

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 655 075**

51 Int. Cl.:

H01F 27/40 (2006.01)

H02B 7/00 (2006.01)

H02G 5/06 (2006.01)

H02B 5/00 (2006.01)

H02B 13/035 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **28.07.2010 PCT/ES2010/070524**

87 Fecha y número de publicación internacional: **02.02.2012 WO12013831**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.07.2010 E 10763198 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.09.2017 EP 2600363**

54 Título: **Dispositivo de conexión para módulos de subestaciones de transformación**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
16.02.2018

73 Titular/es:

**ORMAZABAL Y CIA., S.L.U. (100.0%)
B° Basauntz nº 2
48140 Igorre (Bizkaia), ES**

72 Inventor/es:

**COCA FIGUEROLA, CARLOS;
CARMONA RUIZ, JOSÉ IGNACIO;
FLORES LOSADA, LUÍS;
SÁNCHEZ RUIZ, JOSÉ ANTONIO;
SABAS FERNÁNDEZ, JOSÉ LUÍS;
RUBIO CHUAN, MIGUEL y
CORMENZANA LÓPEZ, JAVIER**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 655 075 T3

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

DESCRIPCIÓN

Dispositivo de conexión para módulos de subestaciones de transformación

Objeto de la invención

La subestación de transformación objeto de la presente invención comprende al menos un aparellaje de alta tensión, al menos un cuadro de baja tensión y un transformador, con la particularidad de que dicha subestación de transformación comprende un dispositivo de conexión que permite llevar a cabo la conexión eléctrica de alta tensión entre el transformador y el aparellaje de alta tensión, sin empleo de cables externos, y que además permite una protección integral y segura de las personas y los bienes frente a posibles defectos en la subestación de transformación, comprendiendo para ello dicho dispositivo de conexión medios de medida/control y al menos un elemento de protección frente a corrientes de falla. Los medios de medida/control se encuentran asociadas con al menos un dispositivo de control/protección de la subestación de transformación, de forma que en caso de un evento de falla o incidencia en dicha subestación, el dispositivo de control/protección permite la desconexión de dicha subestación, evitando perturbaciones de la red de alta tensión y de baja tensión.

Asimismo, la subestación de transformación modular objeto de la invención no está constituido como un monobloque diseñado específicamente sino que está compuesto por los mismos componentes individuales utilizados en cualquier subestación de transformación, esto es el transformador, aparellajes de alta tensión y cuadro de baja tensión, manteniendo con identidad propia y separada cada uno de estos componentes, de tal manera que es posible desmontar la apartamenta de alta tensión o la de baja, manteniéndose cada elemento en perfectas condiciones de uso. Esta característica aumenta considerablemente la flexibilidad de la subestación de transformación frente a soluciones de diseño monobloque o integradas. En este sentido, este equipo pertenece a la familia de equipos compactos para subestaciones de transformación, diseñados y ensayados como un sólo equipo con su placa de características y transportados y suministrados como una unidad de transporte. Cada componente o unidad funcional que comprende la subestación de transformación objeto de la invención comprende un medio de aislamiento y refrigeración independiente y no compartido con el resto de componentes.

Antecedentes de la invención

Las subestaciones de transformación eléctrica están básicamente constituidos por tres elementos o partes fundamentales o unidades funcionales, aunque funcionalmente independientes entre sí, una de cuyas partes la determinan los aparellajes de alta tensión, mientras que una segunda parte la constituye un transformador, estando la tercera parte formada por un cuadro de baja tensión, de manera que esas partes son independientes y se encuentran conectadas eléctricamente. En este sentido, en dichas subestaciones de transformación en donde las unidades funcionales son independientes, cada una de ellas tiene un medio de aislamiento y refrigeración independiente y no compartido con otras unidades.

Según una configuración habitual los aparellajes de alta tensión comprenden una acometida y una salida, formando un bucle, así como una tercera posición de protección que alimenta al transformador, del cual a su vez sale la energía eléctrica en baja tensión, conectándose esta salida del transformador al módulo o cuadro de baja tensión que cuenta con las correspondientes bases para conexión de cables de salida para distribución y correspondiente alimentación eléctrica en baja tensión de la instalación o edificio de que se trate.

La alimentación de la subestación de transformación se realiza a través de la acometida de alta tensión de el primer aparellaje de línea, la cual está conectada, a través de la salida del bucle, con el segundo aparellaje de línea, lo que permite aislar un edificio o una instalación sin que por ello se corte la alimentación eléctrica al resto de instalaciones. De ese segundo aparellaje de línea la energía eléctrica es conducida hasta la siguiente subestación de transformación, que lógicamente alimentará a otra instalación.

A través de la tercera posición o aparellaje se alimenta el transformador, realizando la conexión eléctrica entre ambos elementos mediante cables externos, tal y como se muestra por ejemplo en las Patentes ES2228264B2, EP1267367A1, FR2881001B1, FR2826194B1, FR2905532A1 y DE9202127U1, que quedan muy expuestos pudiendo dar lugar a accidentes y averías no deseadas. Además, este cableado debe realizarse "in situ", lo que requiere de operarios especializados para realizar correctamente las distintas conexiones. En concreto, las conexiones entre los aparellajes de alta tensión y el transformador se realizan mediante cables con terminales en sus extremos, confeccionándose los terminales normalmente a pie de obra, por lo que no se les somete a los ensayos pertinentes para comprobar la calidad del acoplamiento.

También se puede realizar la conexión entre el transformador y el aparellaje mediante una conexión directa sin empleo de cables, como por ejemplo tal y como se muestra en las Patentes ES2155037B1, EP1326313A1, WO2004012312A1, WO03032458A1, WO02075757A1 y FR2782418B1.

