

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 967 619**

51 Int. Cl.:

H01F 27/34 (2006.01)

H01F 27/40 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **19.11.2015 PCT/EP2015/077061**

87 Fecha y número de publicación internacional: **26.05.2016 WO16079224**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.11.2015 E 15797328 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.10.2023 EP 3221873**

54 Título: **Sistema de protección de transformadores de tipo seco**

30 Prioridad:

21.11.2014 US 201414550394

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
03.05.2024

73 Titular/es:

**HITACHI ENERGY LTD (100.0%)
Brown-Boveri-Strasse 5
8050 Zürich, CH**

72 Inventor/es:

**LINDELL, ELISABETH;
LILJESTRAND, LARS y
GREUTER, FELIX**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 967 619 T3

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

DESCRIPCIÓN

Sistema de protección de transformadores de tipo seco

Campo de la invención

5 El sistema está dirigido a un sistema de protección contra sobretensiones transitorias para un transformador, y más particularmente, a un sistema de protección contra sobretensiones para un transformador trifásico conectado en delta o en Y que suprime las sobretensiones en los devanados del transformador causadas por resonancias internas.

Antecedentes de la invención

10 Los transformadores secos se utilizan comúnmente en sistemas de energía de media tensión y los disyuntores de vacío se utilizan a menudo en conexión con transformadores secos. Los disyuntores de vacío podrían, bajo ciertas condiciones, causar condiciones de sobretensión cuando se usan para operar el transformador. Estas sobretensiones podrían causar fallos en el aislamiento del transformador cuando no se instala protección contra sobretensiones transitorias. La protección común contra sobretensiones transitorias incluye descargadores de sobretensiones, condensadores de sobretensión llenos de aceite y condensadores de sobretensión amortiguados (amortiguadores RC).

15 Un problema con el uso de disyuntores de vacío es que se pueden inducir sobretensiones transitorias inducidas. Este es especialmente el caso cuando los disyuntores de vacío se abren con cargas inductivas unidas al sistema en ángulos de fase que provocan múltiples reencendidos. La apertura durante la corriente de entrada del transformador o durante un cortocircuito en el lado secundario del transformador son otros ejemplos de "cargas inductivas" en las que no se piensa comúnmente. Aunque se pueden utilizar descargadores de sobretensiones para limitar las amplitudes de voltaje transitorio en el punto de instalación, se podrían alcanzar altas tensiones dentro del devanado del transformador debido a resonancias internas.

20 Además, ahora se utilizan transformadores de tipo seco para evitar los problemas asociados con los transformadores llenos de aceite que normalmente se utilizan en los sistemas convencionales de media tensión. Los transformadores llenos de aceite presentan problemas únicos que los transformadores secos no presentan, por ejemplo, posibles fugas de aceite que crean problemas ambientales y la posibilidad de que el aceite se incendie, de modo que hoy en día a menudo se prefieren los transformadores a prueba de explosiones. En consecuencia, cuando se utilizan transformadores secos es, por supuesto, altamente indeseable utilizar condensadores de sobretensión llenos de aceite, que presentan los mismos o similares problemas discutidos en relación con los transformadores llenos de aceite, aunque la cantidad de aceite es mucho menor para el condensador en comparación con el transformador.

30 La patente US 4.604.673 (la patente '673) divulga un transformador de distribución que incluye un dispositivo de protección contra sobretensiones para proteger contra rayos externos. Por ejemplo, la patente '673 describe un transformador lleno de aceite equipado con una pila de varistores montada dentro del tanque de aceite y conectada entre un punto medio del devanado y dos extremos del devanado. Sin embargo, la patente '673 no divulga ni enseña un sistema de protección que sea capaz de proteger contra resonancias internas desarrolladas dentro de un transformador trifásico de tipo seco. Más bien, la patente '673 está dirigida a proteger la distribución aérea monofásica (de tipo poste) llena de aceite contra rayos externos. Asimismo, el sistema monofásico descrito en la patente '673 no podría adaptarse en un transformador trifásico conectado en triángulo. Sin embargo, esto no es un problema para el sistema enseñado en la patente '673, ya que es un sistema monofásico que utiliza un transformador lleno de aceite.

40 El documento EP 0 078 985 A1 divulga un transformador de potencia que tiene una cadena en serie de varios elementos varistores de óxido de zinc conectados eléctricamente a través de cada devanado de un transformador de potencia.

El documento JP S 56 80109 A divulga un transformador para suprimir la fluctuación de potencial que se produce en el interior del devanado de un transformador conectando una resistencia no lineal que contiene óxido metálico como ingrediente principal al devanado.

45 El documento EP 2 747 098 A1 divulga una disposición de transformador para mitigar oscilaciones de tensión transitorias. La disposición de transformador comprende un transformador. El transformador comprende un núcleo de transformador que comprende al menos una pata del núcleo. Se enrolla un devanado alrededor de una de las al menos una pata del núcleo. El devanado se extiende desde un primer terminal de devanado hasta un segundo terminal de devanado y comprende una primera sección de devanado a lo largo de un primer conductor que se extiende desde el primer terminal de devanado hasta un primer punto final intermedio, y una segunda sección de devanado a lo largo de un segundo conductor que se extiende desde un segundo punto final intermedio al segundo terminal de bobinado. La disposición de transformador comprende además un componente eléctrico pasivo externo conectado entre el primer punto final intermedio y el segundo punto final intermedio o el segundo terminal de devanado dispuesto para disminuir una diferencia efectiva entre las distribuciones de tensión capacitiva e inductiva entre los puntos finales intermedios de manera que se mitigan las oscilaciones de tensión transitoria en el devanado.

Sumario de la invención

Entonces, lo que se necesita es un sistema de protección contra sobretensiones transitorias para usar con un transformador trifásico de tipo seco conectado en triángulo o en Y.

5 Además, se desea proporcionar un sistema de protección contra sobretensiones que proteja contra sobretensiones transitorias inducidas causadas por operaciones de disyuntor en vacío para energizar y desconectar un transformador con cargas inductivas adjuntas.

Aún más se desea proporcionar un sistema de protección contra sobretensiones que tenga en cuenta la interrupción de las corrientes de irrupción del transformador y los cortocircuitos en el lado secundario del transformador.

10 Se desea además proporcionar un sistema de protección contra sobretensiones que proteja contra sobretensiones transitorias inducidas causadas por resonancias internas en un transformador trifásico.

15 En consecuencia, se proporciona una nueva configuración de dispositivos de protección para uso con transformadores de tipo seco. Los descargadores de sobretensiones que están conectados a través de los devanados del transformador se dividen en múltiples descargadores de sobretensiones (por ejemplo, dos o más) de modo que haya conexiones en una o más ubicaciones a lo largo del devanado, además de las conexiones en los terminales del devanado. Un ejemplo es que los descargadores de sobretensiones que están conectados a través de los devanados del transformador se dividen en dos para que haya una conexión en una ubicación intermedia del devanado. El término ubicación "media" se define como una ubicación variable a lo largo de la distancia del devanado que tiene una longitud (L) que se ubica en cualquier lugar desde un cuarto de L (L/4) hasta tres cuartos de L (3 L/4).

20 Debe entenderse que la conexión de descargadores de sobretensiones a las ubicaciones intermedias de los devanados amortiguará efectivamente la resonancia principal del devanado y evitará sobretensiones debidas, por ejemplo, a resonancias internas. Además, mientras que la patente '673 está dirigida a un sistema de protección contra la tensión del impulso del rayo, que es una tensión de un solo impulso; la presente invención está dirigida a un sistema para proteger el transformador contra múltiples reencendidos del disyuntor que causan impulsos repetitivos que podrían causar amplificación de resonancias internas. La conexión de descargadores de sobretensiones a las 25 ubicaciones intermedias del devanado funcionará para amortiguar dichas resonancias.

30 Según la invención, tal como se establece en la reivindicación 1, un sistema de protección contra sobretensiones transitorias para un transformador trifásico conectado en triángulo está provisto de al menos dos descargadores de sobretensiones conectados en serie para conectarse a través de cada uno de los devanados del transformador. Además, una conexión de punto central de los dos descargadores de sobretensiones conectados en serie está conectada eléctricamente a una ubicación intermedia del correspondiente devanado del transformador.

35 El sistema incluye tres grupos (uno para cada devanado) de dos descargadores de sobretensiones conectados en serie para un total de seis descargadores de sobretensiones para el transformador trifásico conectado en triángulo. Se contempla que cada uno de los grupos de dos descargadores de sobretensiones conectados en serie pueda proporcionarse en una única carcasa que tenga tres terminales. El primer terminal corresponde a un extremo del primer descargador de sobretensiones; el segundo terminal corresponde a un extremo del segundo descargador de sobretensiones; y el tercer terminal corresponde al punto central de conexión de los dos descargadores de sobretensiones conectados en serie.

40 Se contempla además que los tres grupos de descargadores de sobretensiones puedan fijarse mecánicamente cada uno a una placa para facilitar la instalación del sistema de protección contra sobretensiones. En otras configuraciones, los tres grupos de descargadores de sobretensiones también podrían estar acoplados eléctricamente, además de estar fijados mecánicamente, a la placa. Además, en otra realización, los tres grupos de descargadores de sobretensiones podrían estar contenidos en una estructura de carcasa monolítica.

45 Cada grupo de descargadores de sobretensiones también podría estar provisto de al menos una toma de descargadores de sobretensiones que puede corresponder a la conexión del punto central de los descargadores de sobretensiones conectados en dos series. La toma del descargador de sobretensiones puede proporcionar tanto la conexión eléctrica como la fijación mecánica de los descargadores de sobretensiones y puede comprender, por ejemplo, una placa metálica.

Aún se contempla además que cada carcasa de cada grupo de descargadores de sobretensión también pueda comprender medios para la fijación mecánica del sistema de protección contra sobretensiones.

50 Según la invención, tal como se establece en la reivindicación 1, se proporciona un sistema para protección contra sobretensiones transitorias de un transformador trifásico, incluyendo el transformador un primer, segundo y tercer devanados, comprendiendo el sistema: un primer descargador de sobretensiones que tiene una primera carcasa, estando dicho primer descargador de sobretensiones conectado eléctricamente en paralelo con el primer devanado; un segundo descargador de sobretensiones que tiene una segunda carcasa, estando el segundo descargador de sobretensiones conectado eléctricamente en paralelo con el segundo devanado; un tercer descargador de sobretensiones que tiene una tercera carcasa, estando el tercer descargador de sobretensiones conectado 55 eléctricamente en paralelo con el tercer devanado.

eléctricamente en paralelo con el tercer devanado; y una placa sobre la que están fijados la primera, segunda y tercera carcasas.

5 Según la invención, cada uno de los descargadores de sobretensiones primero, segundo y tercero tiene puntos medios de modo que cada uno de los descargadores de sobretensiones primero, segundo y tercero están segregados en grupos de dos descargadores de sobretensiones conectados en serie y los puntos medios de cada grupo de descargadores de sobretensiones están conectados eléctricamente a ubicaciones intermedias de los devanados primero, segundo y tercero respectivamente.

10 Según la invención, cada uno de los devanados primero, segundo y tercero tiene extremos primero y segundo y la distancia desde el primer extremo al segundo extremo es la longitud (L), en donde la ubicación media de los devanados primero, segundo y tercero está ubicada en un rango de $L/4$ a $3(L/4)$.

Según una realización no reivindicada, las carcasas primera, segunda y tercera comprenden terminales primero, segundo y tercero correspondientes a los primeros extremos, las ubicaciones intermedias y los segundos extremos de cada uno de los descargador de sobretensiones, respectivamente.

15 Según una realización no reivindicada, las carcasas primera, segunda y tercera comprenden cada una al menos una toma de descarga, que corresponde al segundo terminal.

Según una realización no reivindicada, al menos una toma de descarga proporciona tanto una conexión eléctrica como una fijación mecánica.

Según una realización no reivindicada, al menos una toma de descarga comprende una placa metálica.

20 Según la invención, el sistema comprende además: un cuarto descargador de sobretensiones conectado eléctricamente en un primer extremo al segundo extremo del primer descargador de sobretensiones; un quinto descargador de sobretensiones conectado eléctricamente en un primer extremo al segundo extremo del segundo descargador de sobretensiones, y un sexto descargador de sobretensiones conectado eléctricamente en un primer extremo al segundo extremo del tercer descargador de sobretensiones, en donde los segundos extremos del cuarto, quinto y sexto descargadores de sobretensiones están conectados eléctricamente a tierra.

25 Según una realización no reivindicada, el cuarto descargador de sobretensiones está situado en la primera carcasa; el quinto descargador de sobretensiones está colocado en la segunda carcasa; y el sexto descargador de sobretensiones está colocado en la tercera carcasa.

Según una realización no reivindicada, los segundos extremos del cuarto, quinto y sexto descargador de sobretensiones están conectados eléctricamente a la placa.

