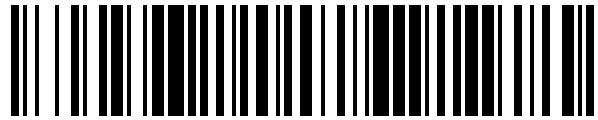


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **1 212 088**

21 Número de solicitud: 201830609

51 Int. Cl.:

**H02H 9/02** (2006.01)

12

SOLICITUD DE MODELO DE UTILIDAD

U

22 Fecha de presentación:

**27.04.2018**

43 Fecha de publicación de la solicitud:

**14.05.2018**

71 Solicitantes:

**ORMAZABAL CORPORATE TECHNOLOGY, A.I.E.  
(100.0%)**

**Parque Empresarial Boroa, Parcela 3A  
48340 AMOREBIETA-ETXANO (Bizkaia) ES**

72 Inventor/es:

**LARRIETA ZUBIA, Javier;  
LARRACOECHEA ZULUAGA, Ibon y  
DEL RÍO ETAYO, Luis**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

54 Título: **EQUIPO ELÉCTRICO DE ALTA TENSIÓN CON DISPOSITIVO DE LIMITACIÓN DE LA  
CORRIENTE DE MAGNETIZACIÓN**

**ES 1 212 088 U**

## DESCRIPCIÓN

### **EQUIPO ELÉCTRICO DE ALTA TENSIÓN CON DISPOSITIVO DE LIMITACIÓN DE LA CORRIENTE DE MAGNETIZACIÓN**

5

#### **OBJETO DE LA INVENCION**

La presente invención se refiere al campo de la distribución y transformación de energía eléctrica, y más concretamente a un equipo eléctrico de alta tensión, como por ejemplo un transformador, que comprende un dispositivo de limitación de la corriente de magnetización que aparece cuando se energiza un transformador, cuando la tensión aumenta repentinamente después de haber aislado una falta y el sistema se restablece, o cuando se energizan dos transformadores en paralelo.

Además, dicho dispositivo de limitación de corriente de magnetización comprende una posición de maniobra que permite conectar/desconectar el equipo eléctrico de alta tensión de la red de distribución de energía eléctrica. Asimismo, este dispositivo permite seleccionar el número de espiras de un devanado primario del equipo eléctrico de alta tensión para así obtener la regulación de la tensión en un devanado secundario del mismo equipo eléctrico de alta tensión.

#### **ANTECEDENTES DE LA INVENCION**

Cuando un equipo eléctrico de alta tensión, como por ejemplo un transformador de distribución, es energizado o la tensión aumenta repentinamente después de haber aislado una falta y el sistema se restablece, o cuando se energizan dos transformadores en paralelo surge una corriente a través del devanado primario del equipo eléctrico llamada corriente de magnetización o de arranque, o también denominada en inglés como "inrush current". Esta corriente de magnetización, de hasta 10 a 50 veces mayor que la corriente nominal del equipo eléctrico de alta tensión, es una condición transitoria que puede durar varios ciclos. Su magnitud y duración dependen de factores externos y de diseño como por ejemplo la impedancia de la fuente de alimentación, capacidad del transformador, características magnéticas del núcleo, conexión de los arrollamientos, etc.

La corriente de magnetización es una condición propia del transformador durante la energización y no una falta, y una de sus características es que circula solo por el devanado

que es energizado lo cual puede ser visto como una condición de falta por la protección.

Como se trata de una corriente de poca duración se utilizan protecciones en la red que no actúen muy rápido, es decir, la protección de sobre-corriente deberá reaccionar con rapidez  
5 ante una sobrecarga o corto-circuito, pero no deberá interrumpir el circuito cuando se generan este tipo de corrientes de magnetización. Este es un requerimiento de gran importancia a tener en cuenta a la hora del diseño del sistema de protección de los transformadores.