La tercera posición, denominada como aparellaje de protección, incorpora la protección del transformador, habitualmente mediante fusibles o incluso mediante interruptor automático. Habitualmente, estos fusibles se instalan en el interior de la apartamenta de alta tensión, pero también existen soluciones en donde son integrados en la propia cuba del transformador, sumergidos en el propio aceite del transformador, o en el interior de un cubículo independiente a la apartamenta de alta tensión y al transformador, tal y como se define por ejemplo en la Patente FR2782418B1.

La función de dichos fusibles es la de evitar que fallos eléctricos que puedan producirse aguas abajo, es decir en la red de distribución de baja tensión, en el cuadro de baja tensión, en la interconexión de alta tensión o en el transformador no repercutan en la subestación, limitando así el alcance del incidente.

En este sentido, en la Patente FR2782418B1 se protegen ambas formas de realización en cuanto a la disposición de los fusibles, tanto en el interior de la cuba del transformador como en el interior de un cubículo independiente a la apartamenta de alta tensión y al transformador. En cada una de las realizaciones de dicha Patente los fusibles están acompañados por un disyuntor, el cual también se dispone junto con los fusibles en el interior de la cuba del transformador o en el interior del citado cubículo independiente. En el primer caso, los fusibles y el disyuntor se encuentran aislados en el propio líquido dieléctrico del transformador, y en el segundo caso, en un gas dieléctrico que comprende el citado cubículo. En este último caso, el cubículo se encuentra montado sobre la tapa del transformador y sobre la apartamenta de alta tensión, realizándose la interconexión transformador - cubículo - aparellaje de alta tensión mediante pasamuros que comprenden el transformador, el citado cubículo y la apartamenta de alta tensión. Por tanto, en esta Patente francesa se aprovecha la interconexión entre transformador y apartamenta de alta tensión para incluir en ella parte de la protección de la subestación de transformación, que en el resto de ejemplos de Patente mencionados se incluye en el interior de los aparellajes o apartamenta de alta tensión, excepto en la WO03032458A1. En una realización posible de este último documento de Patente también se dispone parte de los elementos de protección, tales como fusibles, en el interior de un módulo de protección independiente.

El conjunto determinado por los aparellajes de alta tensión, el transformador y el cuadro de baja tensión suelen disponerse en una habitación cerrada que en la mayor parte de los casos corresponde a un sótano o lonja del edificio que se quiere dar suministro, o bien en una caseta exterior y próxima al edificio, debiendo ofrecer unas condiciones suficientes de seguridad y ergonomía para los operarios, que se materializan en accesos adecuados o espacios hábiles para la maniobra e instalación de los equipos.

El principal requisito, en cuanto al espacio es la necesidad de disponer de un frente libre de aproximadamente un metro de ancho tanto en la apartamenta de alta tensión, como en la de baja tensión, así como un pasillo de acceso y distancias de seguridad a elementos que están en tensión y pueden ser accesibles por operarios o terceras personas. Esto hace que en la práctica se requiera una gran cantidad de espacio para la ubicación de todos los componentes de la subestación, lo que supone un gran coste para la empresa de suministro eléctrico. Es por ello que, en la actualidad, hay un gran interés en equipos compactos que ocupen cada vez espacios más reducidos.

En este sentido, la solución de la Patente FR2782418B1 supone el inconveniente de que debido a la instalación de los fusibles en el interior del transformador, este transformador sea de mayores dimensiones, y por tanto, ocupe mayor espacio que un transformador convencional. El mismo problema de espacio supone el caso en el que los fusibles se encuentran instalados dentro de un cubículo que se monta sobre la tapa del transformador y sobre la apartamenta de alta tensión, ya que se añade un bulto más a la subestación de transformación. Además, debido al medio dieléctrico empleado en dicho cubículo y por tanto debido a las distancias de aislamiento a respetar entre fases, dicho cubículo puede ocupar un espacio considerable, y en consecuencia la subestación de transformación ser más voluminoso. Asimismo, debido al empleo de un gas como medio dieléctrico en dicho cubículo, en caso de fusión de alguno de los fusibles, dicho cubículo debe ser reemplazado por otro nuevo, lo cual supone, además del desmontaje del mismo, el vaciado del gas interno, siendo éste un gas tóxico y que puede contribuir en el efecto invernadero, por lo que se requiere un proceso de reemplazamiento más complicado, más caro y meticuloso.

Asimismo, la solución de la Patente FR2782418B1 supone el inconveniente de que debido a la instalación de la apartamenta de alta tensión y de baja tensión sobre un plano vertical del transformador se eliminan las aletas de refrigeración correspondientes a dicho plano o lado vertical del transformador, lo cual supone la reducción de la superficie útil de refrigeración del transformador, y por tanto, la elevación de la temperatura de funcionamiento del mismo. La misma problemática se repite en la solución de ES2155037B1.

En relación con los transformadores empleados en las soluciones de WO03032458A1, WO02075757A1 y ES2155037B1, estos transformadores tratan sobre transformadores "especiales", ya que en la solución WO02075757A1 los pasamuros correspondientes a la baja tensión se disponen en un lado vertical del transformador, mientras que en el caso de la solución ES2155037B1 se disponen en un lado vertical tanto los pasamuros de baja tensión como los de media tensión. Esta configuración del transformador complica las labores de

montaje en su fabricación, ya que en la operación de encubado de un transformador “estándar” todos los elementos del mismo (devanados, circuito magnético, pasamuros, etc.) van sujetos a la propia tapa del transformador, estando todas las conexiones eléctricas necesarias entre los elementos realizadas de antemano, y se introducen en la cuba a la vez que se coloca la tapa, para después atornillar dicha tapa a la cuba y posteriormente llenarla con aceite. En este sentido, en el caso de WO0207575A1 y ES2155037B1, las operaciones de montaje se complican, debido a lo complejo que resulta la realización de las conexiones interiores a la cuba entre los pasamuros y los devanados.