30 Según la invención expuesta en la reivindicación 1, el sistema comprende además: un primer condensador conectado eléctricamente en paralelo con el cuarto descargador de sobretensiones; un segundo condensador conectado eléctricamente en paralelo con el quinto descargador de sobretensiones; y un tercer condensador conectado eléctricamente en paralelo con el sexto descargador de sobretensiones.

Según una realización, los condensadores primero, segundo y tercero comprenden condensadores de tipo seco.

35 Según una realización no reivindicada, los protectores contra sobretensiones primero, segundo y tercero están contenidos dentro de un único recinto monolítico.

Según la invención, el transformador comprende un transformador de tipo seco.

Según la invención, el transformador es un transformador conectado en triángulo.

Para esta solicitud se aplicarán los siguientes términos y definiciones:

40 El término "red", tal como se utiliza en este documento, incluye tanto redes como interredes de todo tipo, incluyendo Internet, y no se limita a ninguna red o interred en particular.

Los términos "primero" y "segundo" se utilizan para distinguir un elemento, conjunto, dato, objeto o cosa de otro, y no se utilizan para designar posición relativa o disposición en el tiempo.

45 Los términos "acoplado", "acoplado a", "acoplado con", "conectado", "conectado a" y "conectado con", tal como se utilizan en el presente documento, significan cada uno una relación entre dos o más dispositivos, aparatos, archivos, programas, aplicaciones, medios, componentes, redes, sistemas, subsistemas y/o medios, que constituyen uno o más de (a) una conexión, ya sea directa o a través de uno o más dispositivos, aparatos, archivos, programas, aplicaciones, medios, componentes, redes, sistemas, subsistemas o medios, (b) una relación de comunicación, ya sea directa o a través de uno o más dispositivos, aparatos, archivos, programas, aplicaciones, medios, componentes, redes, sistemas, subsistemas o medios, y/o (c) una relación funcional en la que el funcionamiento de uno o más dispositivos, aparatos, archivos, programas, aplicaciones, medios, componentes, redes, sistemas, subsistemas o medios depende, total o

50

parcialmente, del funcionamiento de uno o más de los demás.

Los términos "proceso" y "procesamiento", tal como se utilizan en este documento, significan cada uno una acción o una serie de acciones que incluyen, por ejemplo, entre otras, el enrutamiento de datos, la modificación de datos, el enrutamiento continuo o no continuo, sincrónico o asincrónico, formato y/o conversión de datos, etiquetado o anotación de datos, medición, comparación y/o revisión de datos, y puede o no comprender un programa.

En una realización ventajosa, se proporciona un sistema para protección contra sobretensiones transitorias de un transformador trifásico como se establece en la reivindicación 1.

Otros objetos de la invención y sus características y ventajas particulares resultarán más evidentes a partir de la consideración de los siguientes dibujos y la descripción detallada que los acompaña.

10 **Breve descripción de los dibujos**

Las FIGS. 1 y 2 son diagramas esquemáticos de configuraciones de la técnica anterior.

La FIG. 3 es un diagrama esquemático de una realización ventajosa útil para comprender la presente invención.

La FIG. 4 es un diagrama esquemático de otra realización ventajosa útil para comprender la presente invención.

La FIG. 5 es un diagrama esquemático según la FIG. 3.

15 La FIG. 6 es un diagrama esquemático de un sistema según el reivindicado y según la FIG. 5.

La FIG. 7A es una vista en perspectiva de un sistema de protección contra sobretensiones integrado que se puede utilizar en la FIG. 5.

La FIG. 7B es un diagrama esquemático del sistema de descargador de sobretensiones integrado según la FIG. 7A.

20 La FIG. 7C es un diagrama esquemático del sistema de descargador de sobretensiones integrado en una configuración delta según la FIG. 5.

La FIG. 7D es un diagrama esquemático del sistema de descargador de sobretensiones integrado en una configuración en Y según la FIG. 10.

La FIG. 7E es un diagrama esquemático del sistema de descargador de sobretensiones integrado en una configuración en Y según la FIG. 10.

25 La FIG. 7F es un diagrama esquemático del sistema de descargador de sobretensiones integrado en una configuración en Y según la FIG. 10.

La FIG. 8A es una ilustración de un descargador de sobretensiones según la FIG. 7A.

La FIG. 8B es una ilustración de un descargador de sobretensiones según la FIG. 8A.

La FIG. 8C es una ilustración de un descargador de sobretensiones según la FIG. 8A.

30 La FIG. 9A es una ilustración del sistema de protección contra sobretensiones según las FIGS. 5 y 10.

La FIG. 9B es una ilustración del sistema de protección contra sobretensiones según las FIGS. 5 y 10.

La FIG. 9C es una ilustración del sistema de protección contra sobretensiones según las FIGS. 5 y 10.

La FIG. 9D es una ilustración de una vista superior del sistema para protección contra sobretensiones según la FIG. 9C.

35 La FIG. 10 es un diagrama esquemático según la FIG. 3.

La FIG. 11 es un diagrama esquemático según la FIG. 10.

La FIG. 12A es una vista en perspectiva de un sistema de protección contra sobretensiones integrado que se puede utilizar en la FIG. 3.

La FIG. 12B es un diagrama esquemático según la FIG. 12A e incluye un protector contra sobretensiones a tierra.

40 **Descripción detallada de la invención**

Con referencia ahora a los dibujos, en los que números de referencia similares designan la estructura correspondiente en todas las vistas.

Las FIGS. 1 y 2 representan cada uno un sistema de descargador de sobretensiones 30 conocido según la técnica anterior, donde un transformador trifásico conectado en triángulo (FIG. 1) tiene tres devanados 10, 12, 14 y está provisto de descargadores de sobretensiones 16, 18, 20 conectados eléctricamente cada uno de una de las respectivas fases a tierra. Alternativamente, la FIG. 2 representa un transformador trifásico conectado en Y que tiene tres devanados 10, 12, 14 y está provisto de descargadores de sobretensiones 16, 18, 20, cada uno de ellos conectado eléctricamente desde una de las fases respectivas a tierra.

Si bien las configuraciones mostradas en las FIGS. 1 y 2 proporcionan cierta protección para el transformador, estas configuraciones no eliminan las sobretensiones transitorias inducidas que pueden ser causadas, por ejemplo, por el uso de disyuntores de vacío para energizar o desconectar una carga inductiva o para desconectar durante la irrupción del transformador. corriente o durante un cortocircuito en el lado secundario del transformador. Asimismo, aunque la disposición de las FIGS. 1 y 2 proporcionan cierta protección contra sobretensiones, pero no eliminan las altas tensiones que podrían alcanzarse dentro del devanado del transformador debido a las resonancias internas de los devanados del transformador.

La FIG. 3 representa una realización ventajosa útil para comprender la presente invención donde se ilustran tres devanados primarios 102, 104, 106. En esta realización, un grupo de descargadores de sobretensiones 120, 122 conectados en serie están conectados en paralelo con el devanado 102; un grupo de descargadores de sobretensiones 128, 130 conectados en serie están conectados en paralelo con el devanado 104; y un grupo de descargadores de sobretensiones 134, 136 conectados en serie están conectados en paralelo con el devanado 106.

Un punto central 124 de los descargadores de sobretensiones 120, 122 conectados en serie también está conectado eléctricamente a una ubicación intermedia del devanado 102. La conexión de los descargadores de sobretensiones 120, 122 al punto medio del devanado 102 funcionará para amortiguar la resonancia principal del devanado y evitar sobretensiones debidas, por ejemplo, a resonancias internas.

Los protectores de sobretensiones 128, 130, que están conectados en paralelo con el devanado 104 y tienen un punto central 132 que está conectado eléctricamente a una ubicación intermedia del devanado 104. Asimismo, los descargadores de sobretensiones 134, 136 están conectados en paralelo con el devanado 106 y tienen un punto central 138 que está conectado eléctricamente a una ubicación intermedia del devanado 106.

Cabe señalar que ni las conexiones de fase ni las conexiones de los devanados se representan en la FIG. 3, ya que la configuración se puede utilizar en diferentes configuraciones, incluyendo, por ejemplo, una configuración conectada en triángulo como se reivindica, o una configuración conectada en Y que no se reivindica, y así sucesivamente.

La FIG. 4 es todavía otra realización útil para comprender la presente invención similar a la que se muestra en relación con la FIG. 3, sin embargo, hay conectados más de dos descargadores de sobretensiones a cada devanado. En este ejemplo, cuatro descargadores de sobretensiones 120, 121, 122, 123 (que también pueden denominarse descargadores de sobretensiones 1-1, 1-2, 2-1, 2-2) están conectados en serie entre sí. Un experto en la técnica entenderá que el único protector contra sobretensiones 120 de la FIG. 3 puede segmentarse para funcionar como dos descargadores de sobretensiones como se ilustra en la FIG. 4. En consecuencia, aunque en la FIG. 4 y descrito en conexión con el mismo, esto no excluye los descargadores de sobretensiones 120, 121 que comprenden un único descargador de sobretensiones que está segmentado para funcionar como dos descargadores de sobretensiones separados. Lo mismo ocurre con los demás protectores contra sobretensiones que están conectados en paralelo con los distintos devanados.

Además, el punto de conexión entre los descargadores de sobretensiones 120, 121 está conectado eléctricamente a una ubicación 125 del devanado 102, y el punto de conexión entre los descargadores de sobretensiones 122, 123 está conectado eléctricamente a una ubicación 127 del devanado 102.

Se representan otros cuatro descargadores de sobretensiones 128, 129, 130, 131 (que también pueden denominarse descargadores de sobretensiones 3-1, 3-2, 4-1, 4-2) conectados en serie entre sí. Además, el punto de conexión entre los descargadores de sobretensiones 128, 129 está conectado eléctricamente a una ubicación 133 del devanado 104, y el punto de conexión entre los descargadores de sobretensiones 130, 131 está conectado eléctricamente a una ubicación 135 del devanado 104. Finalmente, se representan cuatro descargadores de sobretensiones adicionales 134, 135, 136, 137 (que también pueden denominarse descargadores de sobretensiones 5-1, 5-2, 6-1, 6-2) conectados en serie entre sí. Además, el punto de conexión entre los descargadores de sobretensiones 134, 135 está conectado eléctricamente a una ubicación 139 del devanado 106, y el punto de conexión entre los descargadores de sobretensiones 136, 137 está conectado eléctricamente a una ubicación 141 del devanado 106. Si bien se ha seleccionado un número particular de descargadores de sobretensiones para ilustrar la invención, cabe señalar que también se pueden utilizar diferentes números (por ejemplo, un número mayor o un número menor) de descargadores de sobretensiones según se desee.

Nuevamente, en la FIG. 4, ya que la configuración se puede utilizar en diferentes configuraciones, incluyendo, por ejemplo, una configuración conectada en triángulo como se reivindica, o una configuración conectada en Y que no se reivindica, y así sucesivamente.

Volviendo ahora a la FIG. 5, se representa el sistema de protección contra sobretensiones transitorias 100. En esta

configuración, se muestra un transformador trifásico conectado en triángulo de tipo seco que incluye tres devanados primarios 102, 104, 106. También se muestra en la FIG. 5 es una disposición de disyuntor 108, 110, 112, que está conectada a cada fase del transformador trifásico respectivamente. En una realización, la disposición de disyuntor puede comprender un disyuntor de vacío que está controlado por un controlador del sistema de energía (no mostrado) y conectado a través de una conexión de red.

También representados en la FIG. 5 hay descargadores de sobretensiones 114, 116, 118 que están conectados en un extremo a cada una de las respectivas fases del transformador trifásico y en un segundo extremo cada uno está conectado a tierra.

Según esta realización útil para comprender la invención, un grupo de descargadores de sobretensiones 120, 122 conectados en serie están conectados en paralelo con el devanado 102 entre la Fase A y la Fase B. Un punto central 124 de los descargadores de sobretensiones 120, 122 conectados en serie está también conectado eléctricamente a una ubicación intermedia del devanado 102.

El punto central 124 de los descargadores de sobretensiones 120, 122 conectados en serie se ilustra en la FIG. 5 como conectado a un punto medio del devanado 102. Sin embargo, cabe señalar que el punto central 124 se puede conectar a una ubicación intermedia 126 del devanado 102. Por ejemplo, la ubicación central 126 se ilustra como un soporte discontinuo que se extiende a lo largo del devanado 102. Se entenderá que la ubicación intermedia 126 no se limita a ser solo un punto medio exacto del devanado 102, sino que podría incluir un rango de entre aproximadamente 1/4 y aproximadamente 3/4 de la longitud del devanado 102. Un experto en la técnica también entendería que el tamaño de los descargadores de sobretensiones 120, 122 se puede seleccionar basándose en la posición de la ubicación intermedia a lo largo de la longitud del devanado 102. En una realización, los descargadores de sobretensiones 120, 122 pueden estar provistos de múltiples tomas que permitan diferentes configuraciones de la ubicación intermedia seleccionada. Por ejemplo, se pueden proporcionar múltiples grifos a distancias iguales, tal como 2 tomas (1/3 y 2/3) o 3 tomas (1/4, 1/2 y 3/4). Alternativamente, se podrían proporcionar grifos a distancias desiguales, como 2 tomas (1/2, 3/4) o 3 tomas (1/3, 1/2 y 3/4), etc.

