a la ocurrencia de una falla de secuencia cero con valor menor que uno específico en el respectivo transformador de distribución.
32. Un sistema para proteger, seccionar automáticamente y reconfigurar una línea de distribución de voltaje medio contra fallas eléctricas, dicha línea de distribución de voltaje medio conectada a una pluralidad de subestaciones de transformación de acuerdo a una cualquiera de las reivindicaciones precedentes que está interconectada en serie con una pluralidad de ruptores N para la seccionalización de la línea automática y que tiene respectivos relés basados en microprocesador de sobrecorriente y/o relés ductores direccionales de corriente de secuencia cero respectivos adicionales con sus correspondientes medios de procesamiento de detección, tiempo y datos, en donde dichas fallas eléctricas originan una de al menos dos sobrecorrientes $I_{>}$, $I_{>>}$ y/o una corriente I_0 de
50 secuencia cero direccional, caracterizada por que

- para una falla eléctrica que genera cualquiera de dichos al menos dos sobrecorrientes $I >$, $I >>$, el relé ruptor N de la subestación de energía, los N+ 1 relés en total, son considerados como agrupados en M grupos, $G_0, G_1, \dots G_j, \dots G_{M-1}$, cada uno de un número respectivo, $NG_0, NG_1, \dots NG_j, \dots NG_{M-1}$ de los relés consecutivos, $RL_0^i, RL_1^i, \dots RL_i^i, \dots RL_{NG_i-1}^i$, que inicia desde y que incluye un relé ruptor de subestación de energía, y los respectivos intervalos de tiempo de disparo para todos los respectivos relés ruptores en un grupo G_i dado con un valor dado de i están dispuestos para tener sustancialmente el mismo valor, y el intervalo de tiempo de disparo para cualquier relé ruptor en el grupo G_i está dispuesto para ser mayor que el intervalo de tiempo de disparo para cualquier relé ruptor en un grupo G_{j+1} consecutivo, la diferencia entre los intervalos de tiempo de disparo de los grupos consecutivos es predeterminada;
- 5 El intervalo de tiempo muerto para relé RL_i^i después de que dicho primer disparo de ruptor se dispone para tener sustancialmente el mismo valor para un valor dado de subíndice i, y para ser menor que el intervalo de tiempo muerto para un relé consecutivo RL_{i+1}^i en el mismo grupo G_i , y el intervalo de tiempo muerto después del segundo disparo de ruptor y antes de que la segunda operación de recerrado esté dispuesta para tener el mismo valor para todos los relés ruptores, la diferencia entre los intervalos de tiempo muerto y los relés consecutivos es predeterminada;
- 10 En donde cada relé ruptor se configura para asegurar su respectivo ruptor después de dos disparos siempre y cuando el respectivo intervalo de tiempo de recerrado después del primer disparo de ruptor en el tiempo de disparo del grupo relevante muestra sustancialmente el mismo valor y/o un temporizador preprogramado de cada relé que es disparado por la primera operación de disparo y dispara el seguro del ruptor si el ruptor está abierto en el extremo del tiempo programado por los temporizadores, consideradas las tolerancias especificadas, y el segundo intervalo de tiempo muerto antes de la segunda operación de recerrado está dispuesta para tener sustancialmente el mismo valor para todos los relés ruptores;
- 15 - para una falla eléctrica que genera una corriente I_0 , de secuencia cero direccional, los relés de secuencia cero direccionales del ruptor N+1 se consideran como $RL_0, \dots RL_j, \dots RL_N$, y el tiempo de disparo para cualquier RL_j está dispuesto para tener un valor mayor que el tiempo de disparo para un relé consecutivo RL_{j+1} , dicha diferencia entre los tiempos de disparo de los relés consecutivos, se predetermina, y dichos relés ruptores se configuran para asegurar los respectivos ruptores después de un disparo a la ocurrencia de dicha falla eléctrica que genera una corriente I_0 de secuencia cero direccional.
- 20 33. Un sistema para proteger, seccionar automáticamente y reconfigurar una línea de distribución de voltaje medio contra fallas eléctricas de acuerdo a la reivindicación 32 caracterizado porque
- 25 - para dicha falla eléctrica que genera cualquiera de al menos dos sobrecorrientes $I >$, $I >>$, cada relé ruptor RL_j^i está dispuesto para un intervalo de tiempo de disparo igual a $t_{disparo_G_0} - i \cdot \Delta_{OVdisparo}$, dicho a $t_{disparo_G_0}$ es el tiempo de disparo para todos los relés RL_0^i ruptores en el grupo G_0 , dicho valor de i siendo el subíndice del grupo G^i al cual dicho cada relé RL_j^i ruptor pertenece, y dicho $\Delta_{OVdisparo}$ siendo un incremento de tiempo, dicho $t_{disparo_G_0}$ y $\Delta_{OVdisparo}$ siendo predeterminado;
- 30 un intervalo de tiempo muerto – contactos del ruptor abiertos – después de que el primer disparo del ruptor es igual a $t_d \cdot (I + 1)$, dicho t_d es el intervalo de tiempo muerto del primer relé RL_0^i ruptor de cada grupo G_i y es predeterminado, y dicho valor de I es el subíndice del relé RL_i^i ruptor, en cada grupo G_i respectivo
- 35 - para una falla eléctrica que genera una corriente I_0 de secuencia cero direccional, cada RL_j está dispuesto para tener un tiempo de disparo igual a $\Delta_{10disparo} \cdot (N - j + 1)$, en donde j es el subíndice del relé RL_j ruptor en cuestión, y $\Delta_{10disparo}$ es el tiempo de disparo del relé RL_N ruptor y predeterminado.
- 40 34. Un sistema para proteger, seccionar automáticamente y reconfigurar dicha línea de distribución de voltaje medio de acuerdo a una cualquiera de las reivindicaciones 32 y 33, caracterizado por que los medios utilizados para programar los relés ductores requeridos con entradas tales como definir los grupos M, $G_0, G_1, \dots G_j, \dots G_{M-1}$, los números respectivos $NG_0, NG_1, \dots NG_j, \dots NG_{M-1}$, de los relés $RL_0^i, RL_1^i, \dots RL_j^i, \dots RL_{NG_i}^i$, consecutivos, en cada grupo G_i , etc. ...los parámetros tales como $t_{disparo_G_0,i}$, $\Delta_{OVdisparo}$, etc. ... la bidireccionalidad y las lecturas del sensor y similares son los medios de procesamiento de tiempo y datos incluidos en cada uno de los relés ruptores.
- 45 35. Un sistema para proteger, seccionar automáticamente y reconfigurar dichas líneas de distribución de voltaje medio de acuerdo a la reivindicación 34, caracterizada por que dichos relés ductores son relés ductores basados en microprocesador y dichos medios de procesamiento de tiempo y datos son el o los microprocesadores incluidos en cada uno del respectivo relé ruptor basado en microprocesador.
- 50