En el estado de la técnica, tal y como se muestra en los ejemplos de Patente mencionados, en los que se aprovecha la interconexión entre el transformador y los aparellajes de alta tensión para incluir una parte de la protección de la subestación de transformación, dicha parte de protección la constituyen los fusibles y los disyuntores o interruptores. El resto de elementos que conforma el sistema de protección de la subestación de transformación se dispone integrado en los mismos aparellajes de alta tensión, como por ejemplo los relés electrónicos y los medios de medida y control asociados a dichos relés electrónicos, como por ejemplo sensores de tensión, sensores de intensidad, transformadores de tensión, medios de recepción/transmisión de señales vía PLC, medios de detección de descargas parciales, etc.

Como es sabido, los relés electrónicos y los medios de medida y control que estos llevan asociados constituyen la parte inteligente de las subestaciones de transformación, es decir, constituyen una unidad de protección integral que evitan perturbaciones de la red de alta tensión y de baja tensión, aislando la subestación de transformación en defecto. En las subestaciones de transformación actuales el fusible en sí es la protección de dichas subestaciones. El fusible protege al equipo, y si además se desea ver otro tipo de defectos no protegidos por el fusible se puede disponer de un relé combinado o asociado con los fusibles. Asimismo, el disyuntor o interruptor también actúa bajo las órdenes del relé electrónico, el cual ordena la apertura de dicho disyuntor o interruptor como consecuencia de un evento de falla.

La solicitud de patente DE102007057017 A1 se refiere a una disposición que comprende un transformador y un dispositivo de conmutación, en el que, por un lado, el dispositivo de conmutación está conectado a la red de suministro de energía eléctrica y, por el otro lado, al transformador. La conexión eléctrica entre el dispositivo de conmutación y el transformador se realiza a través de una penetración de aislamiento.

Por otro lado, la solicitud de patente US2513425 A se refiere a un sistema terminal modular de conductor eléctrico que proporciona la conexión eléctrica entre dos terminales de cable blindados o entre un terminal de cable y un transformador/dispositivo de conmutación. En el caso de una conexión entre dos terminales de cable, dichos dos terminales de cable están conectados mediante un cuerpo central que comprende un fusible encapsulado. Sin embargo, dicho documento US2513425 A no comprende ningún elemento de conexión que permita una conexión directa y forma de enchufe entre dos dispositivos eléctricos, es decir, no se evita un puente de cables, y al menos se usa siempre un terminal de cable. Este sistema conecta un cable a otro cable o al equipo, y no permite una conexión directa (sin usar cables) entre dos equipos eléctricos tales como transformadores y dicho aparellaje.

Finalmente, las solicitudes US3868616 A y EP0769795 A2 también se refieren a conexiones entre al menos un cable o cable terminal con un equipo eléctrico. En conclusión, este tipo de conexiones eléctricas a través de cableado externo están muy expuestas y pueden provocar accidentes no deseados y averías. Además, este cableado se realiza “in situ”, lo que requiere operadores especializados para realizar correctamente las diferentes conexiones. Por lo tanto, el montaje de los terminales de cable se realiza usualmente en el sitio y no está sometido a las pruebas relevantes para comprobar la calidad de la conexión. Un montaje pobre de los terminales del cable o un mal apriete pueden provocar un aumento significativo en la temperatura, fallos dieléctricos, etc.

Descripción de la invención

La presente invención se refiere a una subestación de transformación modular, que comprende al menos un aparellaje de alta tensión, un transformador y un cuadro de baja tensión, de forma que siendo dicha subestación de transformación modular, los módulos que lo componen son estándares y se pueden combinar dando lugar a diferentes soluciones finales, manteniendo cada uno de dichos módulos su identidad propia y separada, de tal manera que es posible desmontar la aparamenta de alta tensión o la de baja, manteniéndose cada elemento en perfectas condiciones de uso.

De acuerdo con la presente invención el transformador es un transformador convencional, es decir, que comprende aletas de refrigeración en sus cuatro paredes laterales y una tapa superior configurada para permitir una conexión eléctrica de alta tensión entre el transformador y los aparellajes de alta tensión y una conexión eléctrica de baja tensión con el cuadro de baja tensión.

La conexión eléctrica de alta tensión entre los aparellajes de alta tensión y el transformador, así como la conexión eléctrica de baja tensión entre el transformador y el cuadro de baja tensión se realizarán directamente sobre la tapa superior del transformador.

Una de las principales características de la subestación de transformación es que la conexión eléctrica de alta tensión entre los aparellajes de alta tensión y el transformador se realiza a través de al menos un dispositivo de conexión, de tal forma que la conexión eléctrica de alta tensión se realiza sin cables externos (conexión directa apantallada), realizándose estas conexiones en fábrica, por lo que se evita que queden expuestas al exterior, solucionándose los problemas debidos a la existencia del cableado. Además, estas conexiones pueden ser de tipo enchufable, lo que permite la conexión y desconexión de las distintas unidades cuando sea necesario, manteniendo cada unidad independiente su capacidad funcional.

De acuerdo a la presente invención el dispositivo de conexión comprende al menos un cuerpo aislante en cuyo interior se encuentran encapsulados:

- al menos un primer elemento de conexión eléctrica configurado para la conexión directa a unos primeros medios de acoplamiento previstos en la tapa del transformador

- al menos un segundo elemento de conexión eléctrica configurado para la conexión directa a unos segundos medios de acoplamiento del aparellaje de alta tensión

- al menos un elemento de protección que comprende un elemento fusible limitador de corriente que puede producir la desconexión de la subestación cuando se produce una corriente de falla que provoca la fusión del elemento fusible,

y porque el dispositivo de conexión comprende al menos un medio de medida y control que en combinación con al menos un dispositivo de control/protección de la subestación puede ordenar la apertura de un interruptor del aparellaje de alta tensión que produce la desconexión de la subestación, de forma que el citado elemento de protección actúa frente a corrientes de falla cuya intensidad produce la fusión del elemento fusible mientras que frente a corrientes de falla de intensidades que no producen la fusión del elemento fusible el dispositivo de control/protección ordena la desconexión de la subestación.