También se muestran en la FIG. 5 descargadores de sobretensiones 128, 130, que están conectados en paralelo con el devanado 104 y tienen un punto central 132 que está conectado eléctricamente a una ubicación intermedia del devanado 104. Asimismo, los descargadores de sobretensiones 134, 136 están conectados en paralelo con el devanado 106 y tienen un punto central 138 que está conectado eléctricamente a una ubicación intermedia del devanado 106 de una manera descrita previamente en relación con el devanado 102 anteriormente. La FIG. 6 es un diagrama esquemático del sistema 100 según la invención reivindicada, que es similar al mostrado en la FIG. 5 pero incluye además la adición de condensadores 140, 142, 144 (que pueden ser condensadores de tipo seco) que están conectados cada uno en paralelo a través de los descargadores de sobretensiones 114, 116, 118 respectivamente. De esta manera, los condensadores 140, 142, 144 están conectados desde una de cada una de las tres fases a tierra, proporcionando una protección efectiva para el transformador contra múltiples reencendidos del disyuntor. Esta protección se vuelve particularmente importante cuando la disposición de disyuntor 108, 110, 112 comprende un disyuntor de vacío y se abre con cargas inductivas unidas al sistema como se describió anteriormente.

Además, un experto en la técnica entenderá que los condensadores 140, 142, 144 pueden comprender condensadores puros o condensadores amortiguados que incluyen una resistencia en serie con cada condensador (los denominados amortiguadores RC).

La FIG. 7A es una ilustración de un sistema de protección contra sobretensiones integrado 200 en el sistema de protección contra sobretensiones transitorias 100. En este caso, los nueve descargadores de sobretensiones 114, 116, 118, 120, 122, 128, 130, 134, 136 se dividen de diversas formas en tres grupos. Cada grupo de descargadores de sobretensiones conectados en serie se proporciona en una única carcasa donde los descargadores de sobretensiones 116, 120, 122 están colocados en la carcasa 141; los descargadores de sobretensiones 118, 134, 136 están colocados en la carcasa 143; y los descargadores de sobretensiones 114, 130, 128 están colocados en la carcasa 145.

También se representan múltiples terminales colocados en cada carcasa. Por ejemplo, se representa la carcasa 141 que incluye los terminales 146, 148, 150. En esta disposición, el terminal 146 corresponde a un primer extremo del descargador de sobretensiones 120 que puede estar conectado eléctricamente (por ejemplo, como se muestra en la FIG. 5) a la Fase A; el terminal 148 corresponde a un segundo extremo de los descargadores de sobretensiones 120, 122 que pueden comprender el punto central 124; mientras que el terminal 150 corresponde a un primer extremo del descargador de sobretensiones 122 que puede conectarse eléctricamente a la Fase B (véase la FIG. 5). Se muestra un diagrama de bloques del bloque/carcasa del descargador en la FIG. 9A e ilustra una estructura del sistema descargador de sobretensiones integrado 200. Cabe señalar además que el terminal 150 puede comprender además un primer extremo del descargador de sobretensiones 116 que está conectado a la Fase B mientras que un segundo extremo 172 del descargador de sobretensiones 116 está conectado a la placa 170, que comprende un terminal de tierra ya que está conectado eléctricamente a suelo. De esta manera, se pueden proporcionar tres descargadores de sobretensiones en la carcasa 141.

Las carcasas restantes 143 y 145 son similares en estructura a la descrita en relación con la carcasa 141. Por ejemplo,

la carcasa 143 incluye los terminales 152, 154, 156. El terminal 152 corresponde a un primer extremo del descargador de sobretensiones 134 que puede estar conectado eléctricamente (FIG. 5) a la Fase B; el terminal 154 corresponde a un segundo extremo de los descargadores de sobretensiones 134, 136 que pueden comprender el punto central 138; mientras que el terminal 156 corresponde a un primer extremo del descargador de sobretensiones 136 que puede conectarse eléctricamente a la Fase C (FIG. 5). Cabe señalar además que el terminal 156 puede comprender además un primer extremo del descargador de sobretensiones 118 que está conectado a la Fase C mientras que un segundo extremo del descargador de sobretensiones 118 está conectado a la placa 170 que está conectada eléctricamente a tierra. Asimismo, la carcasa 145 incluye los terminales 158, 160, 162. En esta disposición, el terminal 158 corresponde a un primer extremo del descargador de sobretensiones 130 que puede estar conectado eléctricamente (FIG. 5) a la Fase C; el terminal 160 corresponde a un segundo extremo de los descargadores de sobretensiones 130, 128 que pueden comprender el punto central 132; mientras que el terminal 162 corresponde a un primer extremo del descargador de sobretensiones 128 que puede estar conectado eléctricamente a la Fase A (FIG. 5). El terminal 162 puede comprender además un primer extremo del descargador de sobretensiones 114 que está conectado a la Fase A mientras que un segundo extremo del descargador de sobretensiones 114 está conectado a la placa 170 que está conectada eléctricamente a tierra.

Las carcasas 141, 143, 145 son generalmente alargadas, donde los terminales 146, 152, 158 están colocados en los primeros extremos 164, 166, 168 de las carcasas 141, 143, 145 respectivamente. También se muestra en la FIG. 7A la placa 170 que, en esta realización, tiene forma de barra alargada, y a la cual están fijados mecánica y eléctricamente los segundos extremos 172, 174, 176 de las carcasas 141, 143, 145 respectivamente. Se proporciona una toma de tierra 178 en la placa 170 de manera que una conexión a tierra pueda conectarse eléctricamente rápida y fácilmente a la placa 170 para proporcionar una conexión a tierra para los descargadores de sobretensiones 114, 116, 118 como se analizó anteriormente.

Las configuraciones representadas en las FIGS. 5 y 6 proporcionan algunas ventajas distintivas que incluyen, entre otras: conexiones eléctricas cortas y bajas impedancias que permiten la protección contra altas derivaciones temporales de las sobretensiones, y mayores distancias de protección y niveles de protección que resultan en sobretensiones más bajas.

Además, debe entenderse que las interconexiones descritas en relación con la FIG. 7A se describieron en relación con las configuraciones conectadas en delta de las FIGS. 5 y 6. Sin embargo, el sistema de protección contra sobretensiones integrado 200 es igualmente aplicable a otros órdenes de fases de un transformador conectado en triángulo y a configuraciones conectadas en Y que no se reivindican y como se describirá en relación con las FIGS. 10 y 11.

La FIG. 7B es un diagrama esquemático correspondiente al sistema de descargador de sobretensiones integrado 200 ilustrado en la FIG. 7A. Como las interconexiones se han descrito en relación con la FIG. 7A, no se volverán a describir aquí.

Las FIGS. 7C, 7D, 7E y 7F son diagramas esquemáticos según la FIG. 7B, pero muestran las interconexiones para un transformador conectado en triángulo reivindicado (FIG. 7C) o para un transformador conectado en Y no reivindicado (FIGS. 7D, 7E y 7F) como lo indican las líneas discontinuas que interconectan las distintas bobinas. Como puede verse en las figuras, el sistema de descargador de sobretensiones integrado 200 se puede utilizar con diferentes configuraciones de transformador. En la FIG. 7D, el punto de conexión Y se proporciona a lo largo de los terminales inferiores 150, 156, 162; donde alternativamente, en la FIG. 7E, el punto de conexión Y se proporciona a lo largo de los terminales superiores 146, 152, 158. Aún más, en la FIG. 7F, la conexión Y se proporciona a lo largo de los terminales inferiores 172, 174, 176 y se accede a las fases en los terminales superiores 148, 154, 160. Como se ilustra en las FIGS. 7C-7F, hay muchas configuraciones diferentes que se pueden interconectar según se desee y los ejemplos anteriores no pretenden agotar todas las configuraciones posibles, ya que un experto en la técnica podría concebir muchas configuraciones diferentes que se pueden utilizar con la invención.

Volviendo ahora a las FIGS. 8A-8C, la FIG. 8A representa varios bloques de óxido metálico (etiquetados "MO") que están apilados para formar el descargador de sobretensiones 120. Cabe señalar que si bien se analiza la carcasa 140 en relación con la FIG. 8A, la descripción también es aplicable a las carcasas 142, 144. Asimismo, se apilan bloques de óxido metálico para formar el descargador de sobretensiones 122; y se apilan bloques de óxido metálico para formar el descargador de sobretensiones 116.

Las tomas 148, 150 proporcionan conexión eléctrica a los bloques de óxido metálico en las ubicaciones indicadas y corresponden a los terminales 148, 150 respectivamente. Las FIGS. 8B y 8C son vistas en sección de tomas 148, 150 respectivamente. La FIG. 8B indica que el grifo 148 se extiende completamente a través de la placa metálica que forma la toma 148; mientras que la FIG. 8C indica que la toma 150 se extiende solo parcialmente a través de la placa metálica que forma la toma 150. De esta manera, la toma 148 puede usarse no solo para la conexión eléctrica a la ubicación intermedia 126, sino que también proporciona fijación mecánica al devanado 102.

También representada en las FIGS. 8B y 8C está la capa aislante 180 que rodea radialmente los bloques MO, pero con aberturas para acceder al espaciador metálico después de moldear la capa aislante 180. Se contempla que la toma 148 que se extiende a través del disipador de sobretensiones se pueda usar para la conexión directa al

transformador en ubicaciones de tomas en los devanados, incluidas, por ejemplo, tomas intermedias.

Además, la orientación de la toma de fijación y de la toma de solo conexión puede diferir para permitir cables de conexión más cortos posibles, lo que mejora la protección contra sobretensiones.

5 Se contempla además que se puedan utilizar uno o varios espaciadores de tomas y, dependiendo de la protección necesaria, las tensiones entre las tomas no tienen que ser idénticas. Asimismo, se pueden utilizar diversos medios para la conexión eléctrica incluyendo, por ejemplo, enchufe, soldadura (por fricción), remachado, "inserción" de la conexión (por ejemplo, a través del aislamiento), la aplicación de roscado después del proceso de moldeo, la perforación de un orificio a través del espaciador después del moldeo para formar la toma, etc.

10 Los bloques MO también se pueden seleccionar según el nivel de protección requerido y las necesidades de manejo de energía. Como ejemplo, el uso de bloques MO de alto campo proporciona una configuración de descargador compacto incluso cuando se usa con tensiones de sistema más altas.

15 Volviendo ahora a las FIGS. 9A - 9D, se ilustran descargadores de sobretensión de terminales múltiples (por ejemplo, 3 o 4 terminales) de varias configuraciones. Estos descargadores de sobretensiones pueden ensamblarse o fijarse directamente sobre las bobinas, el yugo, el marco, la carcasa o el devanado del transformador. Por ejemplo, el sistema ilustrado en la FIG. 9A corresponde esencialmente a la realización representada en la FIG. 7, mientras que el sistema en la FIG. 9B corresponde a una realización diferente donde en lugar de conectar los segundos extremos de los descargadores de sobretensiones 114, 116, 118 a una placa de montaje, los segundos extremos se pueden conectar mediante una conexión de cable. De esta manera, cada una de las carcasas individuales 140, 142, 144 puede conectarse/fijarse mecánica y eléctricamente individualmente a los devanados del transformador. Las FIGS. 9C y 9D muestran otra realización más en la que, en lugar de tener carcasas individuales, los descargadores de sobretensiones están colocados en una estructura monolítica (FIG. 9D muestra una vista superior de la FIG. 9C). Esta realización proporciona un único dispositivo compacto y puede tener o no una placa de montaje integrada para la conexión a tierra.

25 La FIG. 10 representa otra configuración no reivindicada del sistema de protección contra sobretensiones transitorias 100. En esta configuración, se muestra un transformador trifásico conectado en Y de tipo seco que incluye tres devanados primarios 102, 104, 106. También se muestra una disposición de disyuntor 108, 110, 112, que está conectada a cada fase del transformador trifásico respectivamente como lo indica la línea de puntos. Como se indicó anteriormente, la disposición de disyuntor puede comprender un disyuntor de vacío que está controlado por un controlador del sistema de energía (no mostrado) y conectado a través de una conexión de red.

30 Los descargadores de sobretensiones 114, 116, 118 se muestran conectados en un extremo a cada una de las respectivas fases del transformador trifásico y en un segundo extremo cada uno está conectado a tierra. También se muestra en la FIG. 10 es el descargador de sobretensiones 115, que se utiliza en la configuración conectada en Y y está conectado eléctricamente desde el punto neutro a tierra.