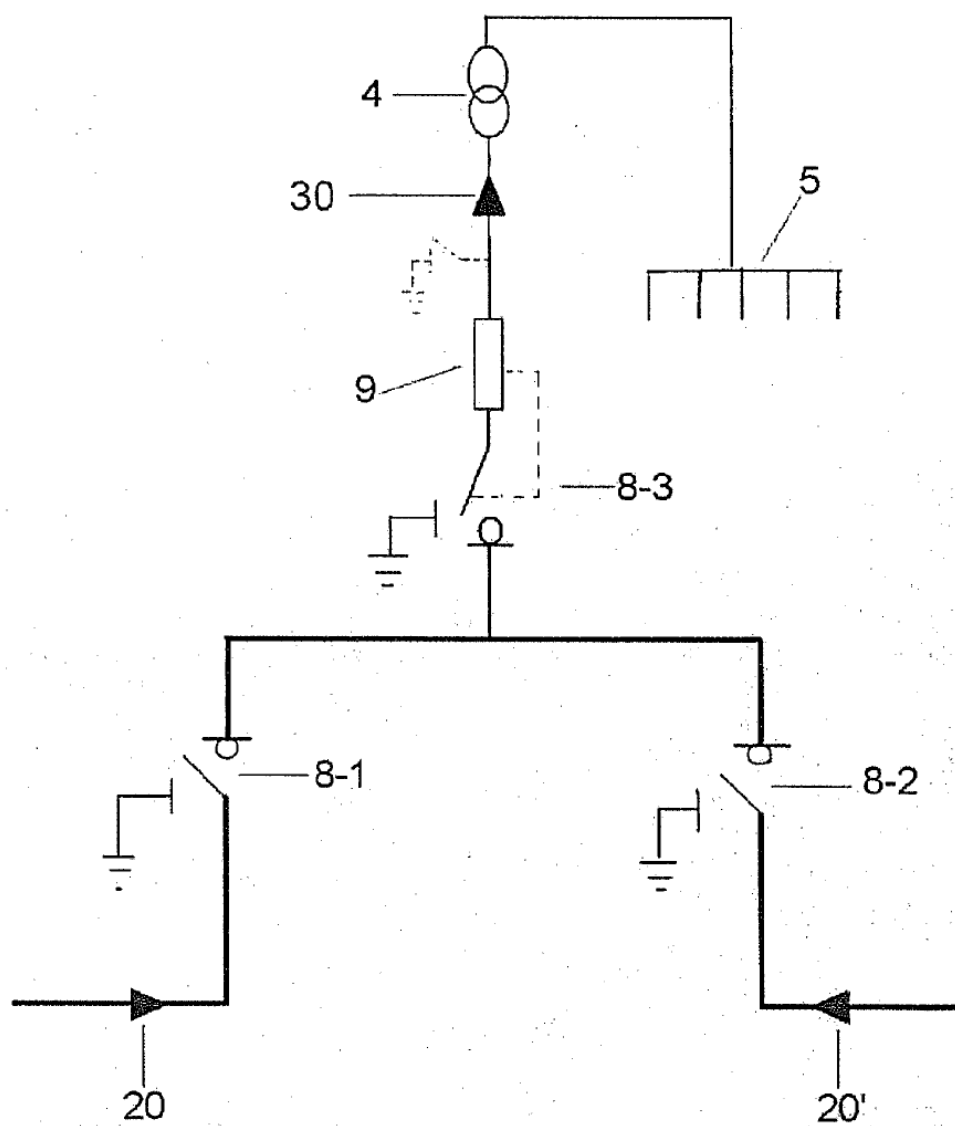


Figura 1

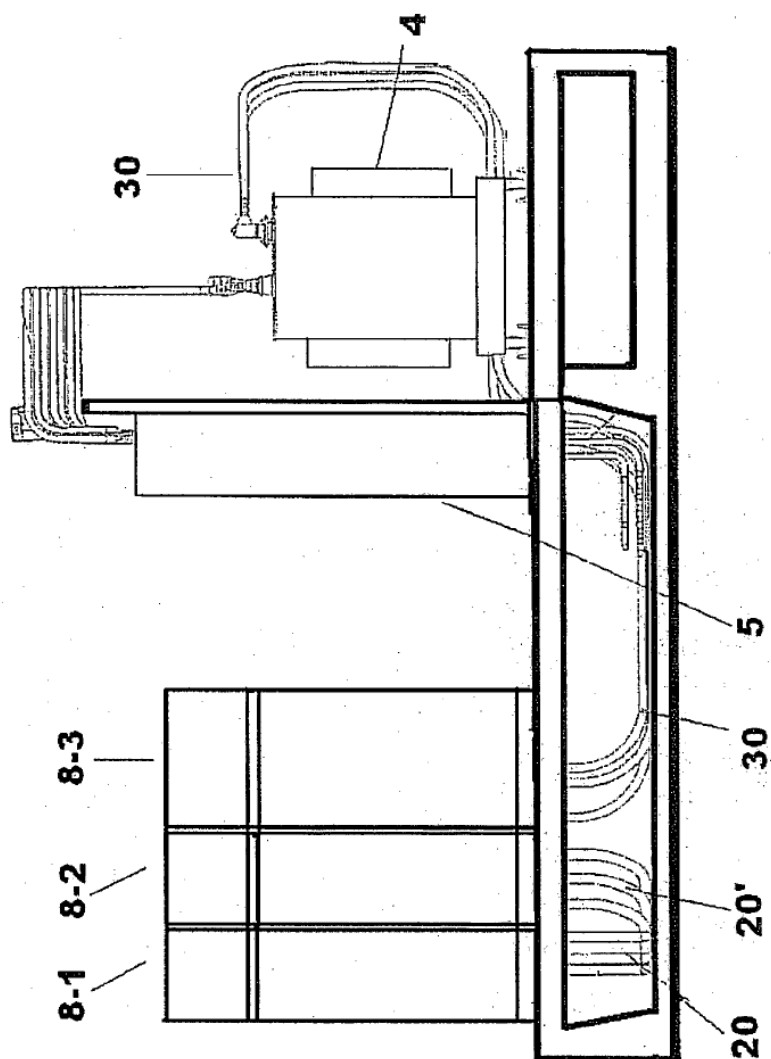


Figura 2

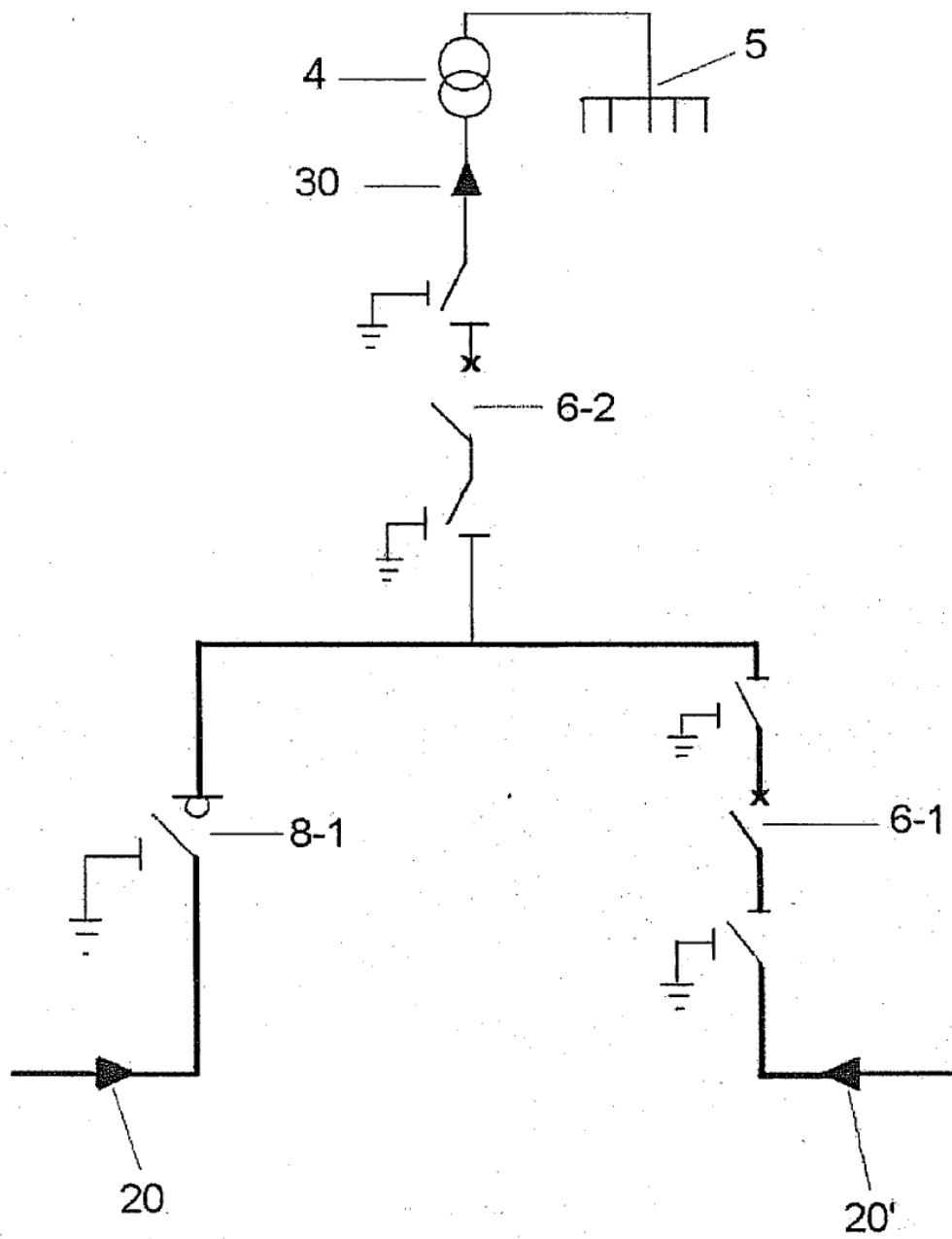


Figura 3

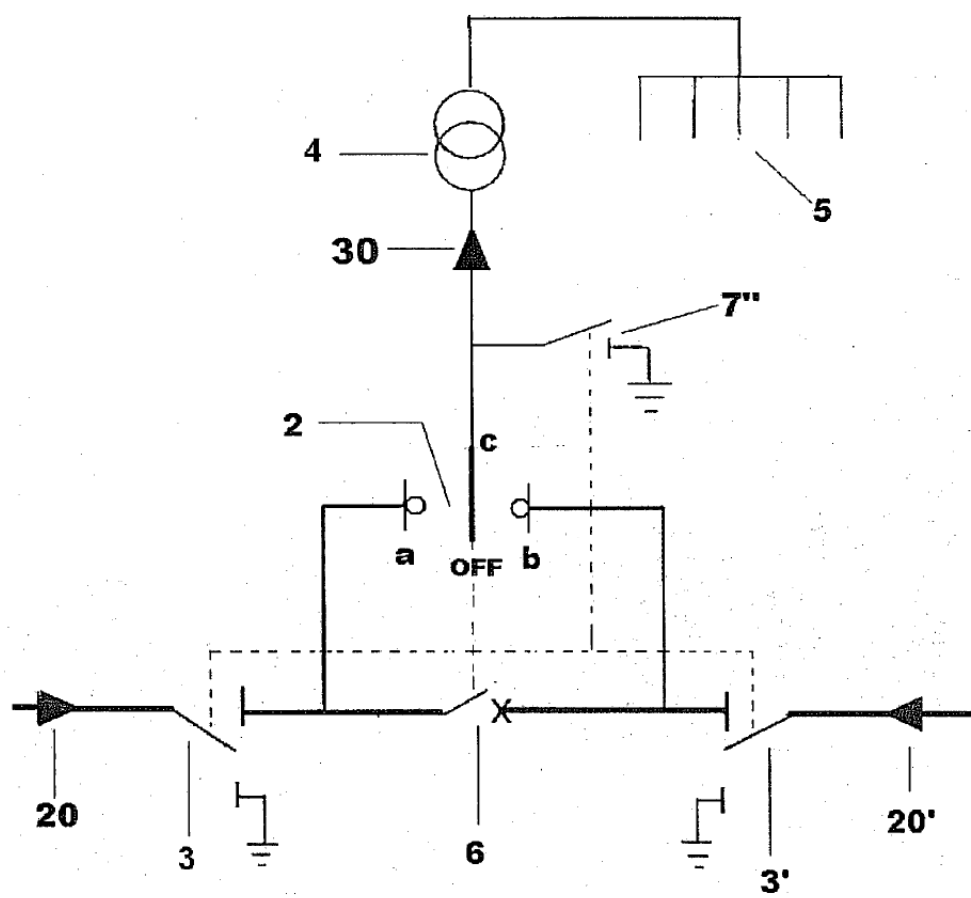


Figura 4A

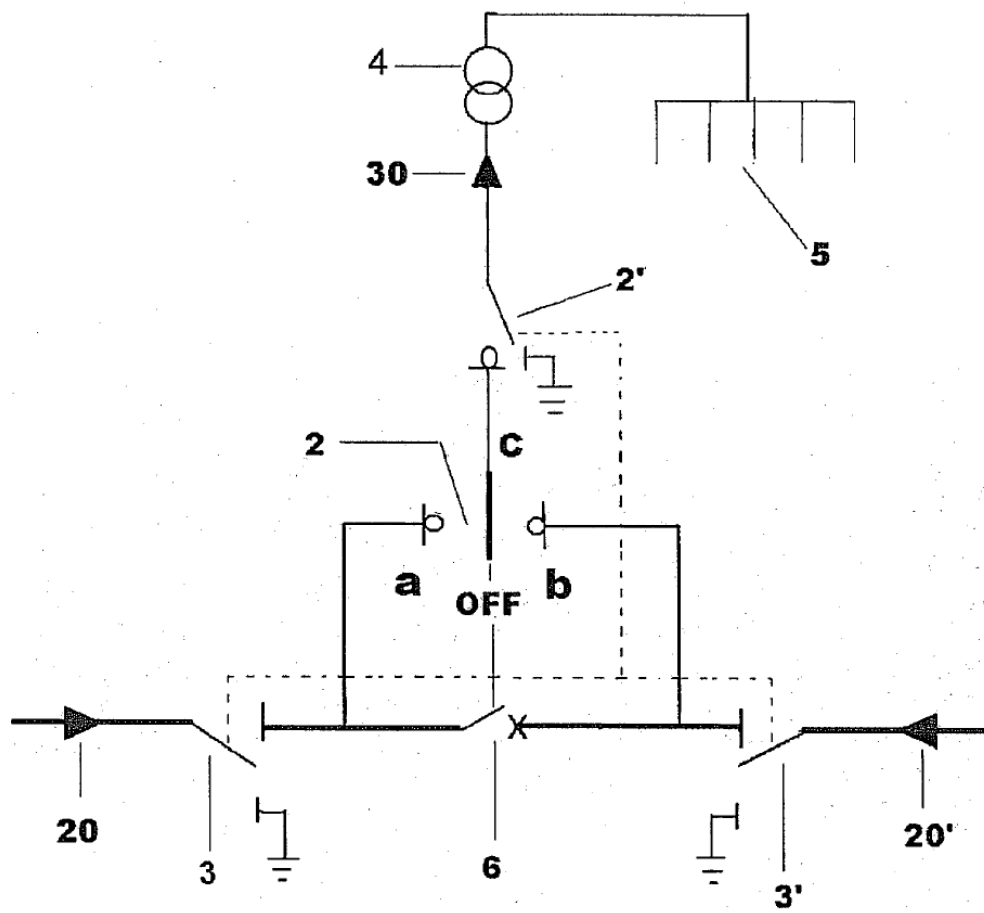