10 En este sentido, se conocen diferentes métodos para limitar el efecto de la corriente de magnetización, en los cuales se emplean resistencias o relés. Existen diversas estrategias de configuración de los relés que permitan operar adecuadamente, estos métodos basan su algoritmo en el tiempo de amortiguamiento de las corrientes de falta y de la corriente de magnetización, otros métodos implican la descomposición de la señal en armónicas  
15 utilizando las series de Fourier, ya que diversos estudios revelan que las corrientes de magnetización aumentan la segunda armónica hasta el 30% por encima de la corriente nominal, por lo que el relé compara dicha armónica con la de falta y en base al intervalo de duración realiza la operación adecuada de protección.

20 Todos estos métodos de limitación de la corriente de magnetización son habitualmente utilizados en transformadores de potencia, aquellos transformadores que manejan grandes magnitudes de voltio amperios (VA), de potencias superiores a los 1000KVA, que generalmente se encuentran instalados en subestaciones para la distribución de la energía eléctrica y también en grandes centrales de generación, donde los transformadores de  
25 potencia elevan los niveles de tensión de la energía generada a magnitudes de tensión superiores, con el objeto de transportar la energía eléctrica por las líneas de transmisión.

Otros transformadores de potencia, realizan una función delicada cuando alimentan un solo equipo exclusivamente. Por ejemplo, en una industria pesada, para alimentar motores de  
30 gran potencia o grandes hornos.

No es habitual la utilización de métodos o sistemas de limitación de la corriente de magnetización en transformadores de distribución, equipos eléctricos estos que se utilizan para tomar la tensión de las redes de distribución en las zonas pobladas y transformarla a  
35 tensiones adecuadas a nivel de los usuarios residenciales, comerciales, industriales o institucionales.

Además, la utilización de resistencias para la limitación de la corriente de magnetización supone el empleo de contactores para la conexión/desconexión de dichas resistencias, llamadas resistencias de pre-inserción, que se conectan por un breve tiempo antes de que se produzca el cierre del contacto principal de los interruptores que permiten la alimentación de las instalaciones, limitando la sobretensión durante la operación de conmutación.

Por otro lado, los sistemas para limitar el efecto de la corriente de magnetización se instalan exteriormente a los transformadores, no son parte de los mismos transformadores, lo que supone el inconveniente de necesitar mayor espacio en las instalaciones, así como la necesidad de realizar un mantenimiento de dichos sistemas. De esta manera, se pueden citar ejemplos de soluciones como los publicados en los documentos US2010039737A1, GB933473A o WO2016000080A1.

Los transformadores de distribución también son de aplicación en energías renovables, donde se emplean transformadores elevadores de tensión para conexión de la energía generada a la red de distribución, como por ejemplo en instalaciones de parques solares o parques eólicos. En este tipo de instalaciones, además de comprender dichos transformadores de distribución elevadores también se dispone de aparataje eléctrico con funciones de maniobra y protección. Cuando la conexión a la red de distribución se realiza a través de un interruptor automático en alta tensión, se deben incluir los elementos de protección (y medida, según el caso) tales como las funciones de sobreintensidad y protecciones de tensión. Este interruptor automático, además de despejar faltas, también tiene la función de conectar/desconectar el transformador de distribución elevador de la red de distribución en el caso de que se quisieran evitar las pérdidas en el hierro por la noche, de forma que deberá realizar como mínimo una maniobra de conexión y una maniobra de desconexión por día en el caso de los parques solares, es decir, conecta el transformador de distribución elevador cuando las células fotovoltaicas comienzan a captar la energía solar al inicio del día y desconecta dicho transformador de la red de distribución de alta tensión cuando las células fotovoltaicas dejan de captar la energía solar al final del día.

Esta maniobra de conexión/desconexión que debe realizar el interruptor cada día, se convierte en un gran número de maniobras a lo largo del año, lo cual supone el inconveniente del desgaste y envejecimiento prematuro del interruptor, de los fusibles y del transformador.