35 Un grupo de descargadores de sobretensiones 120, 122 conectados en serie están conectados en serie entre sí y conectados a través del devanado 102 entre la Fase A y la conexión del punto neutro. Un punto central 124 de los descargadores de sobretensiones 120, 122 conectados en serie también está conectado eléctricamente a una ubicación intermedia del devanado 102.

40 El punto central 124 de los descargadores de sobretensiones 120, 122 conectados en serie se muestra conectado a un punto medio del devanado 102. Como se indicó anteriormente, el punto central 124 se puede conectar a una ubicación intermedia 126 del devanado 102. La ubicación central 126 se ilustra como un soporte discontinuo que se extiende a lo largo del devanado 102. Se entenderá que la ubicación intermedia 126 no se limita a ser solo un punto medio exacto del devanado 102, sino que podría incluir un rango de entre aproximadamente 1/4 y aproximadamente 3/4 de la longitud del devanado 102. Un experto en la técnica comprenderá además que el tamaño de los descargadores de sobretensiones 120, 122 se puede seleccionar basándose en la posición de la ubicación intermedia a lo largo de la longitud del devanado 102. En una realización, los descargadores de sobretensiones 120, 122 pueden estar provistos de múltiples tomas que permitan diferentes configuraciones de la ubicación intermedia seleccionada. Por ejemplo, se pueden proporcionar múltiples grifos a distancias iguales, tal como 2 tomas (1/3 y 2/3) o 3 tomas (1/4, 1/2 y 3/4). Alternativamente, se podrían proporcionar grifos a distancias desiguales, como 2 tomas (1/2, 3/4) o 3 tomas (1/3, 1/2 y 3/4), etc.

50 Los descargadores de sobretensiones 128, 130 están conectados a través del devanado 104 como se muestra en la FIG. 10 y tienen un punto central 132 que está conectado eléctricamente a una ubicación intermedia del devanado 104. Asimismo, los descargadores de sobretensiones 134, 136 están conectados a través del devanado 106 como se indica y tienen un punto central 138 que está conectado eléctricamente a una ubicación intermedia del devanado 106 de una manera descrita anteriormente en relación con el devanado 102 anterior.

55 Volviendo ahora a la FIG. 11, la estructura es similar a la FIG. 10, sin embargo, se han añadido a la estructura los condensadores 140, 142, 144.

Los condensadores 140, 142, 144 (que pueden ser condensadores de tipo seco) están conectados cada uno en

- 5 paralelo a través de los descargadores de sobretensiones 114, 116, 118 respectivamente. De esta manera, los condensadores 140, 142, 144 están conectados desde una de cada una de las tres fases a tierra, proporcionando una protección efectiva para el transformador contra múltiples reencendidos del disyuntor. Esta protección se vuelve particularmente importante cuando la disposición de disyuntor 108, 110, 112 comprende un disyuntor de vacío y se abre con cargas inductivas como se describió anteriormente adjuntas al sistema.
- En las figuras se han representado varias configuraciones para los protectores contra sobretensiones y configuraciones de devanados (conectados en Delta, FIGS. 5 y 6; conectadas en Y, FIGS. 10 y 11), se concibe, pero no se afirma, que los protectores contra sobretensiones se puedan utilizar con muchas configuraciones diferentes aparte de la configuración Delta reivindicada.
- 10 Con referencia ahora a las FIGS. 12A y 12B, se presenta una ilustración de un sistema de protección contra sobretensiones integrado 300 en el sistema de protección contra sobretensiones transitorias 100 (FIG. 12A) junto con un diagrama esquemático correspondiente (FIG. 12B). El sistema de protección contra sobretensiones integrado 300 es similar al sistema de protección contra sobretensiones integrado 200 con la excepción de que, en lugar de que cada carcasa 141, 143, 145 incluya tres protectores contra sobretensiones, las carcasas 141, 143, 145 comprenden cada una dos protectores contra sobretensiones. Otro descargador de sobretensiones 115 está conectado entre la conexión del punto Y y tierra.
- 15

REIVINDICACIONES

1. Un sistema (100) para protección contra sobretensiones transitorias de un transformador trifásico, comprendiendo el sistema (100):
- un transformador de tipo seco que incluye un primer (102), segundo (104) y tercer devanados (106),
- 5 un primer descargador de sobretensiones (120);
- un segundo descargador de sobretensiones (122);
- estando el primer descargador de sobretensiones (120) y el segundo descargador de sobretensiones (122) conectados en serie entre sí y conectados en paralelo con el primer devanado (102), en donde un punto de conexión entre el primer descargador de sobretensiones (120) y el segundo descargador de sobretensiones (122) está conectado
- 10 eléctricamente a una ubicación del primer devanado (102);
- un tercer descargador de sobretensiones (128);
- un cuarto descargador de sobretensiones (130);
- estando el tercer descargador de sobretensiones (128) y el cuarto descargador de sobretensiones (130) conectados en serie entre sí y conectados en paralelo con el segundo devanado (104), en donde un punto de conexión entre el
- 15 tercer descargador de sobretensiones (128) y el cuarto descargador de sobretensiones (130) está conectado eléctricamente a una ubicación del segundo devanado;
- un quinto descargador de sobretensiones (134); y
- un sexto descargador de sobretensiones (136);
- estando el quinto descargador de sobretensiones (134) y el sexto descargador de sobretensiones (136) conectados
- 20 en serie entre sí y conectados en paralelo con el tercer devanado (106), en donde un punto de conexión entre el quinto descargador de sobretensiones (134) y el sexto descargador de sobretensiones (136) está conectado eléctricamente a una ubicación del tercer devanado (106),
- en donde cada uno de los devanados primero, segundo y tercero (102, 104, 106) tiene un primer y segundo extremos y la distancia desde el primer extremo al segundo extremo es la longitud L,
- 25 en donde el punto de conexión respectivo es la ubicación media de los devanados primero, segundo y tercero (102, 104, 106), que está ubicado en un rango de $L/4$ a $3 L/4$,
- en donde los devanados primero (102), segundo (104) y tercero (106) están interconectados en una configuración de un transformador conectado en triángulo,
- comprendiendo el sistema, además:
- 30 un séptimo descargador de sobretensiones (114) conectado eléctricamente en un primer extremo a un punto de conexión entre los devanados primero (102) y segundo (104);
- un octavo descargador de sobretensiones (116) conectado eléctricamente en un primer extremo a un punto de conexión entre el primer (102) y el tercer devanado (106), y
- 35 un noveno descargador de sobretensiones (118) conectado eléctricamente en un primer extremo a un punto de conexión entre el segundo (104) y tercer devanados (106),
- en donde los segundos extremos de dichos descargadores de sobretensiones séptimo (114), octavo (116) y noveno (118) están conectados eléctricamente a tierra,
- comprendiendo el sistema, además
- 40 un primer condensador (140) conectado eléctricamente en paralelo con dicho séptimo descargador de sobretensiones (114);
- un segundo condensador (142) conectado eléctricamente en paralelo con dicho octavo descargador de sobretensiones (116); y
- un tercer condensador (144) conectado eléctricamente en paralelo con dicho noveno descargador de sobretensiones (118).
- 45 2. El sistema (100) según la reivindicación 1, en donde dichos condensadores primero (114), segundo (116) y tercero (118) comprenden condensadores de tipo seco.

3. El sistema (100) según la reivindicación 1, en el que la configuración se selecciona como un transformador conectado en triángulo, en donde,
- dicho primer descargador de sobretensiones comprende dos descargador de sobretensiones 1-1 y 1-2 conectados en serie;
- 5 dicho segundo descargador de sobretensiones comprende dos descargadores de sobretensiones 2-1 y 2-2 conectados en serie;
- en donde el descargador de sobretensiones 1-1 tiene un primer extremo conectado eléctricamente al primer extremo del primer devanado (102) y el descargador de sobretensiones 1-2 tiene un segundo extremo conectado eléctricamente a la ubicación intermedia del primer devanado (102);
- 10 dicho descargador de sobretensiones 1-1 tiene un segundo extremo conectado eléctricamente a un primer extremo del descargador de sobretensiones 1-2 y a una ubicación a lo largo del primer devanado (102) entre el primer extremo y la ubicación intermedia;
- en donde el descargador de sobretensiones 2-2 tiene un segundo extremo conectado eléctricamente al segundo extremo del primer devanado (102) y el descargador de sobretensiones 2-1 tiene un primer extremo conectado
- 15 eléctricamente a la ubicación intermedia del primer devanado (102);
- dicho descargador de sobretensiones 2-1 tiene un segundo extremo conectado eléctricamente a un primer extremo del descargador de sobretensiones 2-2 y a una ubicación a lo largo del primer devanado (102) entre el segundo extremo y la ubicación intermedia.
4. El sistema (100) según la reivindicación 1, que comprende además disyuntores (108, 110, 112) acoplados a cada
- 20 fase del transformador trifásico.
5. El sistema (100) según la reivindicación 4, en el que los disyuntores comprenden disyuntores de vacío.