Figura 4B

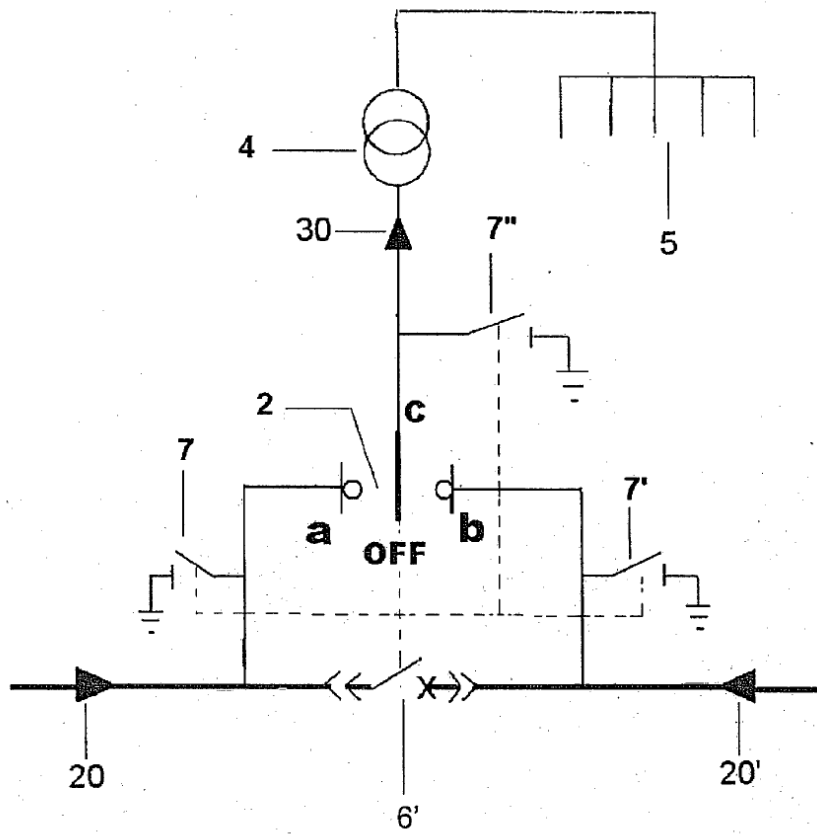


Figura 5A

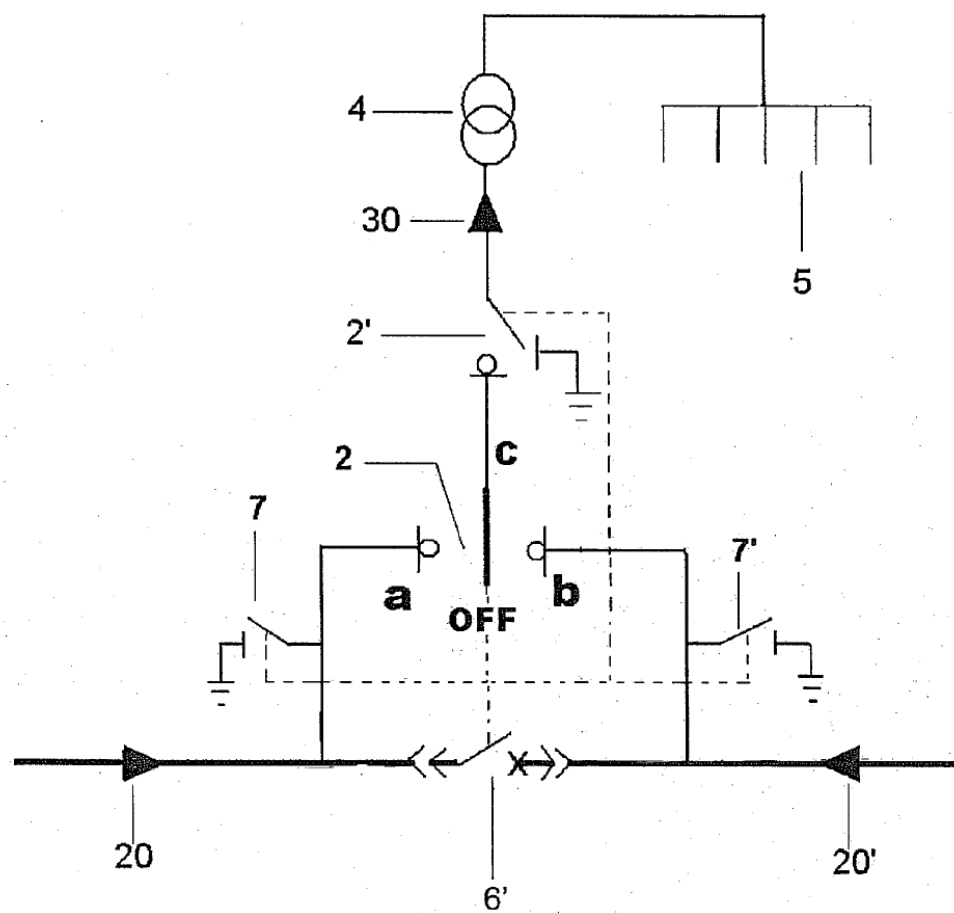


Figura 5B

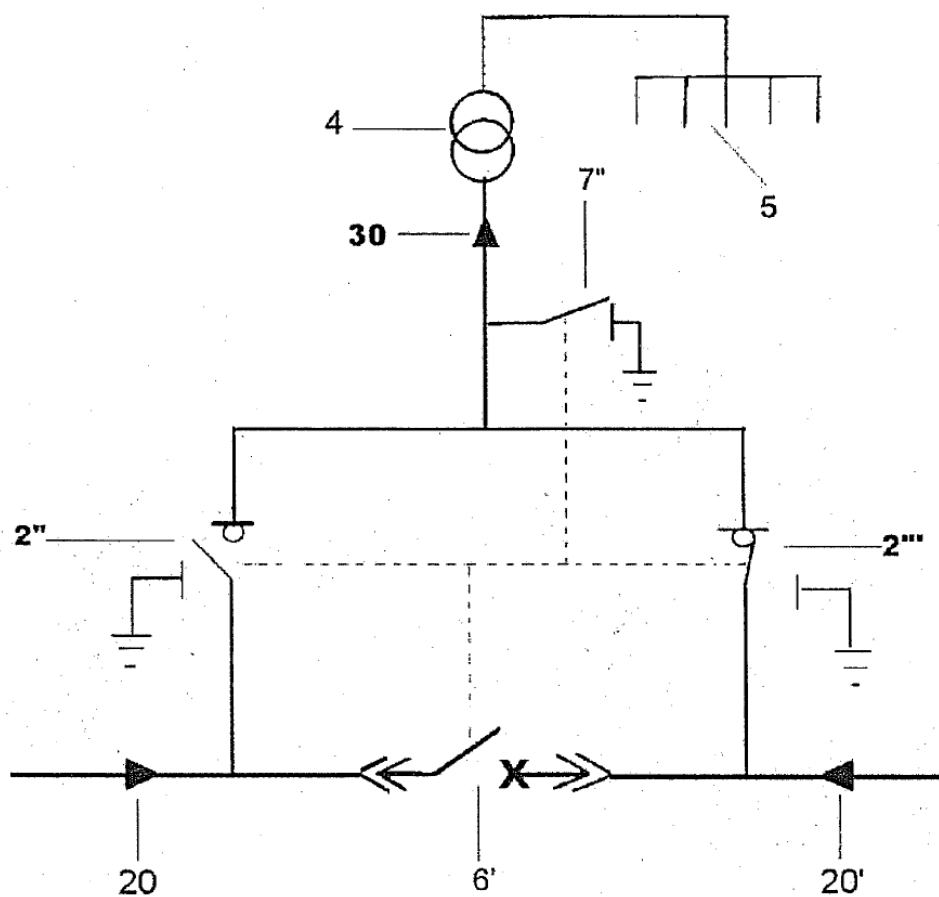


Figura 6A

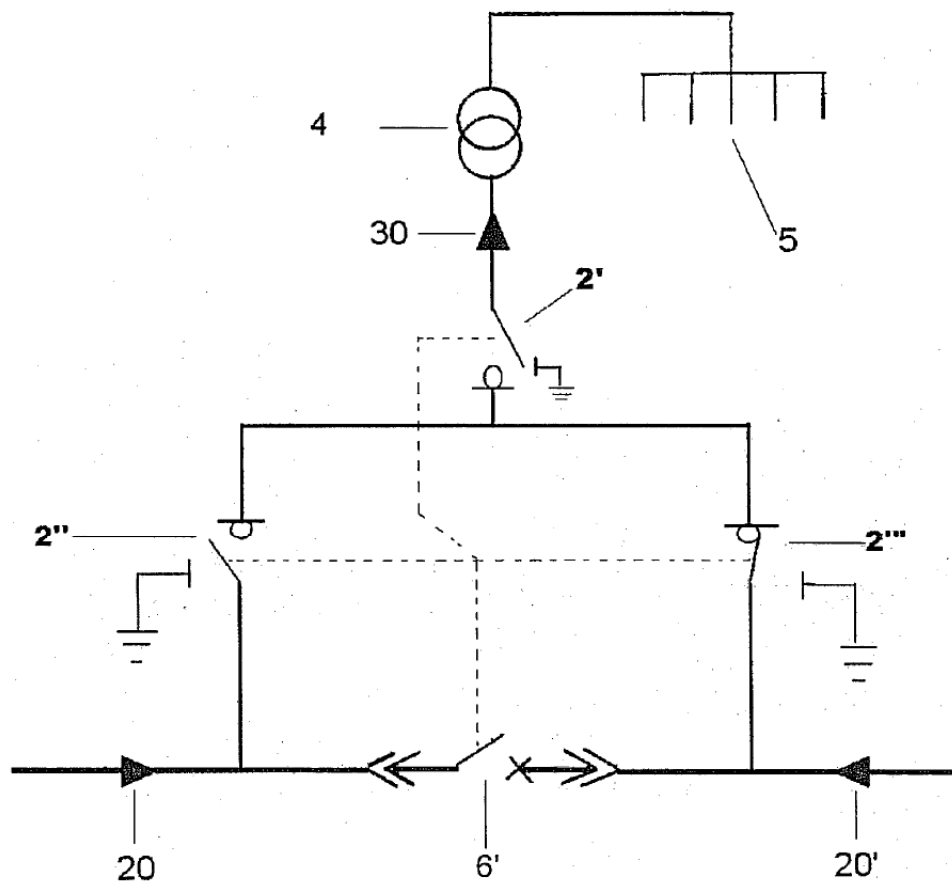


Figura 6B