Al estar todos los elementos correspondientes al dispositivo de conexión encapsulados en al menos un cuerpo aislante sólido (de alta resistencia eléctrica) se consigue reducir la distancia de aislamiento entre las fases que constituyen la conexión eléctrica de alta tensión, el tamaño de las instalaciones y, en definitiva, los costes. Además, debido al empleo de un medio de aislamiento sólido, la sustitución del dispositivo de conexión no implica un procedimiento complicado ni caro, no teniendo que llevar a cabo operaciones tales como por ejemplo el vaciado de gas.

El al menos un dispositivo de control/protección puede comprender un relé electrónico de la subestación de transformación. El al menos un medio de medida/control puede comprender alguno de los siguientes elementos: un sensor de tensión, sensor de intensidad, transformador de tensión, medios de recepción/transmisión de señales vía PLC, medios de detección de descargas parciales, etc.

El al menos un elemento de protección puede ser un fusible limitador de corriente de alto poder de ruptura, siendo dicho elemento de protección una protección de respaldo al dispositivo de control/protección de la subestación de transformación. De esta forma, la constitución del sistema de protección de la subestación mediante al menos un dispositivo de control/protección y el elemento de protección permite emplear un interruptor de menores prestaciones, lo cual supone un ahorro en los costes finales de la subestación de transformación. En este sentido, se producirá el disparo del interruptor por la fusión de fusible de respaldo mediante combinación electrónica con relé e indicación de la fase fundida sólo para el caso de falla a partir de un valor prefijado, como por ejemplo un cortocircuito interno en el transformador. Para el resto de fallas e incidencias que puedan ocurrir en la subestación de transformación el dispositivo de control/protección permite llevar a cabo el control y la protección de dicha subestación.

En este sentido, el dispositivo de control/protección dispone medios de indicación del motivo de desconexión de la subestación y ordena la apertura del interruptor como consecuencia de:

- Sobrecarga del transformador en función del estado inicial de carga del transformador y la temperatura ambiente.
- Variación de presión en el interior del transformador.
- Variación de la temperatura (puede ser con medida directa o indirecta) en el medio dieléctrico del transformador.
- Fuga del medio dieléctrico del transformador.

- Cortocircuito en la interconexión de baja tensión entre el transformador y cuadro de baja tensión.
- Defectos de impedancia (falla) fase-tierra de la red de distribución de baja tensión.
- Defectos homopolares (falla homopolar) en la subestación de transformación.
- Cortocircuitos internos en el transformador. En este caso se ordena la apertura del interruptor como consecuencia de la actuación del elemento de protección (disparo por fusión de fusible de respaldo mediante combinación electrónica con relé e indicación de la fase fundida).
- Una potencia reactiva (generación distribuida).

Adicionalmente, el dispositivo de conexión, control y protección comprende al menos un elemento de conexión adicional que permite la instalación de los medios de medida/control a través de unos terceros medios de acoplamiento, pudiendo comprender dichos medios de medida/control al menos un sensor de tensión, al menos un transformador de tensión, medios de recepción/transmisión de señales vía PLC, medios de detección de descargas parciales, etc.

Los segundos medios de acoplamiento del aparellaje de alta tensión pueden comprender unas pantallas estándar para estandarizar el campo eléctrico, que a su vez permiten la toma de tensión capacitiva. Asimismo, estos segundos medios de acoplamiento pueden comprender al menos un transformador o dispositivo de detección toroidal instalado por el exterior, y en la base, de dichos medios de acoplamiento para la captación de la señal de intensidad y/o alimentación del dispositivo de control/protección.

Los primeros, segundos y terceros medios de acoplamiento pueden consistir en pasamuros, atornillables o enchufables, de tipo hembra, tipo macho y sus combinaciones o en un tapón de cierre para garantizar el aislamiento.

Descripción de las figuras

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

Figura 1.- Representa un diagrama unifilar de la subestación de transformación (6) objeto de la invención, en donde se distinguen al menos un aparellaje de alta tensión (1), un transformador (2) y un cuadro de baja tensión (3), así como el dispositivo de conexión (8) que permite la conexión eléctrica de alta tensión (4) entre el transformador (2) y el aparellaje de alta tensión (1).

Figura 2.- Representa el dispositivo de detección de tensión (17), pantalla estándar para estandarizar el campo eléctrico, integrado en el propio medio de acoplamiento (14) y el dispositivo de detección de intensidad (18). También se ha representado parcialmente el dispositivo de conexión (8), acoplado sobre el medio de acoplamiento (14).

Figura 3.- Representa la disposición de los dispositivos de detección de intensidad (18) de cada fase, instalados por el exterior y en la base de los medios de acoplamiento (14).

Figura 4.- Representa un detalle de la conexión eléctrica de alta tensión (4) realizada a través del dispositivo de conexión (8), en donde se muestra el interior del dispositivo (8) correspondiente a una fase, dotado de al menos un elemento de protección de alto poder de ruptura (16) y medios de acoplamiento (15) que permiten instalar medios de medida y control (9).

Figura 5.- Representa una vista en perspectiva de la subestación de transformación modular (6) con dispositivo de conexión (8).

Realización preferente de la invención

A la vista de la figura 1, se puede observar como la subestación de transformación modular (6) está constituido por al menos un aparellaje de alta tensión (1), un transformador (2) y un cuadro de baja tensión (3), estando los aparellajes de alta tensión (1) conectadas al transformador (2) y éste al cuadro de baja tensión (3).