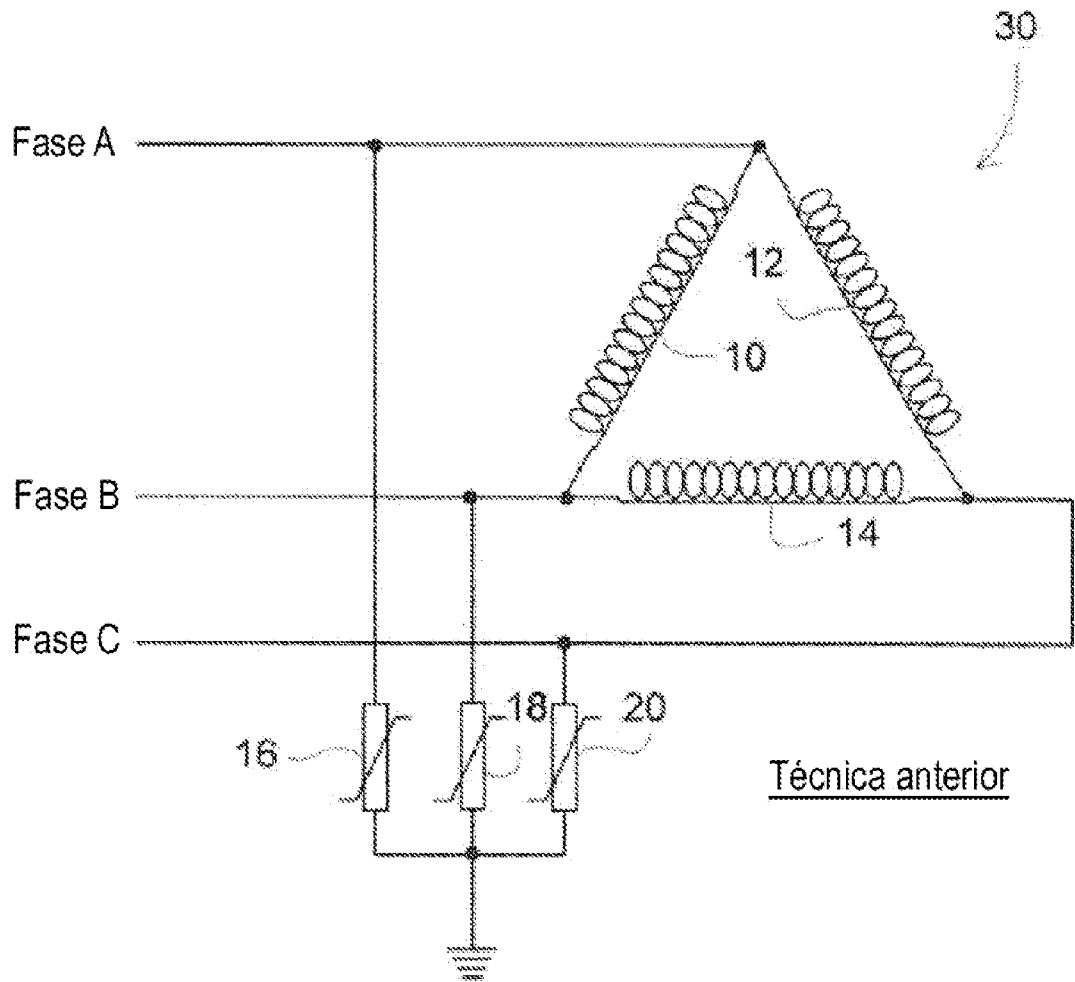


Figura 1

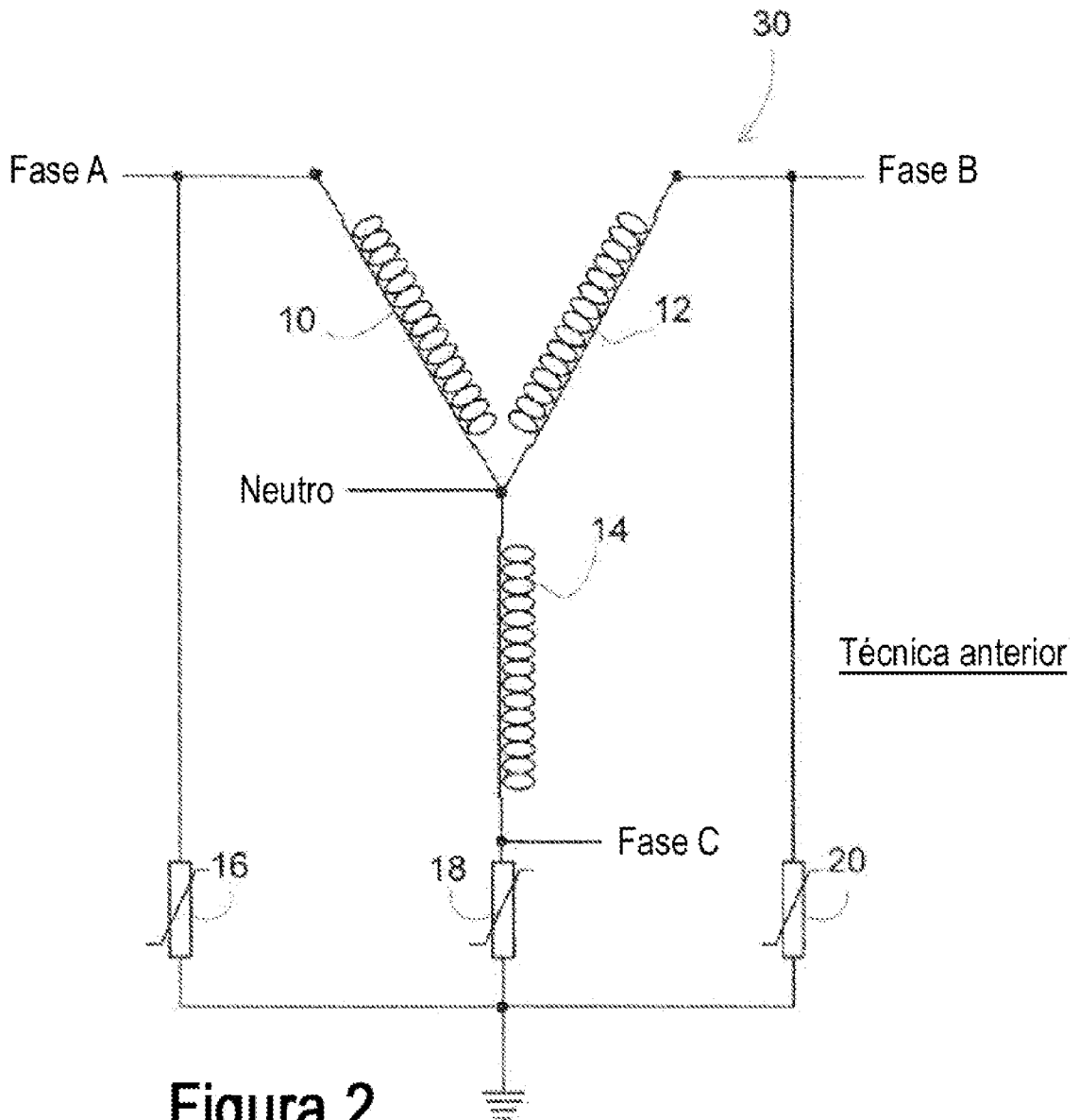


Figura 2

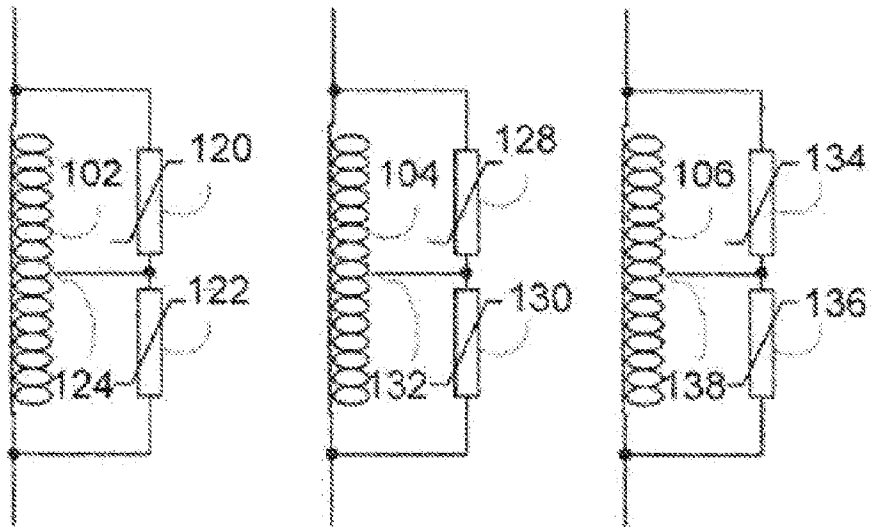


Figura 3

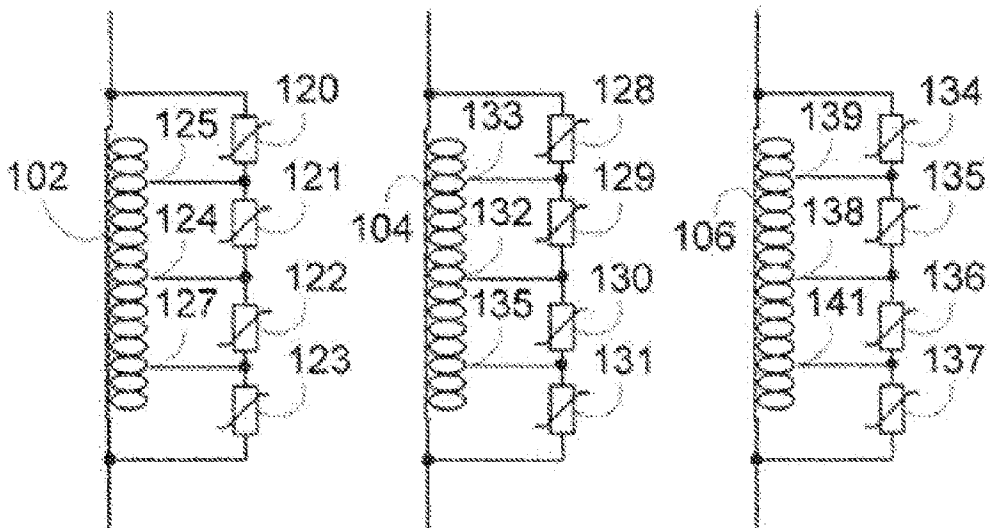


Figura 4

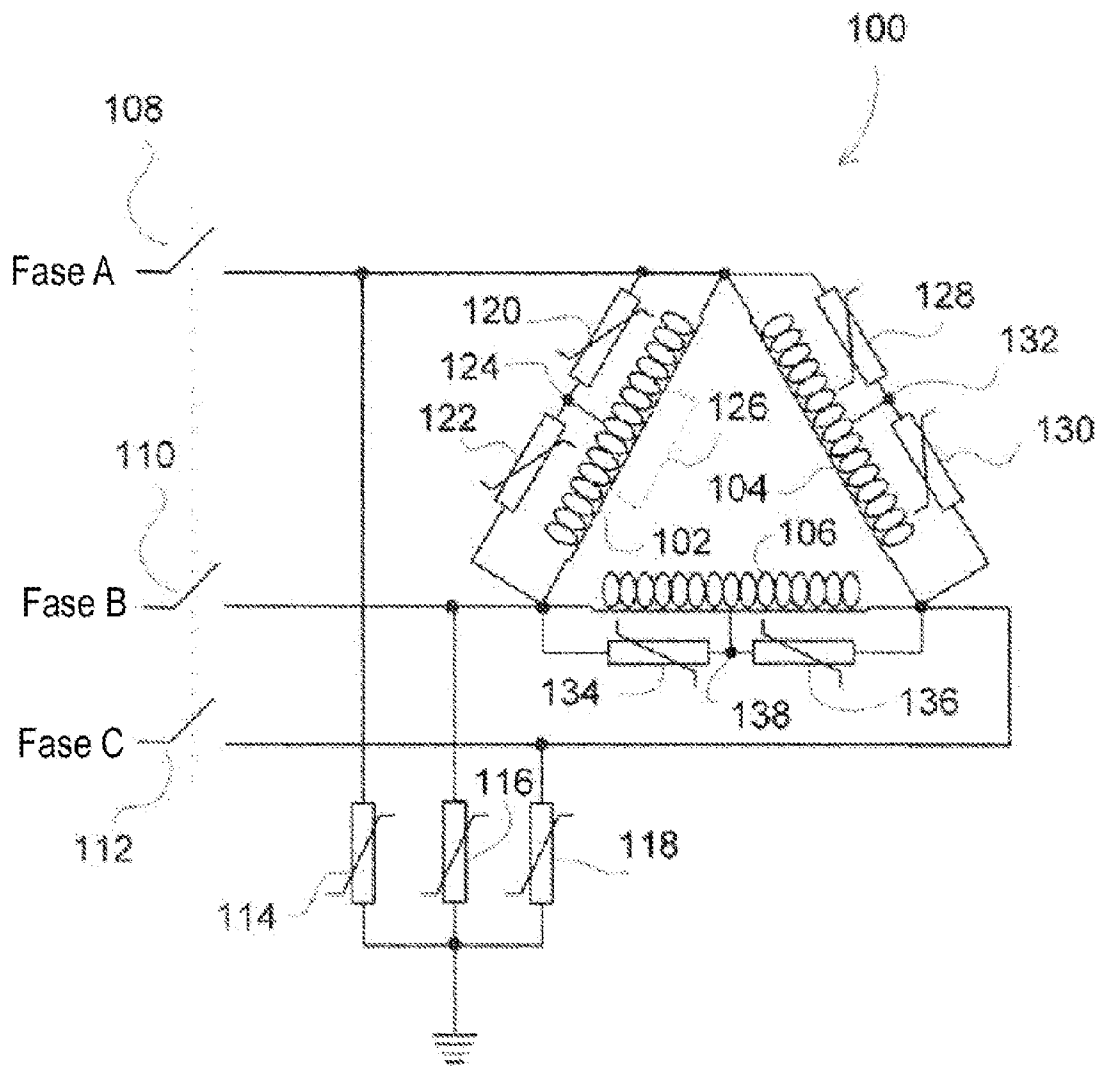


Figura 5