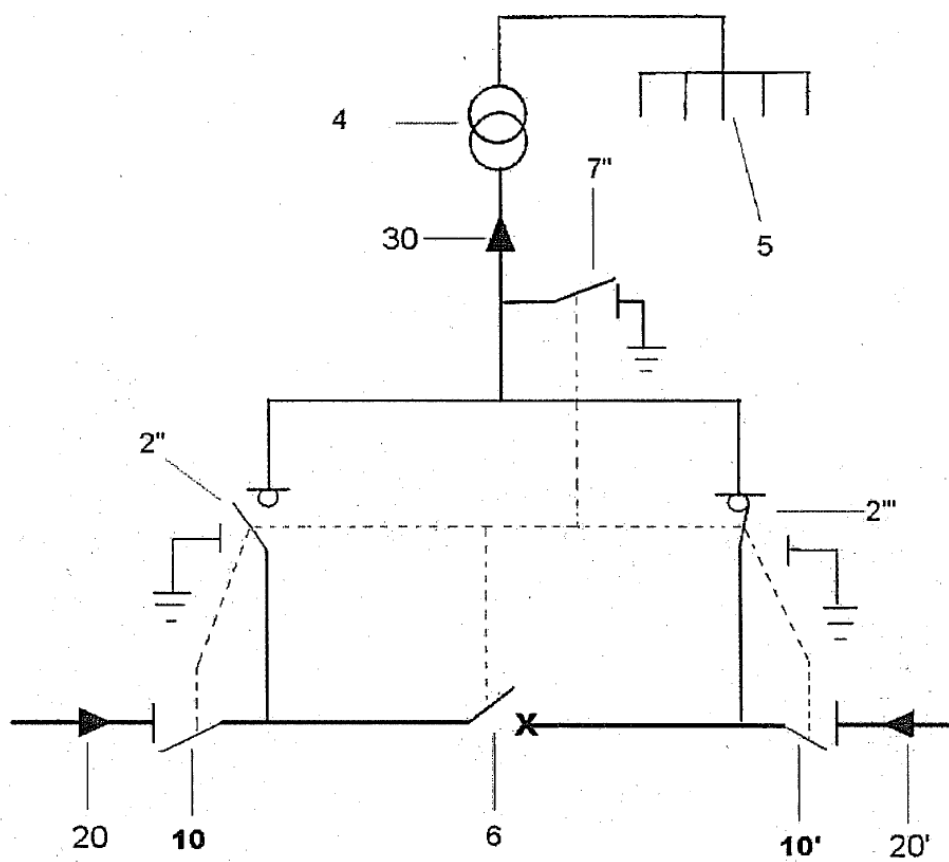


Figura 7A

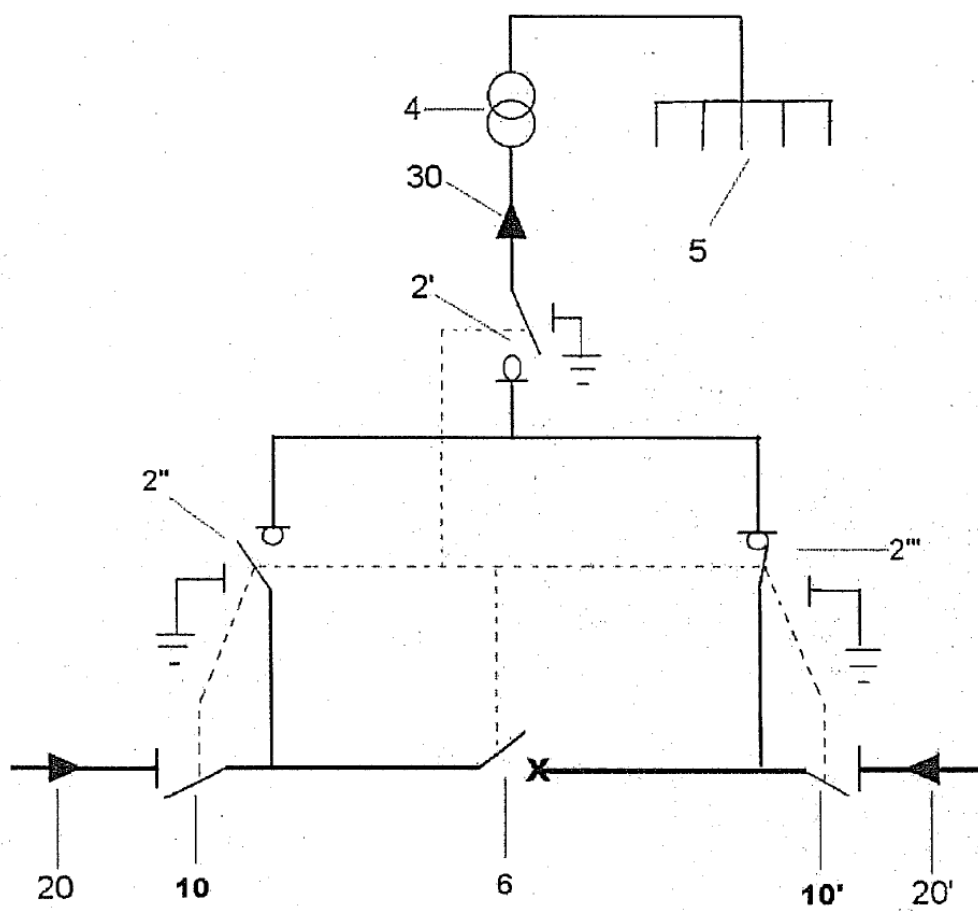


Figura 7B

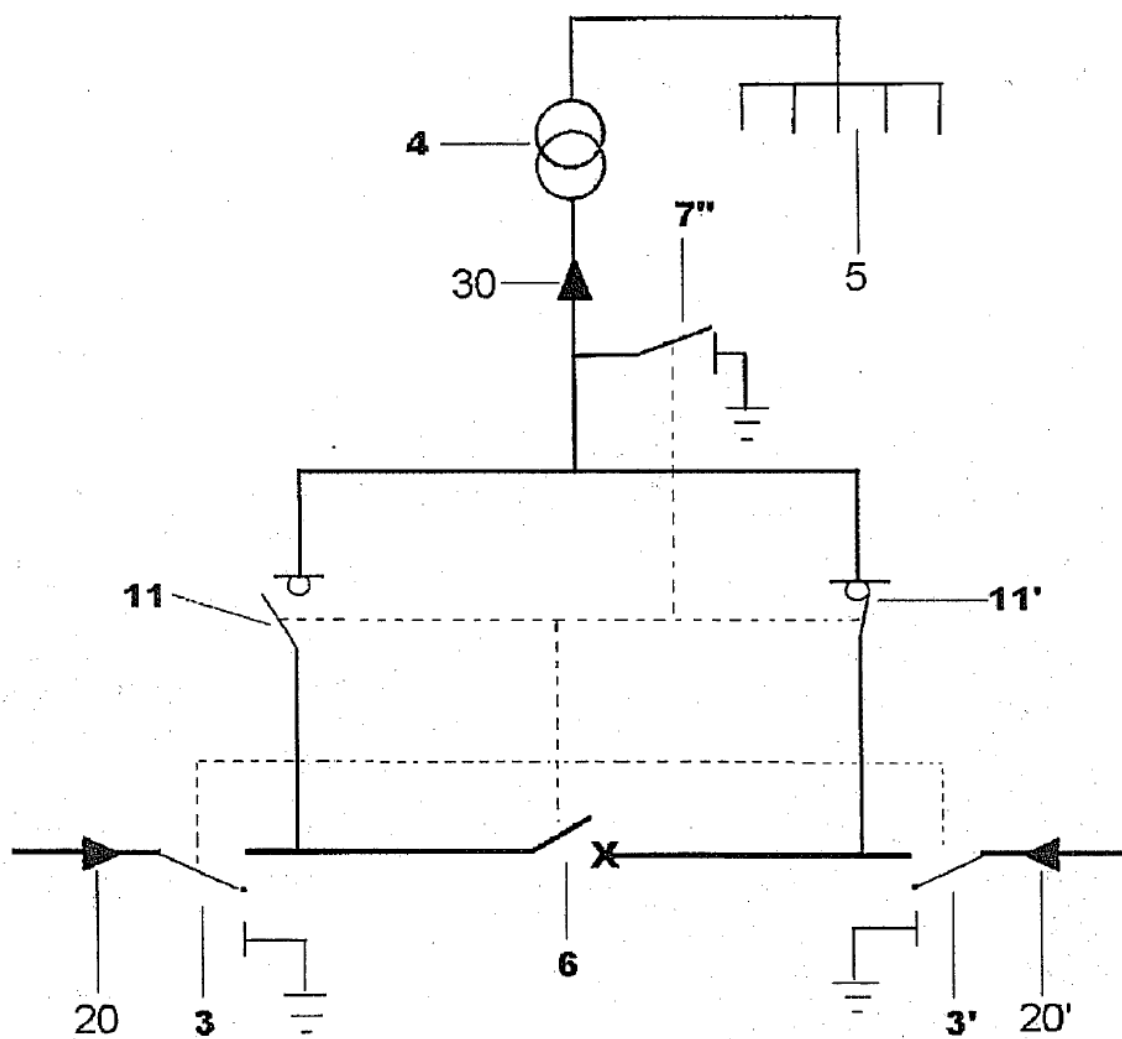


Figura 8A

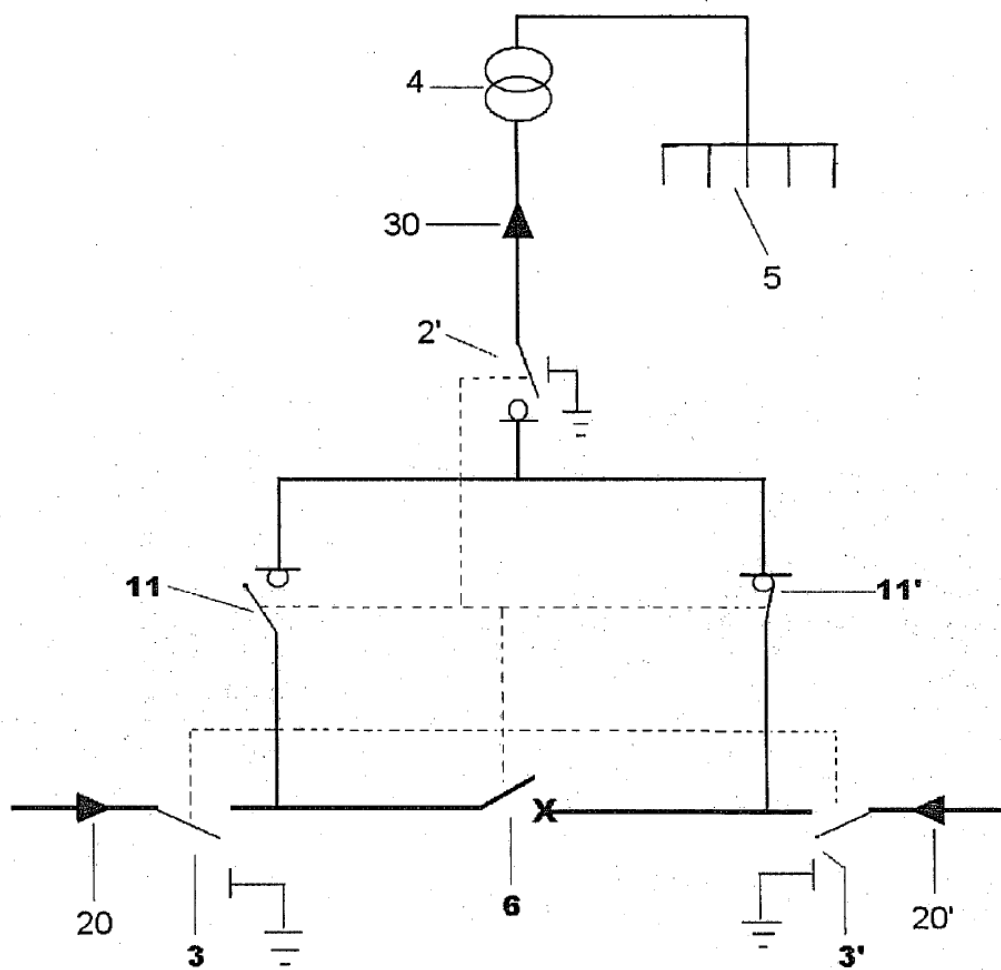


Figura 8B

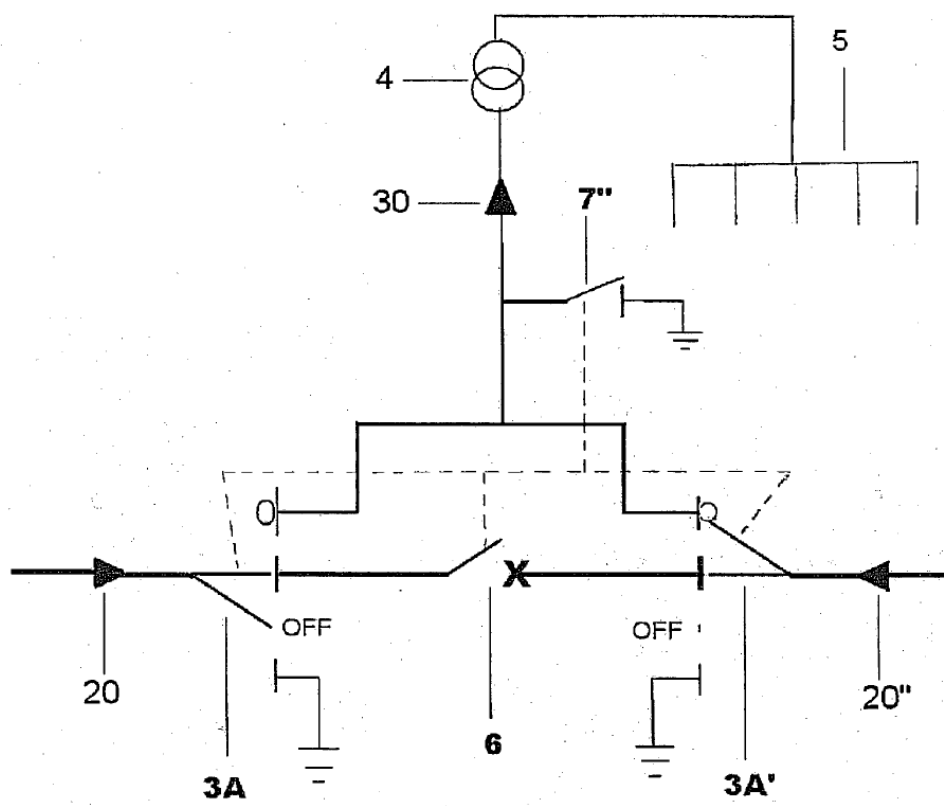