Una de las características de dicha subestación de transformación (6) es que el transformador (2), los aparellajes de alta tensión (1) y el cuadro de baja tensión (3) se disponen como un solo conjunto pero de carácter modular, y se basa en que los aparellajes de alta tensión (1), el transformador (2) y el cuadro de baja tensión (3) son unidades convencionales y que la conexión entre los mismos puede ser de tipo enchufable, lo que permite la conexión y desconexión de las distintas unidades cuando sea necesario, manteniendo cada unidad independiente su capacidad

funcional. Los componentes que integran la subestación de transformación (6) pueden evolucionar tanto a nivel tecnológico como funcional, permitiendo su integración en la subestación (6) completo durante su vida útil.

La subestación de transformación modular (6) se suministra como un único equipo totalmente montado y ensayado en fábrica, de modo que el cliente no tiene más que conectar los cables de acometida de alta tensión y los cables de salida de la baja tensión.

Dado que el transformador (2) es convencional, y por tanto comprende al menos un primer medio de acoplamiento (13) y al menos otro medio de acoplamiento (21) sobre su tapa superior (5), la conexión eléctrica de alta tensión (4) entre los aparellajes de alta tensión (1) y el transformador (2), así como la conexión eléctrica de baja tensión (7) entre el transformador (2) y el cuadro de baja tensión (3) se realizan directamente sobre la tapa superior (5) del transformador (2), tal y como se muestra en las figuras 4 y 5. En estas figuras 4 y 5 los medios de acoplamiento (13) y (21) están constituidos por pasamuros de transformador, tipo macho.

Otra característica importante de la subestación de transformación modular (6), tal y como se puede observar en las figuras 4 y 5, es que los aparellajes de alta tensión (1) y el transformador (2) se encuentran conectadas a través de un dispositivo de conexión (8), de forma que la conexión eléctrica de alta tensión (4) es una conexión unipolar directa apantallada enchufada y no accesible, sin puentes de cables exteriores ni terminales, realizándose estas conexiones en fábrica. Para ello, el dispositivo de conexión (8) comprende al menos un primer elemento de conexión (12) configurado para la conexión directa a los citados primeros medios de acoplamiento (13) del transformador (2). Asimismo, el dispositivo de conexión (8) comprende al menos un segundo elemento de conexión (12') configurado para la conexión directa a unos segundos medios de acoplamiento (14) del aparellaje de alta tensión (1).

Por otro lado, el dispositivo de conexión (8), tal y como se puede observar en las figuras 4 y 5, se encuentra encapsulado en al menos un cuerpo aislante sólido (19) de alta resistencia eléctrica, de forma que permite reducir las distancias de aislamiento entre fases, sin necesidad de emplear ningún cubículo independiente ni un gas como medio de aislamiento, permitiendo reducir en definitiva las dimensiones de la subestación de transformación a instalar.

En la figura 5 se puede observar como el dispositivo de conexión (8) comprende medios de medida/control (9), tales como por ejemplo sensores de tensión, transformadores de tensión, sensores de intensidad, medios de recepción/transmisión de señales vía PLC o medios de detección de descargas parciales. Adicionalmente, dicho dispositivo (8) comprende encapsulado en su interior al menos un elemento de protección (16) frente a elevadas corrientes de falla, como por ejemplo un fusible. Los citados medios de medida/control (9) se encuentran asociados con al menos un dispositivo de control/protección (10) integrado en los aparellajes de alta tensión (1) tal y como se muestra en la figura 5. En este sentido, dicho dispositivo de control/protección (10) permite llevar a cabo el control y la protección de la subestación de transformación (6), es decir, el dispositivo de control/protección (10) permite identificar los problemas o incidencias que puedan surgir en dicha subestación de transformación (6), comunicarlos al operador vía remota o presencialmente, recoger y almacenar los parámetros para detectar los fallos, indicar el motivo de la desconexión de la subestación de transformación (6) y ordenar la apertura de al menos un interruptor (11) para la desconexión de la citada subestación (6). En definitiva, la combinación de los medios de medida/control (9) con el dispositivo de control/protección (10) permite disponer de una unidad de protección integral que evita perturbaciones de la red de alta tensión y de baja tensión, aislando la subestación de transformación (6) en defecto. Por tanto, el elemento de protección (16) anteriormente citado se trata de una protección de respaldo que actúa solamente frente a elevadas corrientes de falla, como por ejemplo cortocircuitos internos francos en la unidad de transformador (2). Sólo en este modo de fallo se producirá el disparo del interruptor (11) por fusión de fusible de respaldo (16) mediante combinación electrónica con dispositivo de control/protección (10) e indicación de la fase en defecto.

La combinación de elemento de protección (16) más dispositivo de control/protección (10) permite emplear un interruptor (11) de menores prestaciones, con lo cual se reducen los costes finales de la subestación de transformación (6).

El dispositivo de control/protección (10) dispone medios de indicación del motivo de disparo y ordena la apertura del interruptor (11) como consecuencia de:

- Sobrecarga del transformador en función del estado inicial de carga del transformador y la temperatura ambiente.
- Variación de presión en el interior del transformador.
- Variación de la temperatura en el medio dieléctrico del transformador.
- Fuga del medio dieléctrico del transformador.
- Cortocircuito en la interconexión de baja tensión entre el transformador y cuadro de baja tensión.

- Defectos de impedancia fase-tierra de la red de distribución de baja tensión.
 - Defectos homopolares en la subestación de transformación.
 - Cortocircuitos internos en el transformador. Sólo en este modo de falla se producirá el disparo por fusión de fusible de respaldo mediante combinación electrónica con relé e indicación de la fase fundida.
- 5 - Una potencia reactiva (generación distribuida).

Asimismo, el dispositivo de control/protección (10) dispone de medios de estimación de vida útil restante de la unidad de transformador (2).