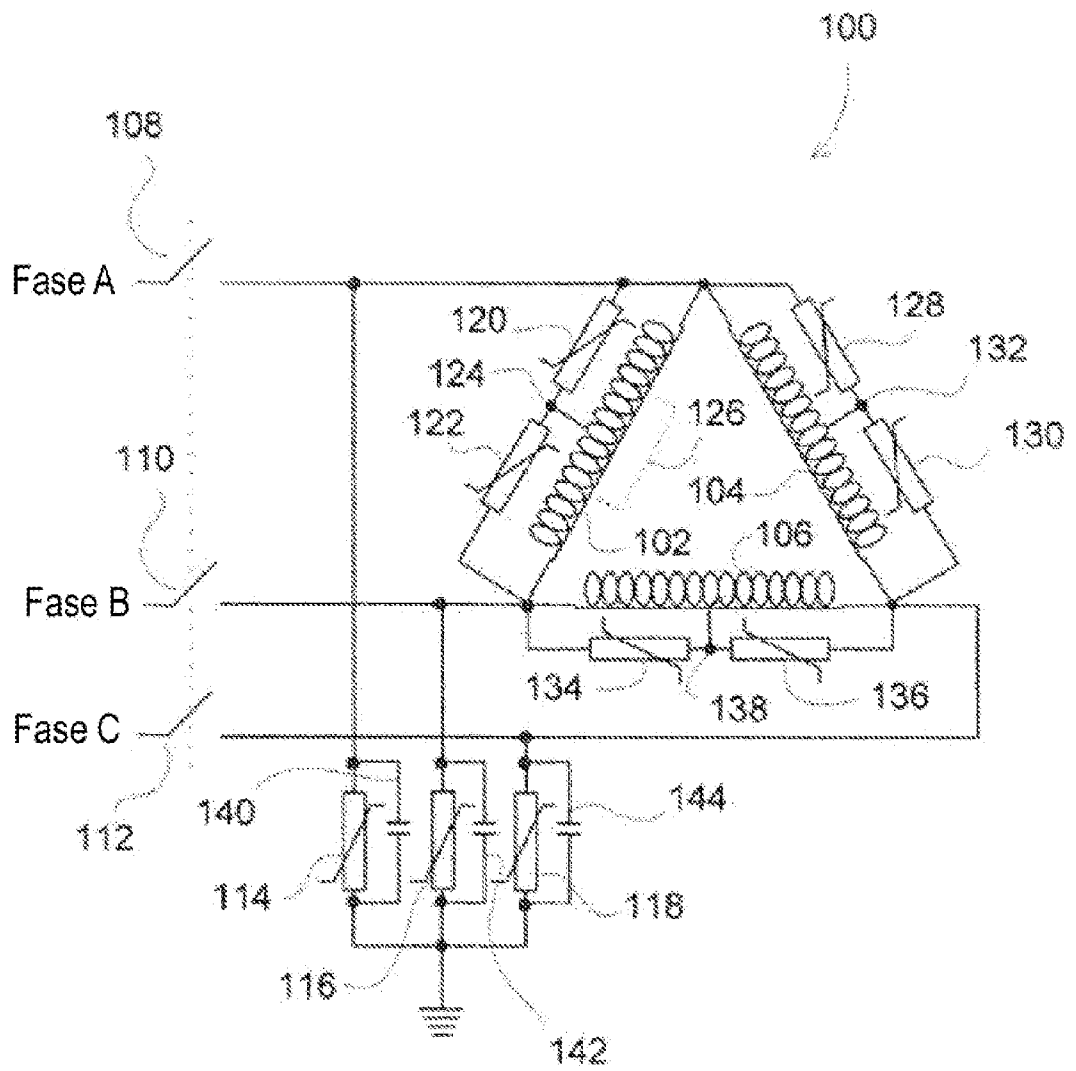


Figura 6

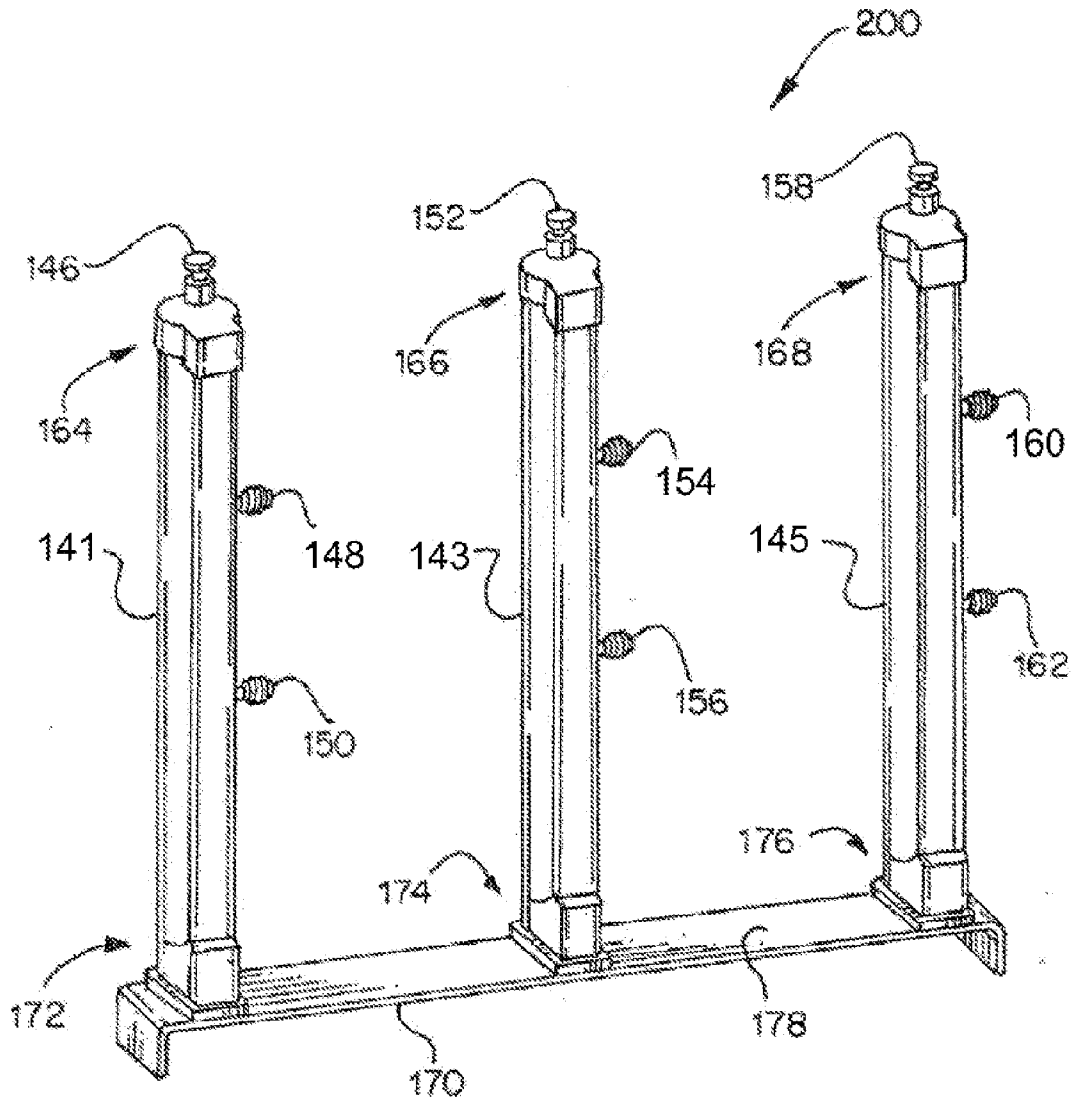


Figura 7A

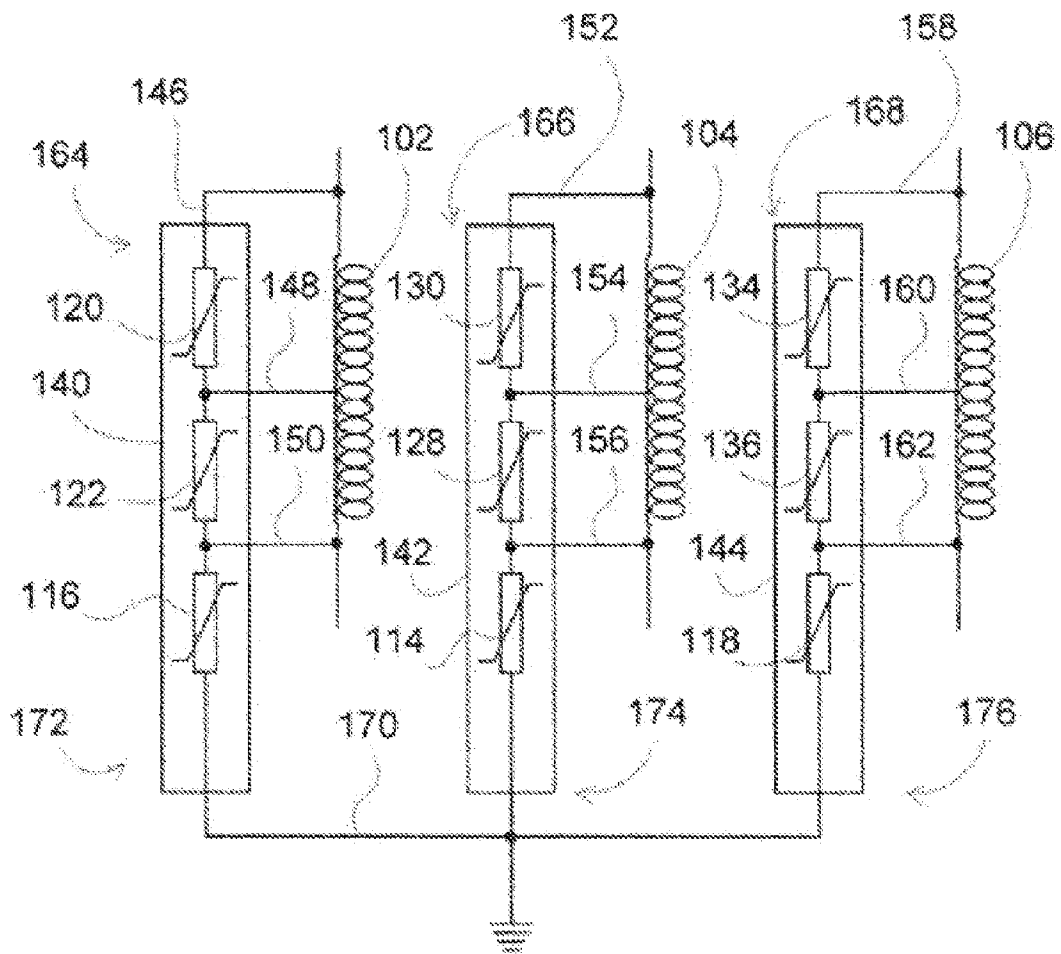


Figura 7B

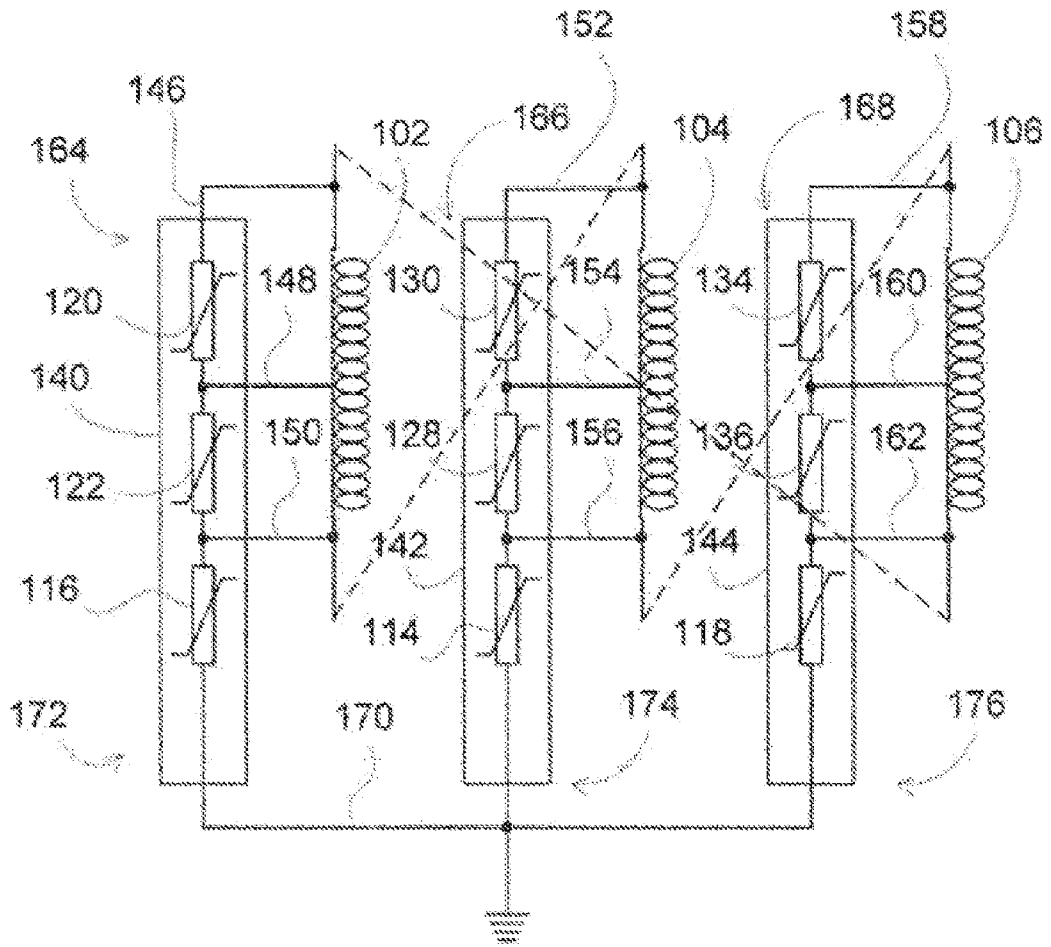


Figura 7C

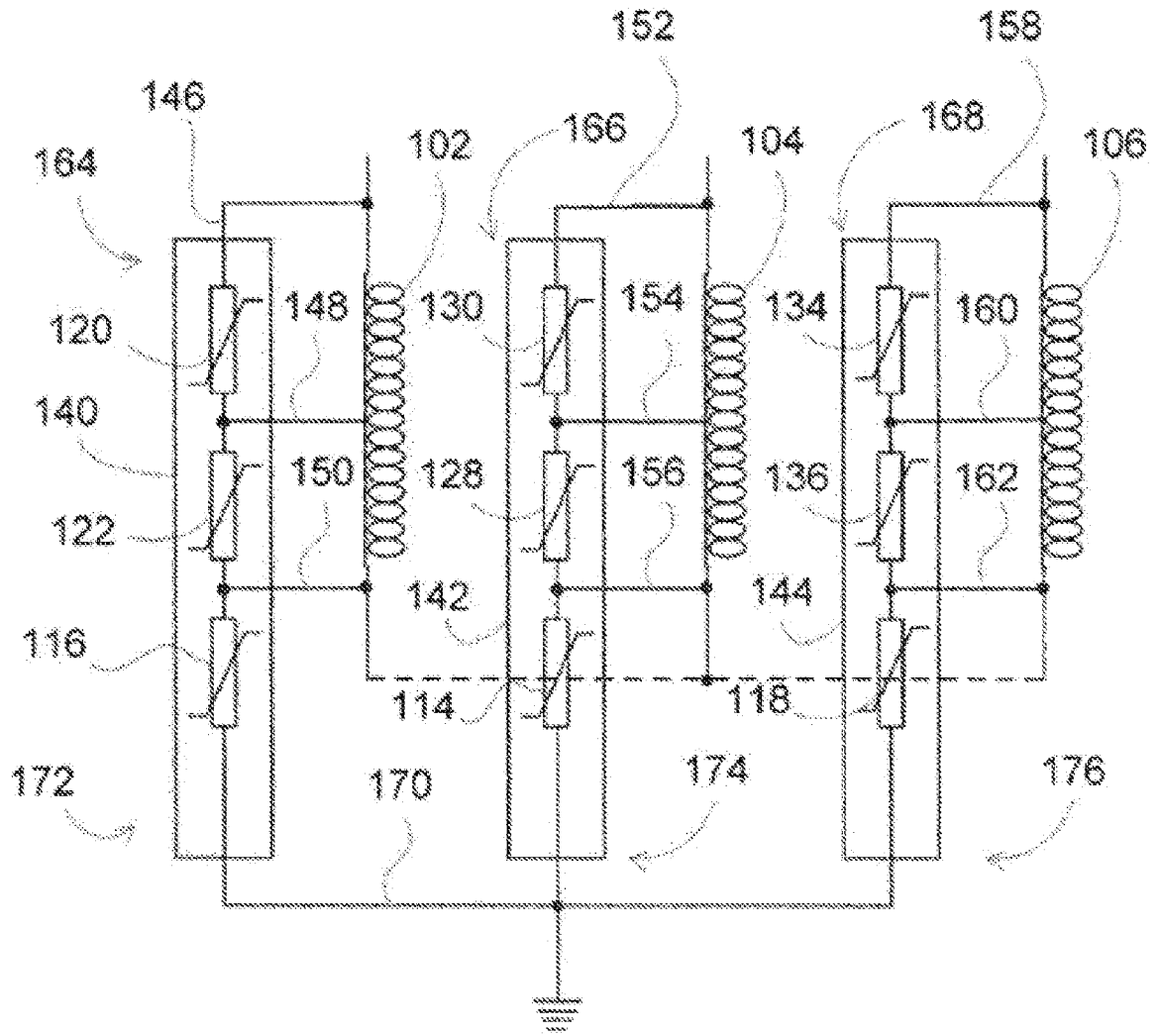


Figura 7D

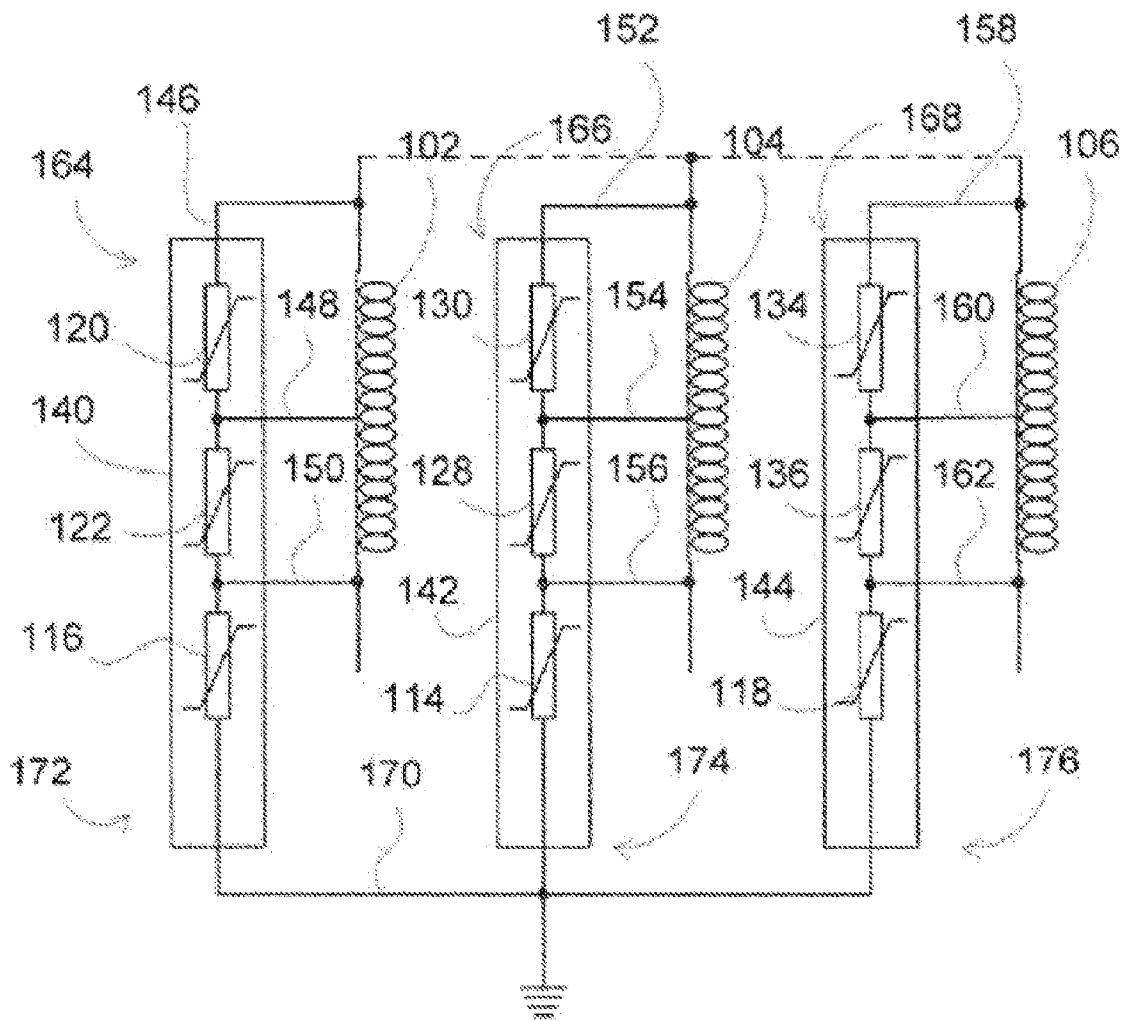