35

**DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION**

La invención se refiere a un equipo eléctrico de alta tensión, más en concreto a un transformador de distribución, de aplicación en redes de distribución y transformación de la energía eléctrica, que comprende una cuba con un medio dieléctrico que llena, al menos parcialmente, dicha cuba.

5

En el interior de la cuba y sumergido en el medio dieléctrico comprende un devanado primario y un devanado secundario, así como un dispositivo de limitación de la corriente de magnetización. De esta manera, el dispositivo de limitación de la corriente de magnetización es un elemento que forma parte del mismo transformador, es un elemento interno del transformador, por lo que se reduce el espacio necesario en las instalaciones y además se evita una rutina de mantenimiento del dispositivo de limitación de la corriente de magnetización ya que éste último se encuentra instalado en el medio dieléctrico que comprende el transformador, como por ejemplo en aceite, gas u otro medio dieléctrico.

15 Preferentemente, el dispositivo de limitación de la corriente de magnetización comprende:

- al menos una posición de maniobra por cada fase del transformador,
  - al menos un medio de maniobra por cada fase del transformador,
  - al menos un primer elemento de limitación de corriente de conmutación por cada fase del transformador, y
- 20 - al menos un segundo elemento de limitación de corriente de arranque/parada por cada fase del transformador.

Las diferentes posiciones de maniobra del dispositivo de limitación de la corriente de magnetización se encuentran repartidos en el devanado primario del transformador, de forma que al menos una posición de maniobra corresponde a la posición de arranque del transformador y comprende al menos un punto de conexión, mientras que el resto de posiciones de maniobra corresponden a al menos una toma eléctrica, siendo por tanto variable el número de espiras en el devanado primario, de forma que se permite regular automáticamente la tensión en el devanado secundario del equipo eléctrico de alta tensión o transformador. De esta forma, mediante el uso de un dispositivo de dichas características se puede limitar la corriente de magnetización y se puede llevar a cabo el cambio de tomas eléctricas.

El primer elemento de limitación de la corriente de conmutación, que puede ser una resistencia, permite limitar la corriente de cortocircuito que se origina debido al cambio de tomas eléctricas.

El segundo elemento de limitación de la corriente de arranque/parada, como puede ser una impedancia (denominada también como impedancia de arranque/parada), corresponde a la posición de arranque/parada del transformador. Este segundo elemento de limitación de la corriente de arranque/parada se conecta/desconecta mediante el medio de maniobra del dispositivo de limitación de la corriente de magnetización, y dicho segundo elemento de limitación de corriente de arranque/parada es el encargado de limitar dicha corriente de magnetización.

De esta manera, el medio de maniobra del dispositivo de limitación de la corriente de magnetización permite llevar a cabo el cambio de tomas del transformador, así como la conexión/desconexión del segundo elemento de limitación de la corriente de arranque/parada. De esta forma, se evita la necesidad de utilizar otro medio de maniobra, como por ejemplo un contactor, para la conexión/desconexión del segundo elemento de limitación de la corriente de arranque/parada. El medio de maniobra de la presente invención puede comprender un interruptor de vacío.

El dispositivo de limitación de la corriente de magnetización de la presente invención comprende una primera placa de material aislante y una segunda placa también de material aislante, entre las cuales se encuentran montados:

- al menos un medio de maniobra,
- el primer elemento de limitación de corriente de conmutación,
- el punto de conexión correspondiente a la posición de arranque del transformador, y al menos una toma eléctrica.

Ambas placas aislantes pueden estar unidas mediante tornillería.

El dispositivo de limitación de la corriente de magnetización de la invención presenta una configuración plana y compacta, gracias a la cual éste puede ser instalado tanto en horizontal (debajo de la tapa superior del transformador) como en vertical (en un lateral del transformador) sin variar la disposición constructiva del transformador.