10 Tal y como se muestra en las figuras 4 y 5, el dispositivo de conexión (8) comprende al menos un elemento de conexión adicional (12'') que permite la instalación de los medios de medida/control (9) a través de terceros medios de acoplamiento (15).

Se ha contemplado la posibilidad de que los primeros, segundos y terceros medios de acoplamiento (13, 14, 15) puedan consistir en pasamuros tipo hembra, tipo macho y sus combinaciones o en un tapón de cierre para garantizar el aislamiento.

15 Asimismo, tal y como se puede observar en la figura 2, se ha contemplado la posibilidad de que los segundos medios de acoplamiento (14) puedan comprender unas pantallas (17) estándar para estandarizar el campo eléctrico que permitan la toma de tensión capacitiva. En cuanto a la medida de intensidad, los medios de medida/control (9) pueden comprender al menos un transformador o dispositivo de detección toroidal (18) instalado por el exterior y en la base de los medios de acoplamiento (14), tal y como se muestra en la figura 3.

20 En resumen, las referencias numéricas utilizadas en este texto y señaladas en las figuras mencionadas representan los siguientes componentes de la invención:

- 1.- Aparellajes de alta tensión
- 2.- Transformador
- 3.- Cuadro de baja tensión
- 4.- Conexión eléctrica de alta tensión
- 25 5.- Tapa superior del transformador
- 6.- Subestación de transformación modular
- 7.- Conexión eléctrica de baja tensión
- 8.- Dispositivo de conexión
- 9.- Medios de medida/control
- 30 10.- Dispositivo de control/protección
- 11.- Interruptor
- 12.- Primer elemento de conexión
- 12'.- Segundo elemento de conexión
- 12''.- Tercer elemento de conexión
- 35 13.- Medios de acoplamiento del transformador
- 14.- Medios de acoplamiento de los aparellajes de alta tensión
- 15.- Medios de acoplamiento del dispositivo de conexión, control y protección
- 16.- Elemento de protección
- 17.- Pantallas estándar para estandarizar el campo eléctrico
- 40 18.- Dispositivo de detección toroidal

19.- Cuerpo aislante sólido

20.- Aletas de refrigeración del transformador

21.- Medios de acoplamiento de baja tensión del transformador

REIVINDICACIONES

1. Subestación de transformación modular que comprende al menos un aparellaje de alta tensión (1), un cuadro de baja tensión (3) y un transformador (2) que comprende aletas de refrigeración (20) en sus cuatro paredes laterales y una tapa superior (5) configurada para permitir una conexión eléctrica de alta tensión (4) entre el transformador (2) y los aparellajes de alta tensión (1) y una conexión eléctrica de baja tensión (7) con el cuadro de baja tensión (3), realizándose la citada conexión de alta tensión (4) sin cables externos y a través de un dispositivo de conexión, sobre la tapa superior (5) del transformador (2), **caracterizado porque** dicho dispositivo de conexión (8) comprende al menos un cuerpo aislante (19) en cuyo interior se encuentran encapsulados:
 - al menos un primer elemento de conexión (12) eléctrica configurado para la conexión directa a unos primeros medios de acoplamiento (13) previstos en la tapa del transformador (2)
 - al menos un segundo elemento de conexión (12') eléctrica configurado para la conexión directa a unos segundos medios de acoplamiento (14) del aparellaje de alta tensión (1)
 - al menos un elemento de protección (16) que comprende un elemento fusible limitador de corriente que puede producir la desconexión de la subestación (6) cuando se produce una corriente de falla que provoca la fusión el elemento fusible,y **porque** el dispositivo de conexión (8) comprende al menos un medio de medida/control (9) que en combinación con al menos un dispositivo de control/protección (10) de la subestación (6) puede ordenar la apertura de un interruptor (11) del aparellaje de alta tensión (1) que produce la desconexión de la subestación (6), de forma que el citado elemento de protección (16) actúa frente a corrientes de falla cuya intensidad produce la fusión del elemento fusible mientras que frente a corrientes de falla con intensidades que no producen la fusión del elemento fusible, el dispositivo de control/protección (10) ordena la desconexión de la subestación (6).
2. Subestación de transformación modular según la reivindicación 1, en la que el dispositivo de control/protección (10) comprende medios de indicación para indicar el motivo de la desconexión de la subestación (6).
3. Subestación de transformación modular según reivindicación 1, en la que el dispositivo de control/protección (10) ordena la apertura del interruptor (11) como consecuencia de una sobrecarga del transformador (2).
4. Subestación de transformación modular según reivindicación 1, en la que el dispositivo de control/protección (10) ordena la apertura del interruptor (11) como consecuencia de una variación de la presión en el interior del transformador (2).
5. Subestación de transformación modular según reivindicación 1, en la que el dispositivo de control/protección (10) ordena la apertura del interruptor (11) como consecuencia de una variación en la temperatura del medio dieléctrico del transformador (2).
6. Subestación de transformación modular según reivindicación 5, en la que la medida de la variación de temperatura del medio dieléctrico del transformador (2) se puede realizar de forma directa o indirecta.
7. Subestación de transformación modular según reivindicación 1, en la que el dispositivo de control/protección (10) ordena la apertura del interruptor (11) como consecuencia de una fuga del medio dieléctrico del transformador (2).
8. Subestación de transformación modular según reivindicación 1, en la que el dispositivo de control/protección (10) ordena la apertura del interruptor (11) como consecuencia de un cortocircuito en la conexión de baja tensión (7).
9. Subestación de transformación modular según reivindicación 1, en la que el dispositivo de control/protección (10) ordena la apertura del interruptor (11) como consecuencia de una falla entre fase y tierra de la red de distribución de baja tensión.
10. Subestación de transformación modular según reivindicación 1, en la que el dispositivo de control/protección (10) ordena la apertura del interruptor (11) como consecuencia de una falla homopolar en la subestación de transformación (6).