Figura 9A

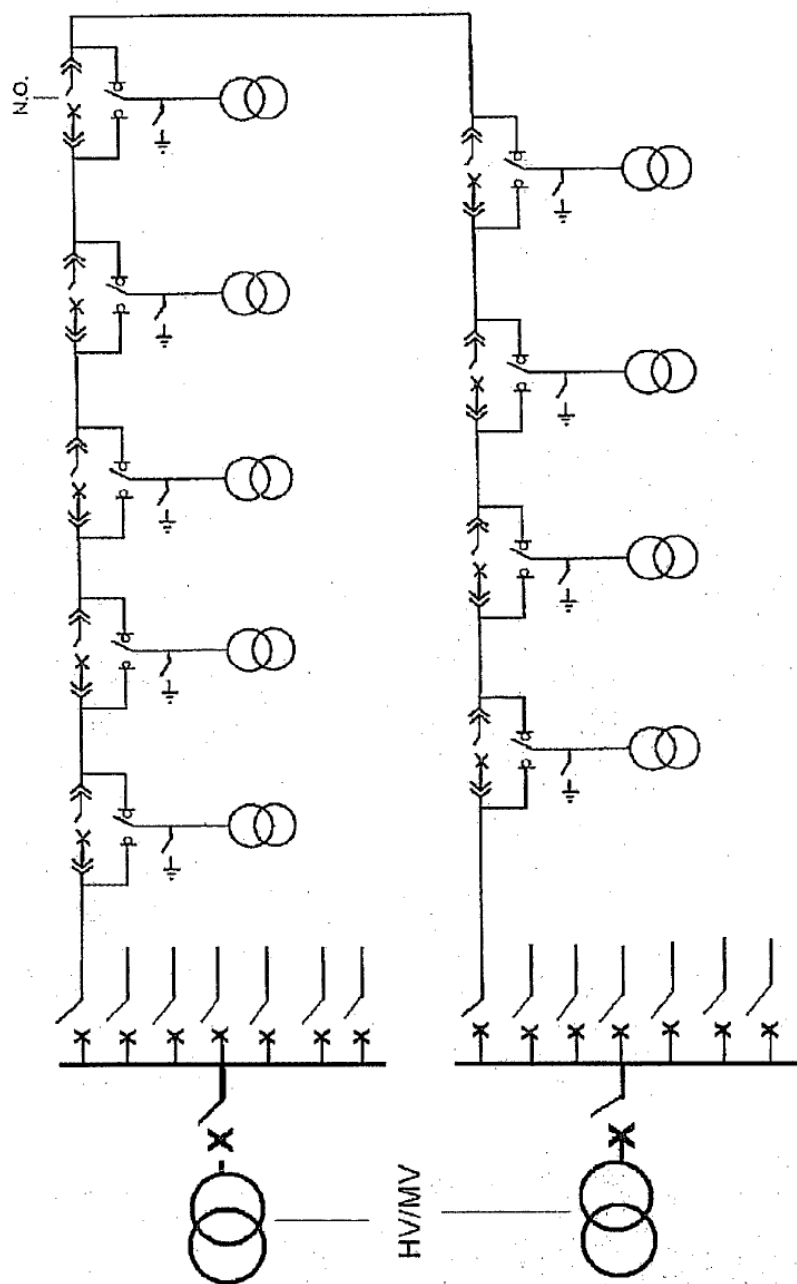


Figura 10

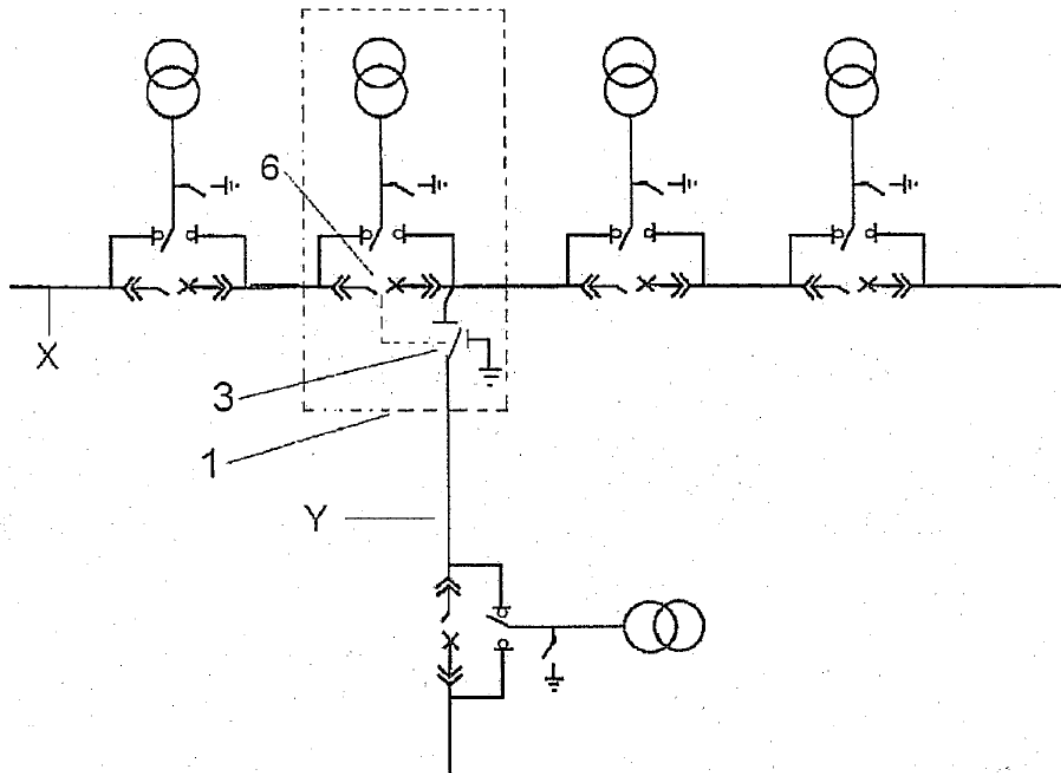


Figura 11

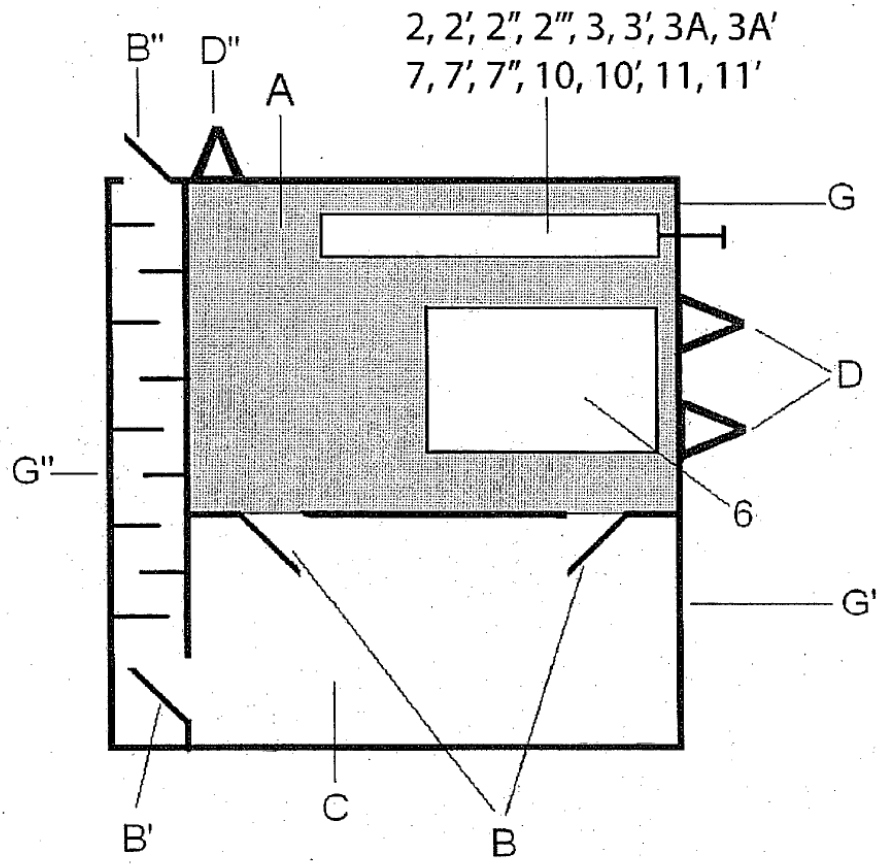


Figura 12A

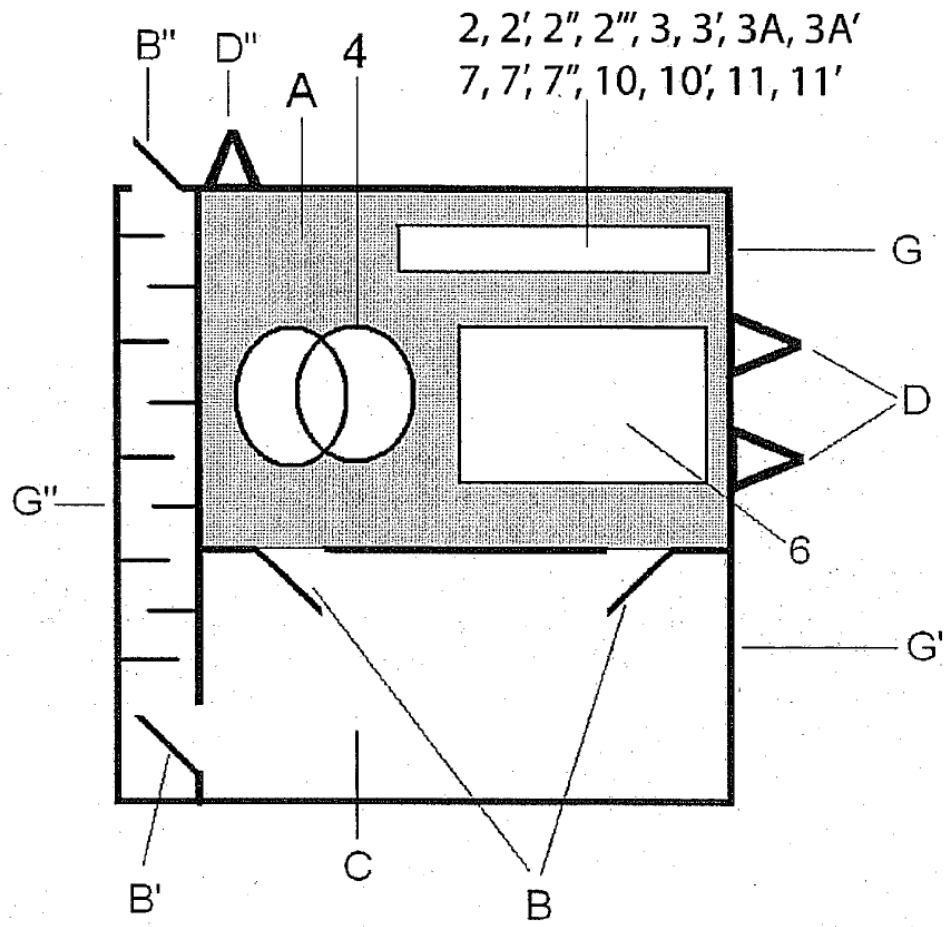