Se ha contemplado la posibilidad de que el dispositivo de limitación de la corriente de magnetización de la invención pueda comprender una posición de maniobra correspondiente a la posición de conexión/desconexión de la corriente del equipo eléctrico de alta tensión. De esta forma, la función de conectar/desconectar el equipo eléctrico de alta tensión de la red de distribución se lleva a cabo mediante el dispositivo de limitación de la corriente de magnetización, reduciendo así el número de maniobras de la aparamenta

eléctrica (como puede ser el interruptor automático) del lado de alta tensión y alargando por tanto la vida de dicha aparamenta eléctrica.

Finalmente, también se ha contemplado la posibilidad de que el equipo eléctrico de alta  
5 tensión pueda comprender un medio cambiador de tomas eléctricas en vacío instalado en el interior de la cuba sumergido en el medio dieléctrico. La combinación de un dispositivo de tomas en carga con un medio cambiador de tomas eléctricas en vacío permite que, este último, pueda ajustar la tensión durante la puesta en marcha del equipo eléctrico de alta  
10 tensión, de manera que se compensen las caídas de tensión desde la subestación eléctrica de cabecera para que el dispositivo cambiador de tomas en carga opere sobre la tensión nominal, para la que ha sido diseñado el equipo eléctrico de alta tensión.

### **DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS**

15 Figura 1.- Muestra un esquema unifilar que representa el estado de la técnica en donde el dispositivo de limitación de la corriente de magnetización (2) se dispone fuera del equipo eléctrico de alta tensión (1), como un elemento independiente al equipo eléctrico de alta tensión.

20 Figura 2.- Muestra un esquema unifilar del equipo eléctrico de alta tensión objeto de la presente invención según una primera realización posible con el dispositivo de limitación de la corriente de magnetización.

Figura 3.- Muestra una vista en perspectiva del dispositivo de limitación de la corriente de  
25 magnetización.

Figura 4.- Muestra una vista en sección del alzado del equipo eléctrico de alta tensión de la invención con el dispositivo de limitación de la corriente de magnetización montado en su interior de acuerdo a una primera realización de la invención.

30 Figura 5.- Muestra un esquema unifilar del equipo eléctrico de alta tensión objeto de la presente invención según una segunda realización posible con el dispositivo de limitación de la corriente de magnetización dotado además de una posición de maniobra para conectar/desconectar el equipo eléctrico de alta tensión de la red de distribución de energía  
35 eléctrica.

Figura 6.- Muestra una vista en sección del alzado del equipo eléctrico de alta tensión de la invención con el dispositivo de limitación de la corriente de magnetización y el medio cambiador de tomas eléctricas en vacío montados en su interior de acuerdo a una segunda realización de la invención.

5

### REALIZACIÓN PREFERENTE DE LA INVENCION

Se describen a continuación varios ejemplos de realización preferente haciendo mención a las figuras arriba citadas, sin que ello limite o reduzca el ámbito de protección de la presente invención.

10

Según una primera realización de la invención, tal y como se muestra en la figura 4, el equipo eléctrico (1) de alta tensión, como por ejemplo un transformador de distribución, comprende un dispositivo (2) de limitación de la corriente de magnetización que se encuentra instalado en el interior de una cuba (3) del equipo eléctrico (1) de alta tensión y sumergido en un medio dieléctrico (4) que contiene dicha cuba (3). A diferencia del estado de la técnica representado en la figura 1, el dispositivo (2) de limitación de la corriente de magnetización de la presente invención se encuentra instalado en el interior del equipo eléctrico (1) de alta tensión, lo cual evita la necesidad de realizar el mantenimiento del dispositivo (2), ya que se encuentra aislado en un medio dieléctrico (4), como por ejemplo aceite.

15

20

El dispositivo (2) de limitación de la corriente de magnetización comprende al menos una posición de maniobra (5, 6, 7, 8, 9, 10, 29) por fase, al menos un medio de maniobra (11, 12) por fase, un primer elemento de limitación de corriente de conmutación (17) por fase y un segundo elemento de limitación de corriente de arranque/parada (18) por fase, tal y como se puede observar en las figuras 2 y 5.