- 11.** Subestación de transformación modular según reivindicación 1, en la que el dispositivo de control/protección (10) ordena la apertura del interruptor (11) como consecuencia de la actuación del elemento de protección (16).
- 12.** Subestación de transformación modular según reivindicación 1, en la que el elemento de protección (16) está combinado electrónicamente con el dispositivo de control/protección (10).
- 13.** Subestación de transformación modular según reivindicación 1, en la que el dispositivo de control/protección (10) ordena la apertura del interruptor (11) como consecuencia de una potencia reactiva.
- 14.** Subestación de transformación modular según reivindicación 1, en la que los segundos medios de acoplamiento (14) comprenden unas pantallas (17) estándar para estandarizar el campo eléctrico.
- 15.** Subestación de transformación modular según reivindicación 14, en la que los segundos medios de acoplamiento (14) comprenden al menos un transformador o dispositivo de detección toroidal (18) instalado en el exterior, y en la base, de dichos medios de acoplamiento (14).
- 16.** Subestación de transformación modular según reivindicación 1, en la que el dispositivo de conexión (8) comprende al menos un elemento de conexión adicional (12'') que permite la instalación de los medios de medida/control (9) a través de terceros medios de acoplamiento (15).
- 17.** Subestación de transformación modular según reivindicación 16, en la que los terceros medios de acoplamiento (15) permiten instalar medios de medida, control y protección (9) que comprenden al menos un sensor de tensión, al menos un transformador de tensión, medios de recepción/transmisión de señales vía PLC o medios de detección de descargas parciales.
- 18.** Subestación de transformación modular según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que los medios de acoplamiento (13, 14, 15) son pasamuros que se seleccionan entre tipo hembra, tipo macho y sus combinaciones o entre un tapón de cierre para garantizar el aislamiento.

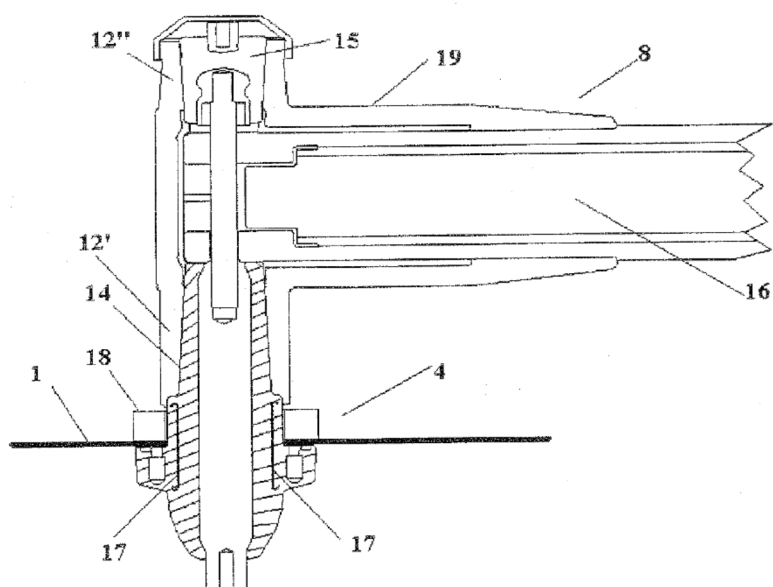
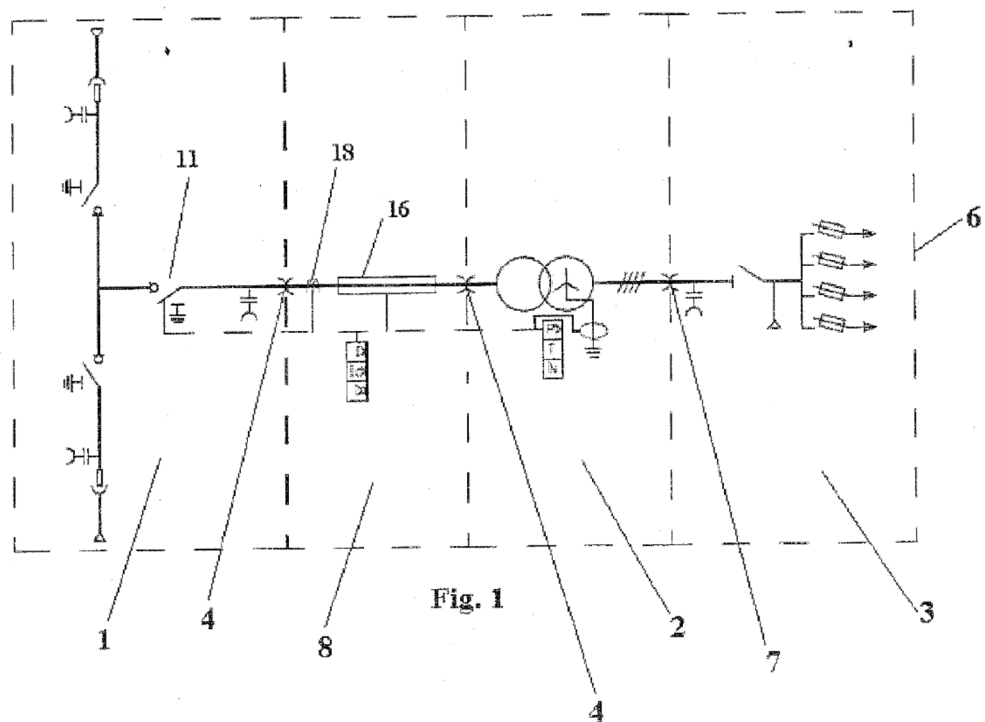
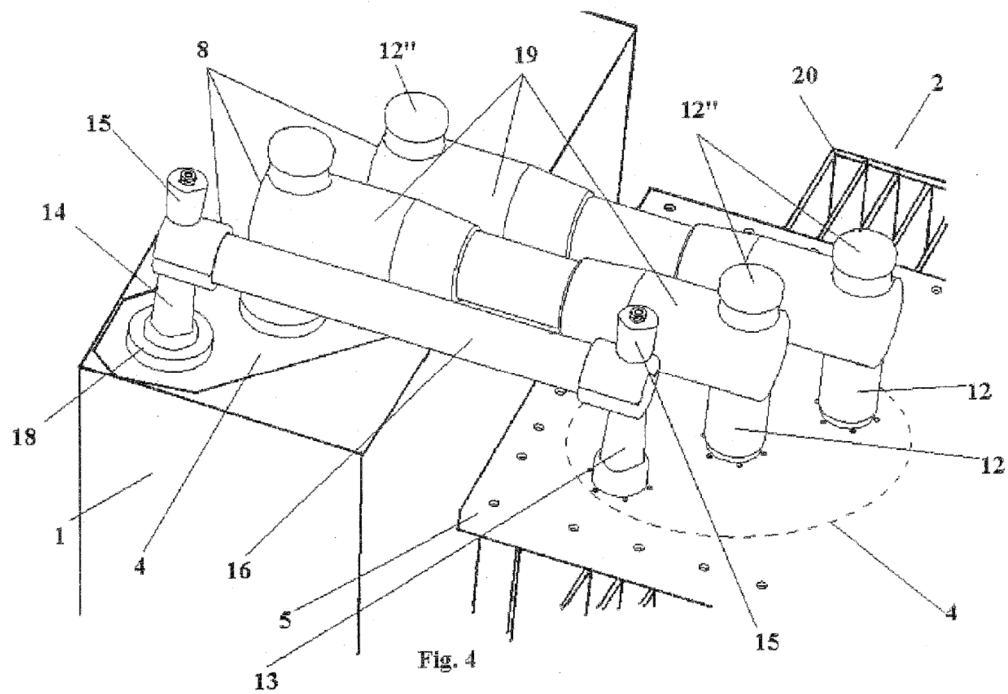
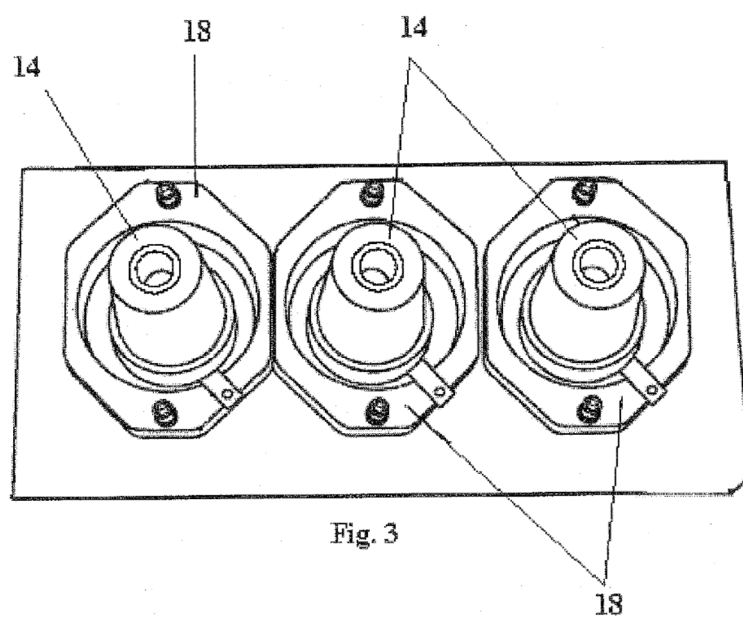