Figura 12B

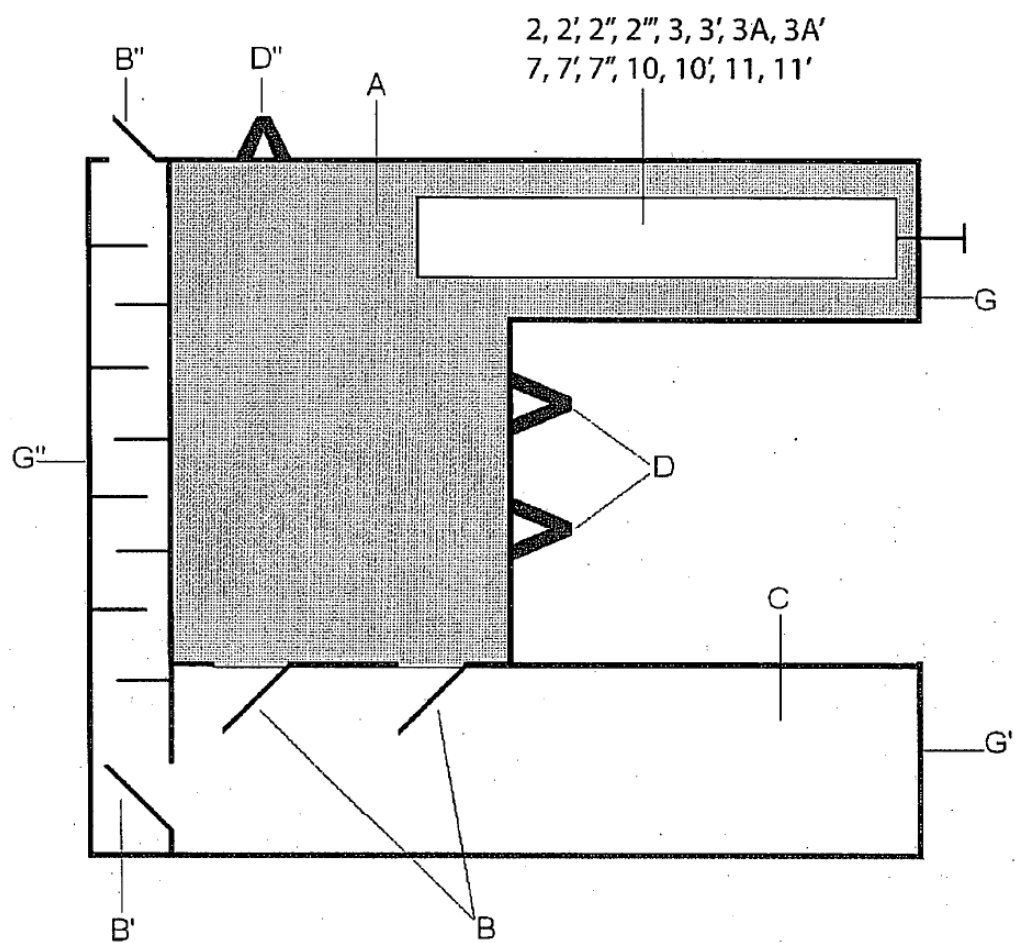


Figura 13A

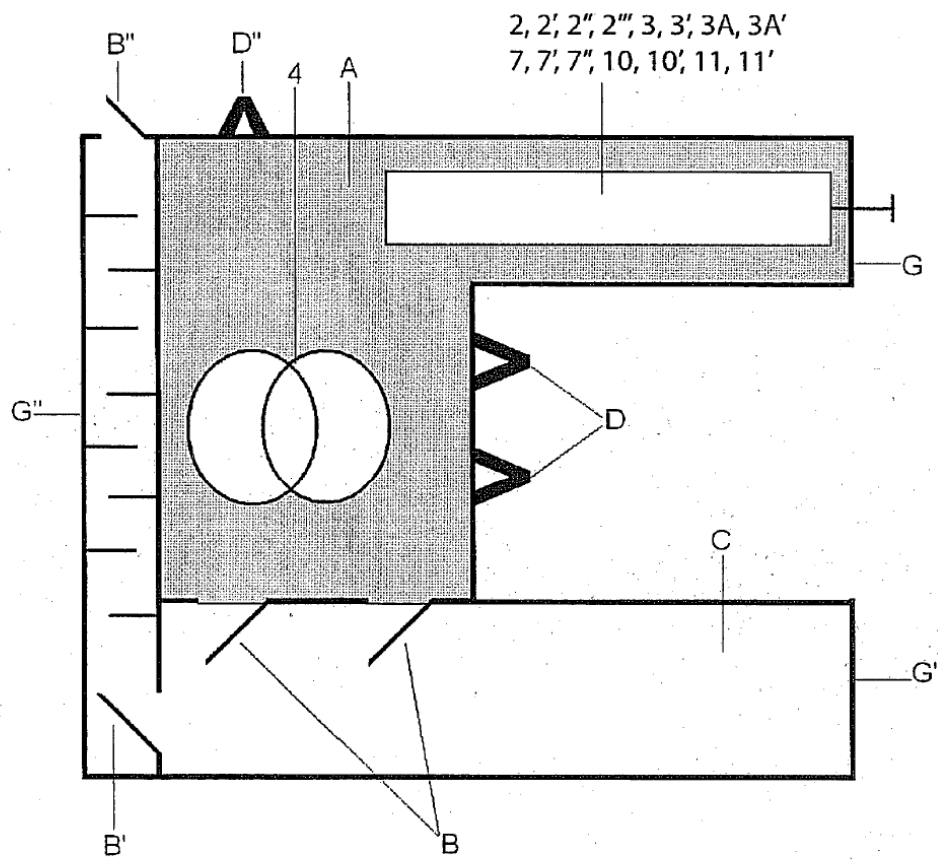


Figura 13B

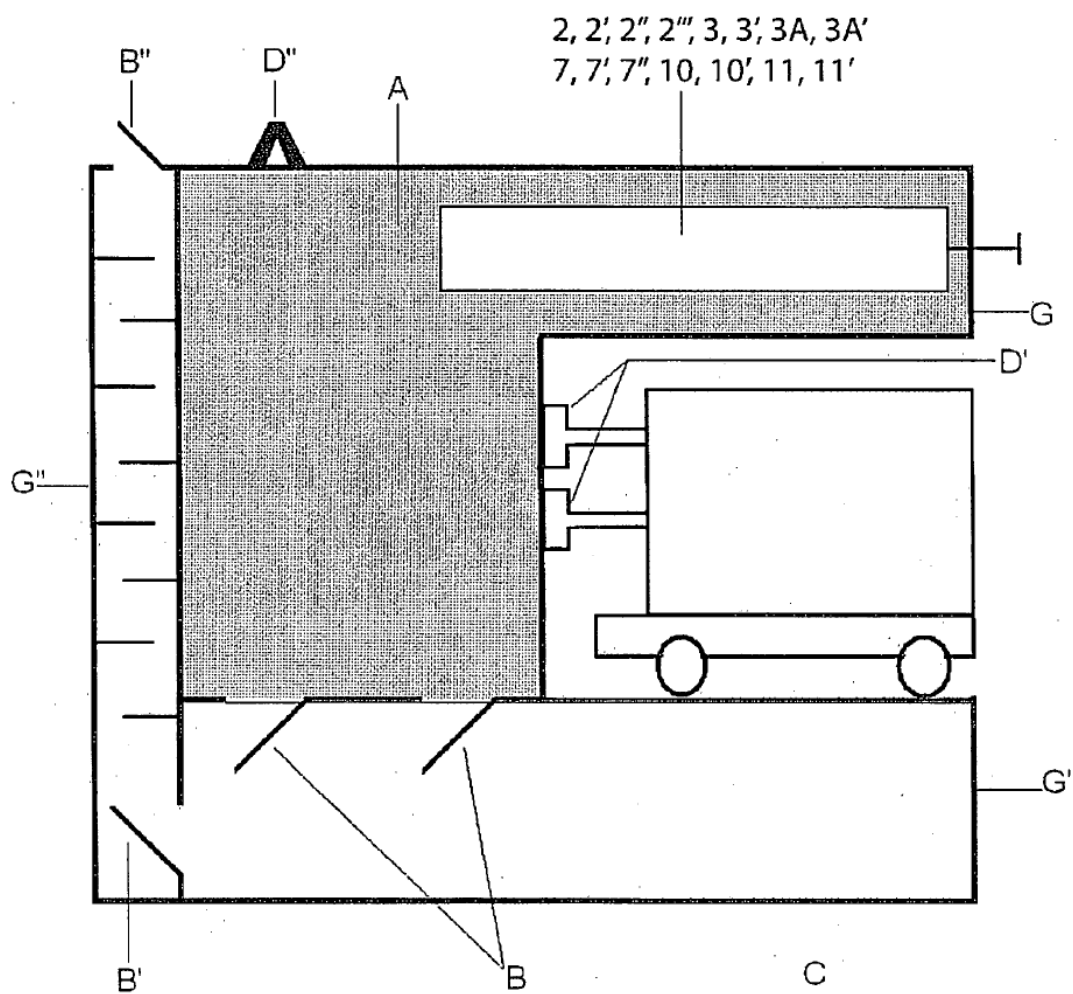


Figura 14A

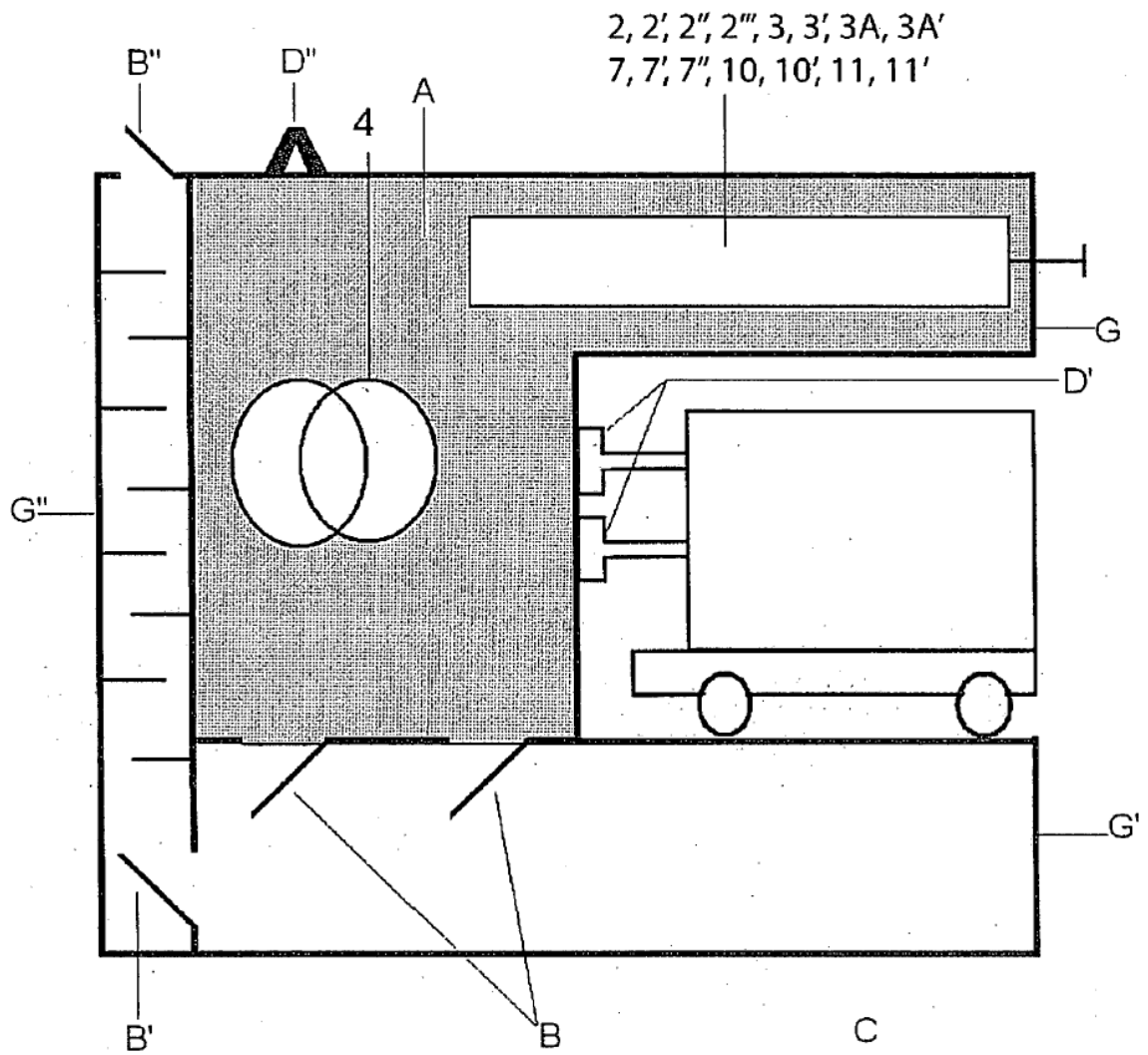


Figura 14B