Figura 7E

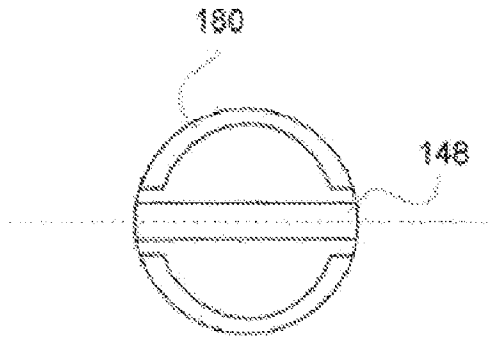


Figura 8B

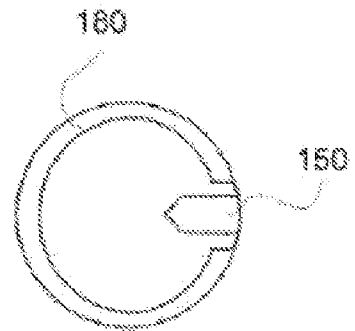


Figura 8C

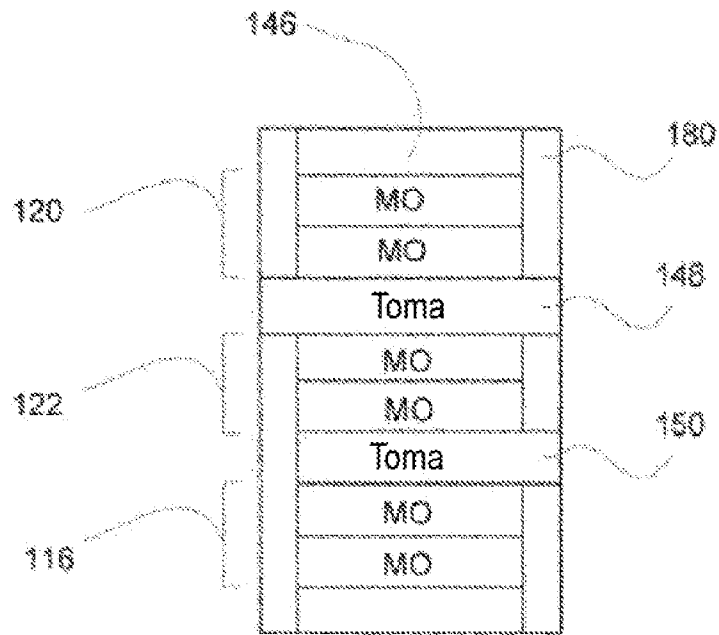


Figura 8A

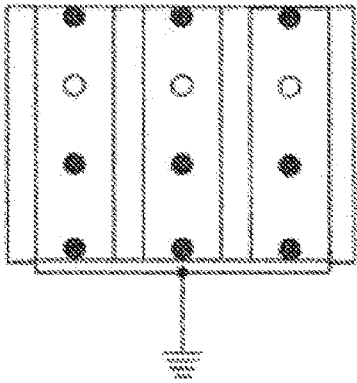


Figura 9C



Figura 9D

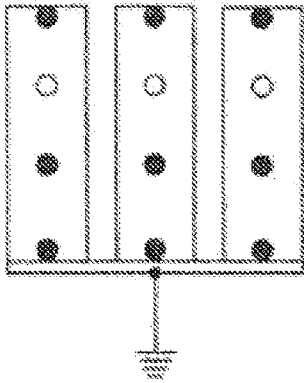