Fig. 2



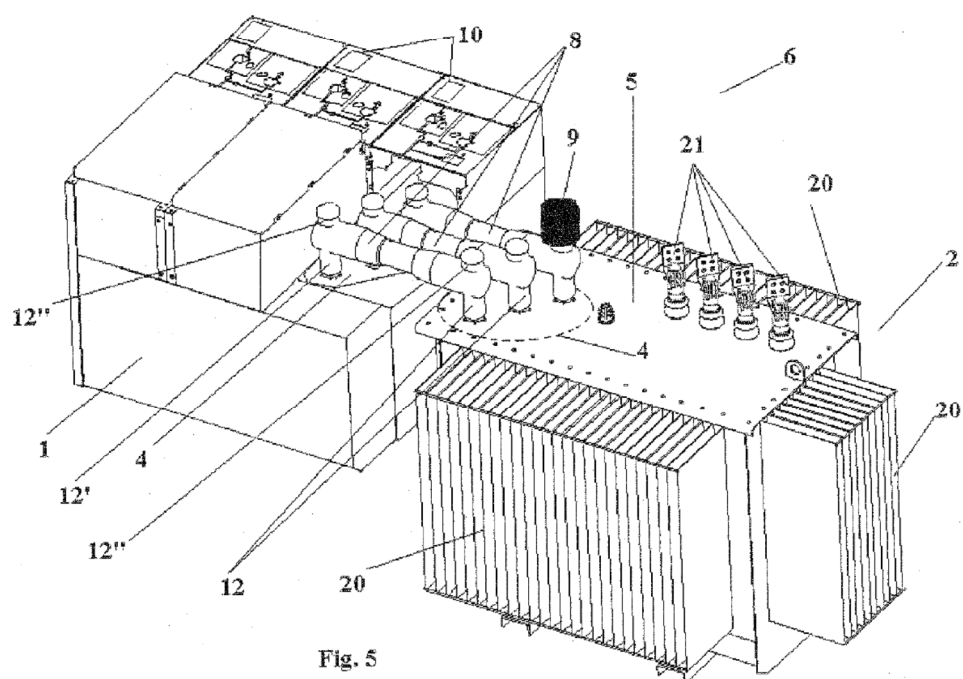


Fig. 5