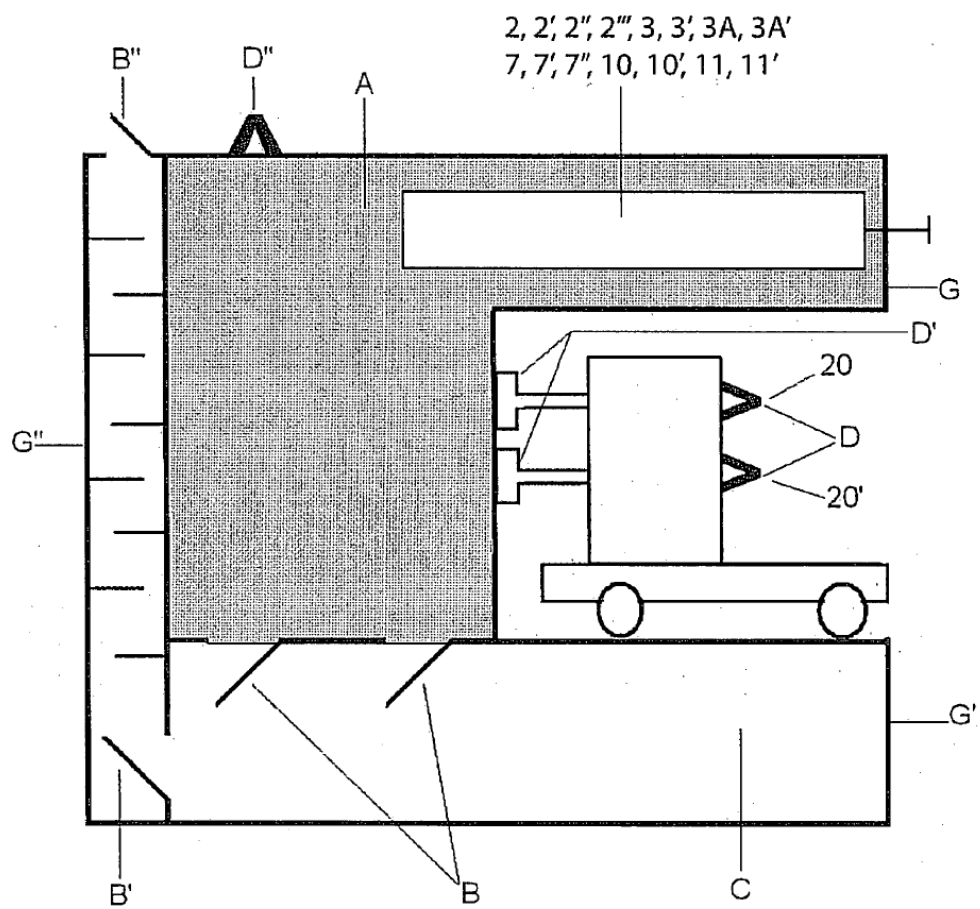


Figura 15A

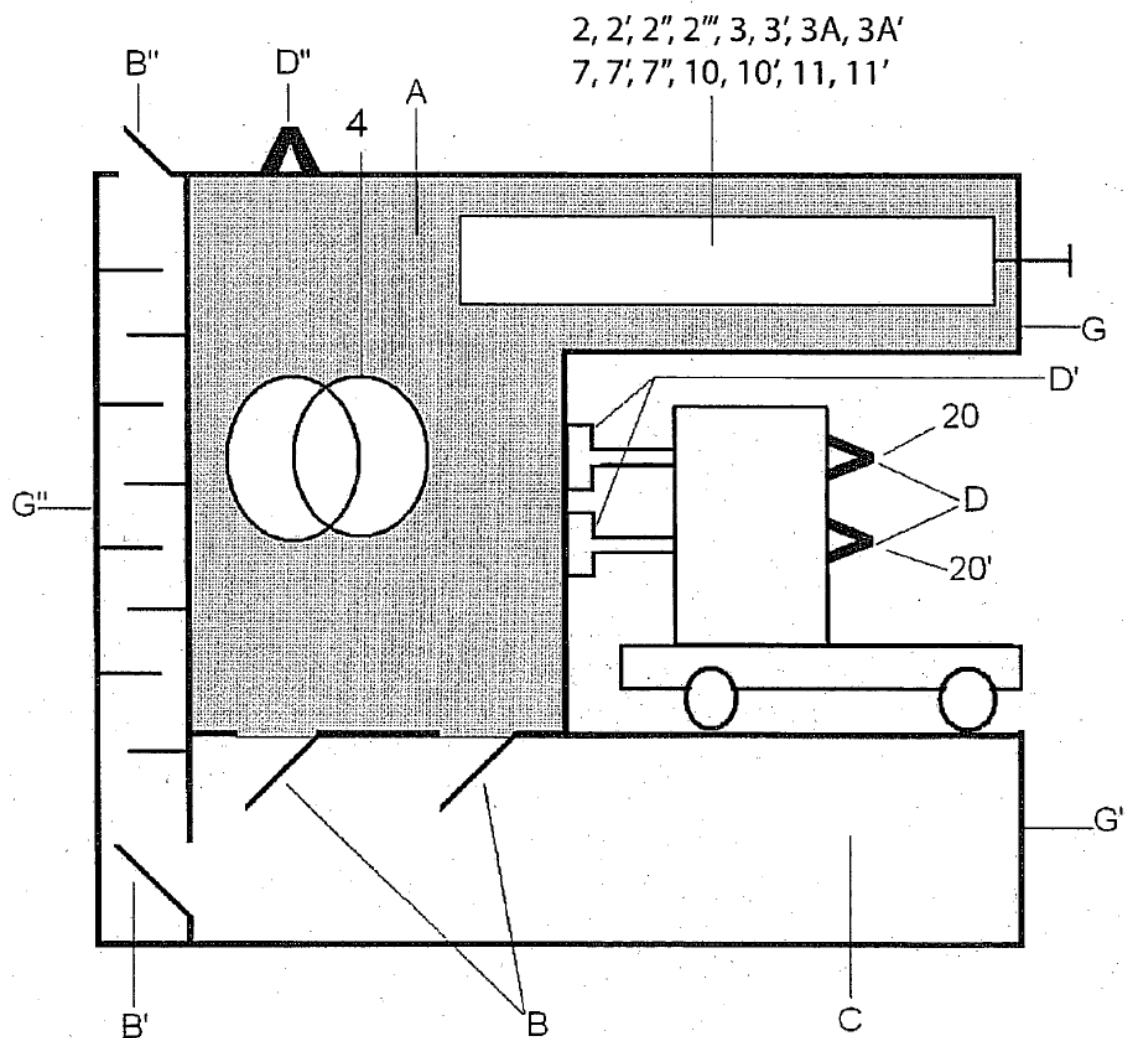


Figura 15B

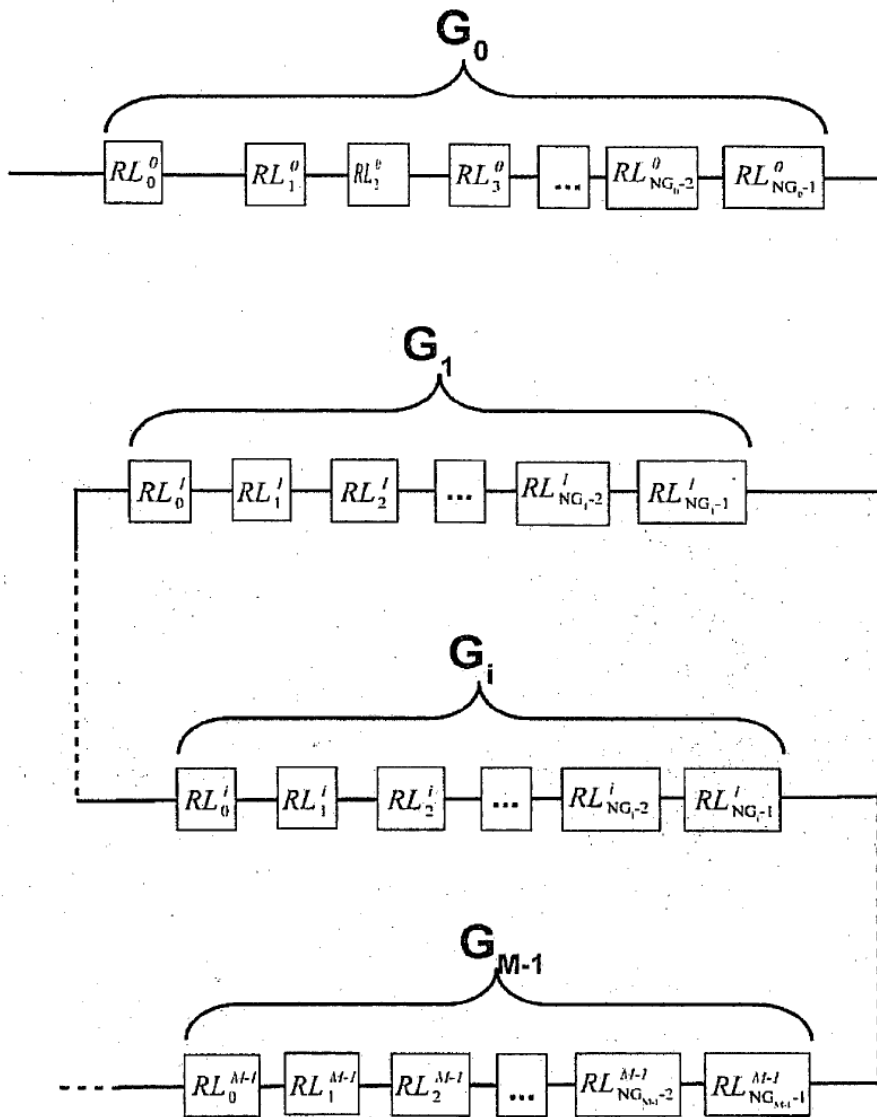


Figura 16

Falla entre RL'_3 y RL'_4 en G_1

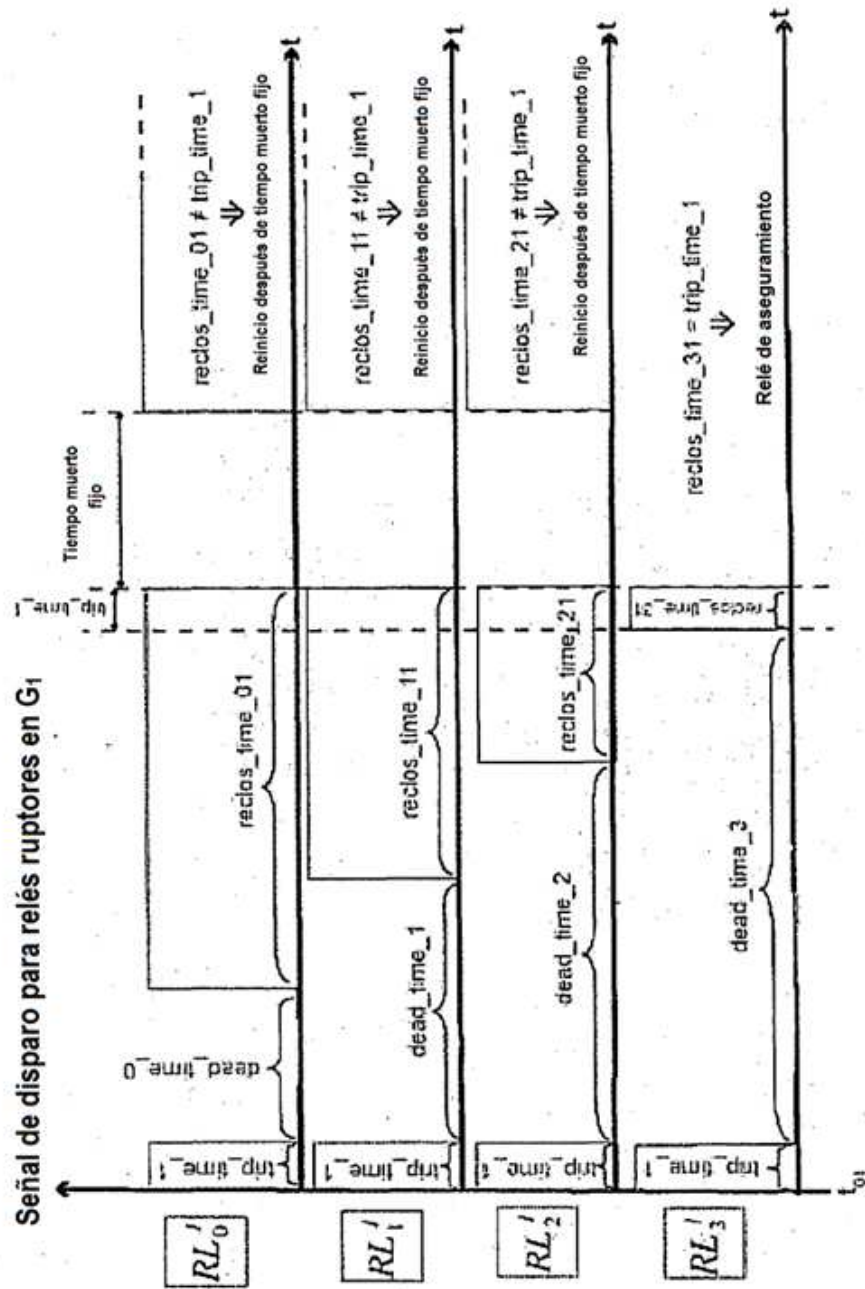