Figura 9A

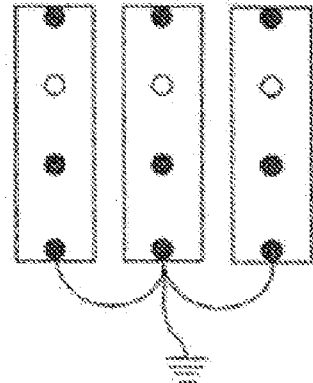


Figura 9B

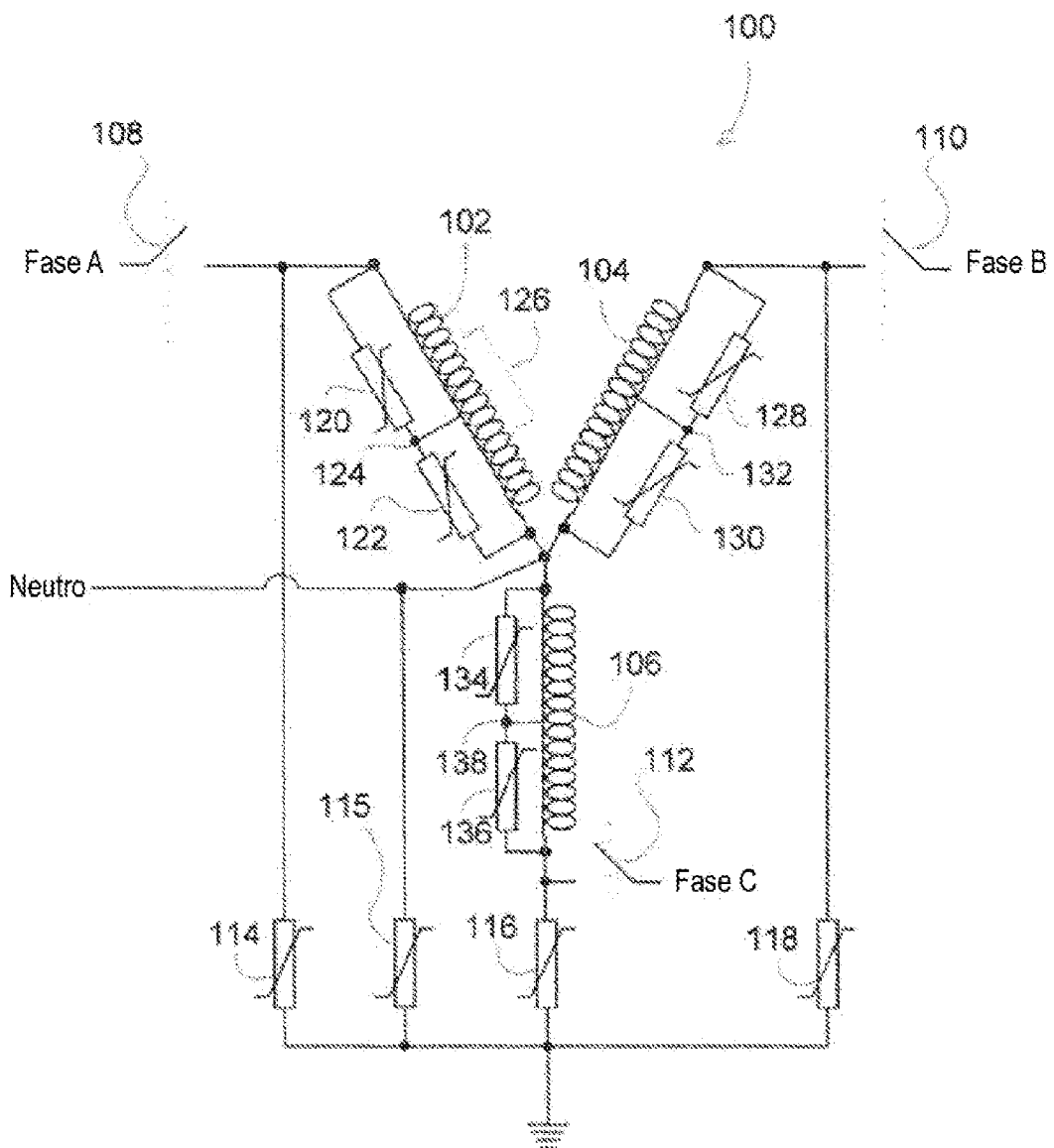


Figura 10

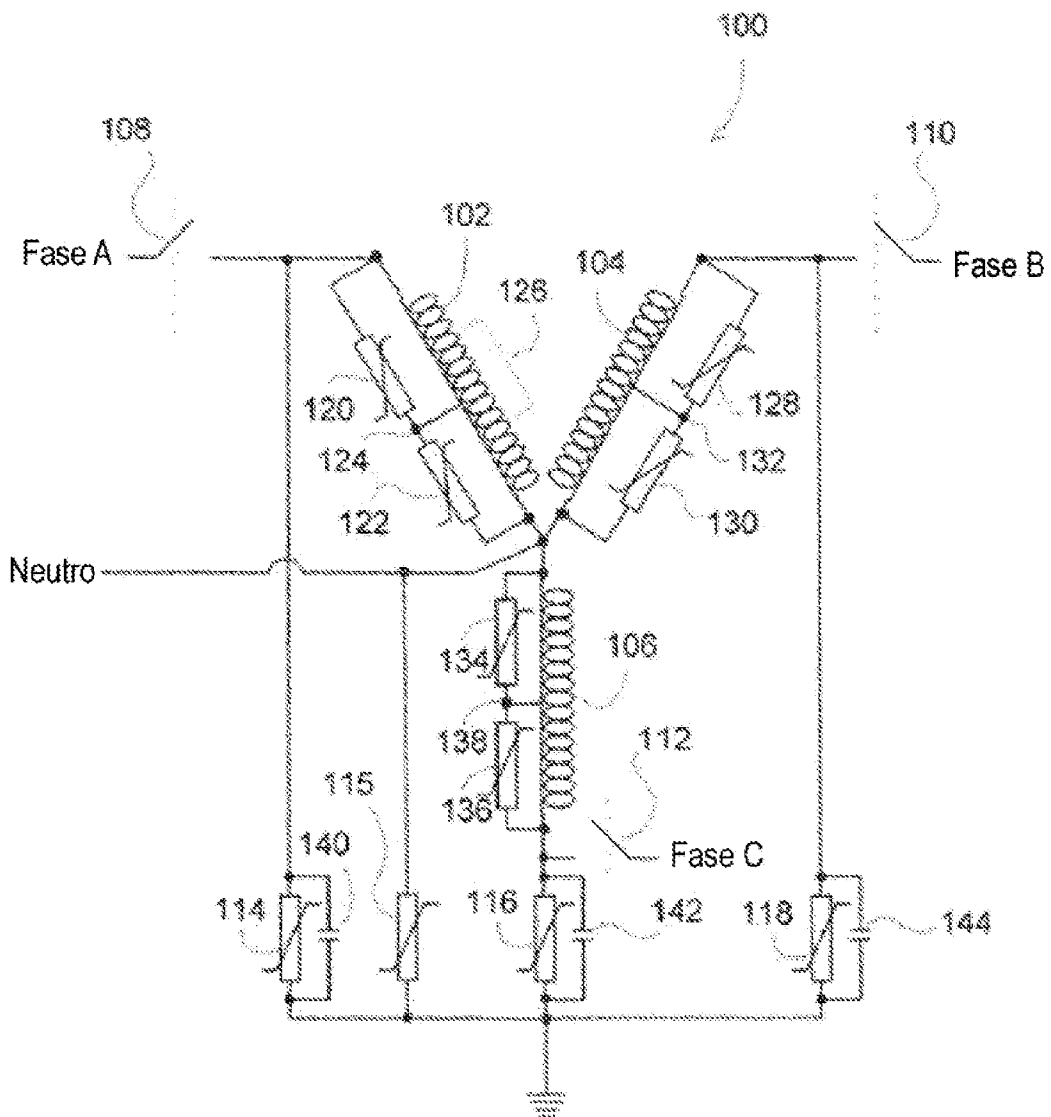


Figura 11

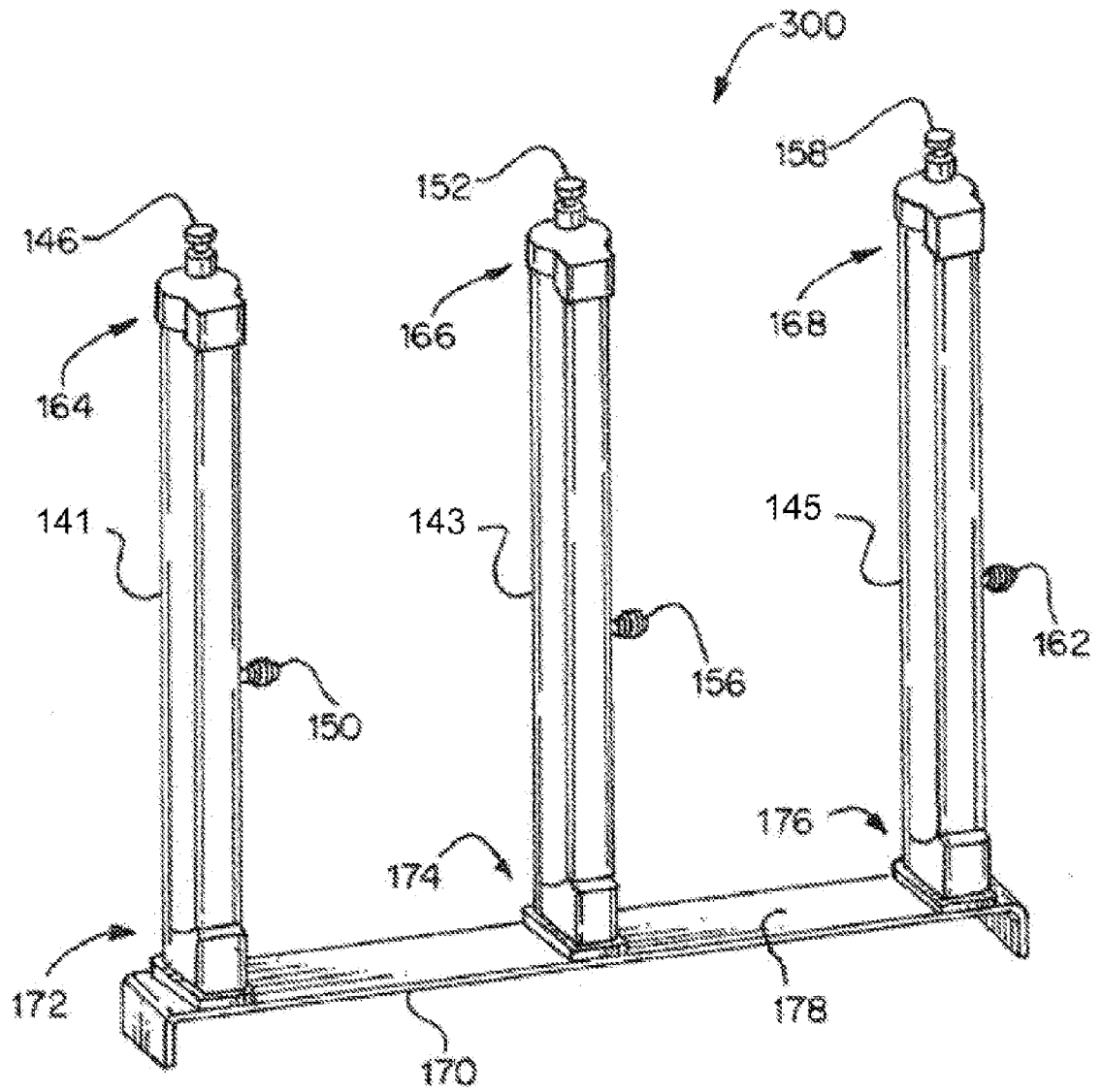


Figura 12A

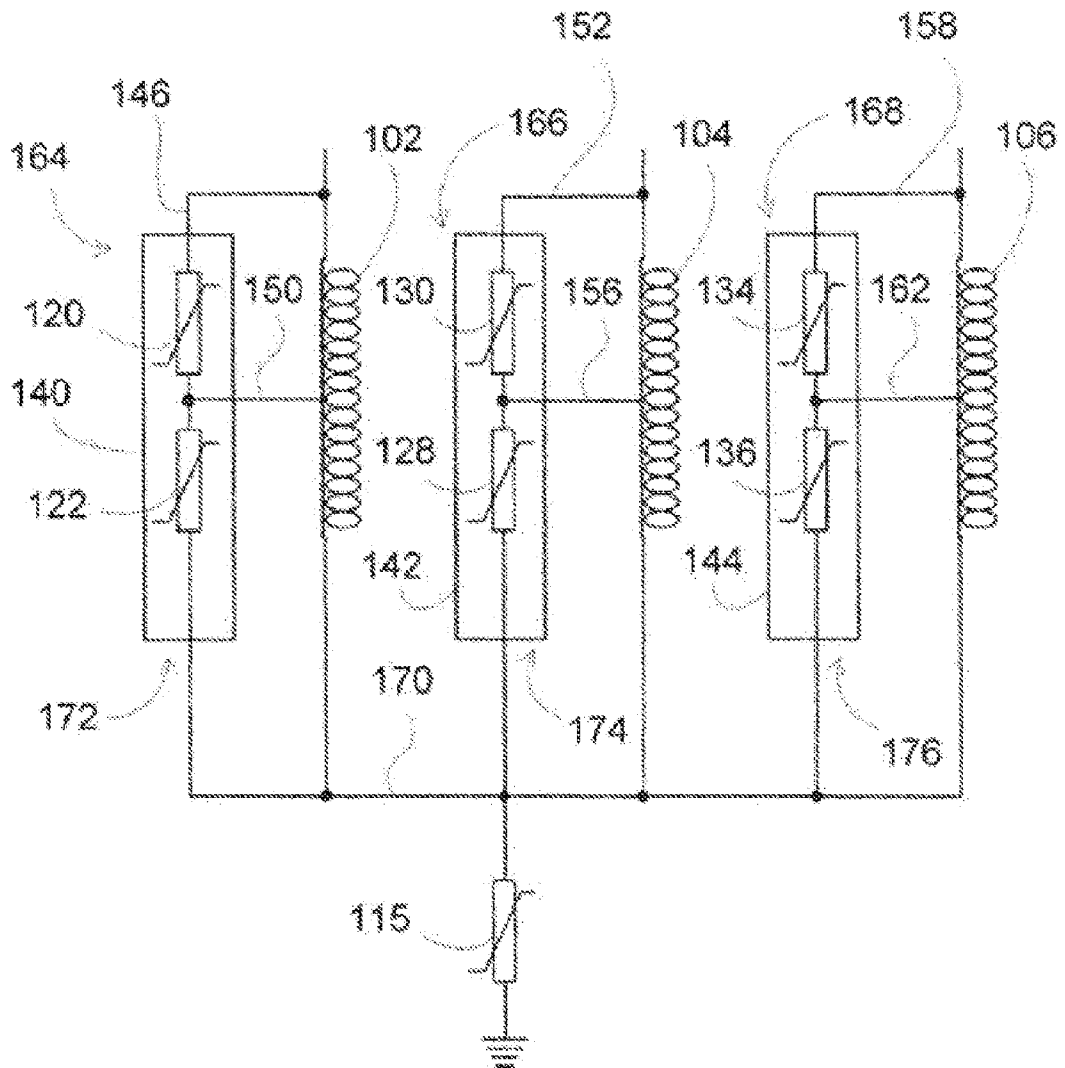


Figura 12B