 $(\text{trip_time in } G_0 > \text{trip_time_1 in } G_1)$ 

Figura 17B

Falla entre RL_3^0 y RL_4^0 en G_0

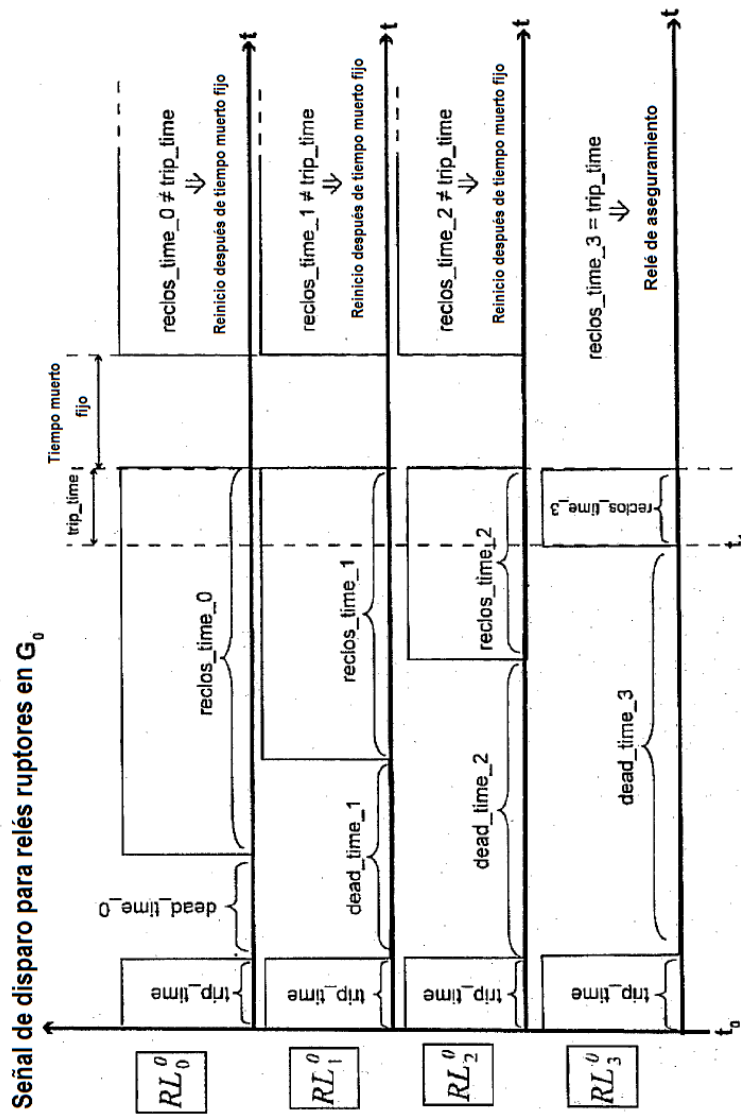


Figura 17A

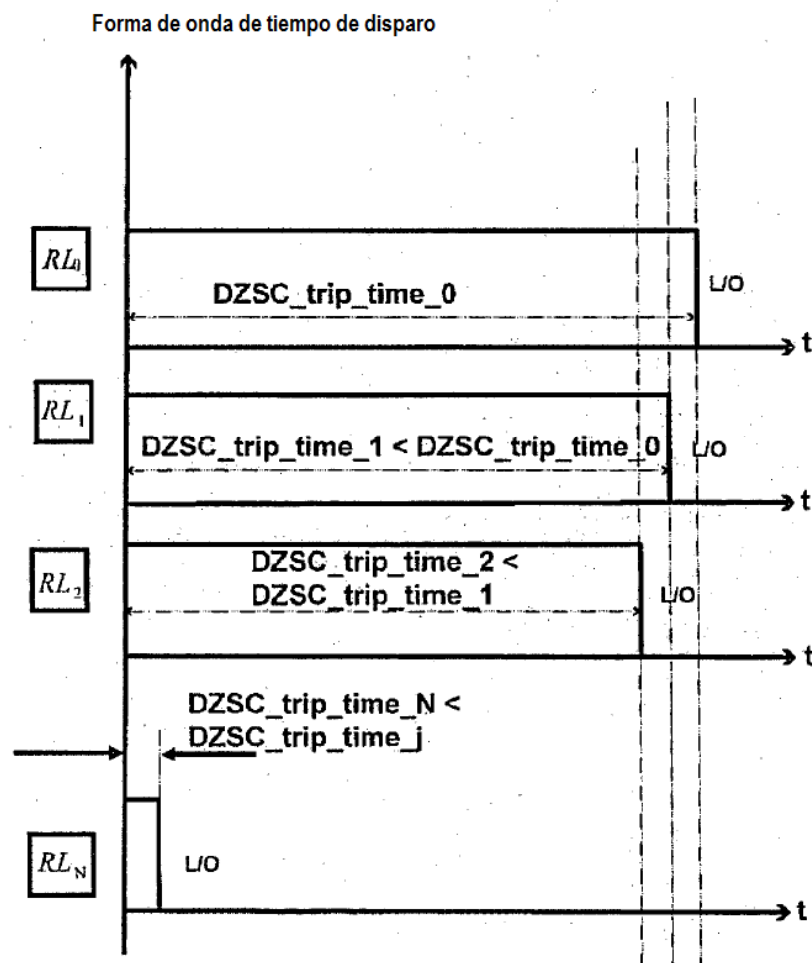
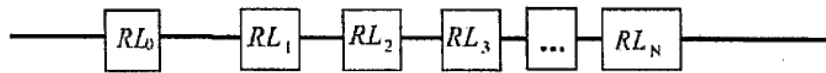


Figura 18