25

-El segundo elemento de limitación de corriente de arranque/parada (18), que puede ser por ejemplo una impedancia, corresponde a la posición de maniobra (5), posición de maniobra esta que corresponde a la posición de arranque del equipo eléctrico (1) de alta tensión, por lo que la corriente de magnetización que pudiera surgir debido a la energización del equipo eléctrico (1) de alta tensión, debido a un aumento repentino de la tensión tras haber aislado una falta y restablecido el circuito o debido a la energización en paralelo de otro equipo eléctrico (2), sería restringida por el segundo elemento de limitación de corriente de arranque/parada (18). Esta restricción de la corriente de magnetización sería llevada a cabo

30

35



mediante el segundo elemento de limitación de corriente de arranque/parada (18) con el dispositivo (2) en la posición de arranque o posición de maniobra (5). En esta posición de maniobra (5) el segundo elemento de limitación de corriente de arranque/parada (18) es conectada/desconectada mediante el medio de maniobra (11, 12), el cual puede consistir  
5 por ejemplo en un interruptor de vacío.

La posición de maniobra (5) comprende al menos un punto de conexión (25) en un devanado primario (24) del equipo eléctrico (1) de alta tensión, tal y como se muestra en las figuras 2 y 5. Al igual que esta posición de maniobra (5), el resto de posiciones de maniobra  
10 (6, 7, 8, 9, 10, 29) también pertenecen al devanado primario (24), correspondiendo a las posiciones de maniobra (6, 7, 8, 9, 10) al menos una toma eléctrica (19, 20, 21, 22, 23) respectivamente, siendo por tanto variable el número de espiras en el devanado primario (24), de forma que se permite regular automáticamente la tensión en un devanado secundario (28) del equipo eléctrico (1) de alta tensión. De esta forma, el mismo dispositivo  
15 (2) de limitación de la corriente de magnetización también realiza la regulación de la tensión.

En la figura 5 se muestra una segunda realización posible en donde el dispositivo de limitación de la corriente de magnetización de la primera realización (figura 2) comprende además una posición de maniobra (29) adicional para la conexión/desconexión del equipo  
20 eléctrico (1) de la red de distribución de energía eléctrica.

El dispositivo (2) de limitación de la corriente de magnetización comprende una primera placa (26) de material aislante y una segunda placa (27) también de material aislante, estando montado entre ambas placas (26, 27) al menos un medio de maniobra (11, 12), un  
25 primer elemento de limitación de corriente de conmutación (17) que permite limitar la corriente de cortocircuito que se origina debido al cambio entre las posiciones de maniobra (5, 6, 7, 8, 9, 10), el punto de conexión (25) y al menos una toma eléctrica (19, 20, 21, 22, 23), tal y como se muestra en las figuras 2 y 3.

El dispositivo (2) de limitación de la corriente de magnetización comprende una configuración plana y compacta, por lo que dicho dispositivo (2) puede ser instalado tanto en horizontal (debajo de la tapa del equipo eléctrico (1) de alta tensión) como en vertical (en un lateral del equipo eléctrico (1) de alta tensión) sin variar la disposición constructiva del equipo eléctrico (1) de alta tensión, tal y como se muestra en la figura 4.  
30

35

Según una segunda realización de la invención, tal y como se muestra en la figura 6, el

equipo eléctrico (1) de alta tensión además del dispositivo (2) de limitación de la corriente de magnetización puede comprender un medio (30) cambiador de tomas eléctricas en vacío instalado en el interior de la cuba (3) del equipo eléctrico (1) de alta tensión y sumergido en el medio dieléctrico (4) que contiene dicha cuba (3).

5

## REIVINDICACIONES

1.- Equipo eléctrico (1) de alta tensión que comprende una cuba (3) con un medio dieléctrico (4) que llena, al menos parcialmente, la cuba (3), caracterizado por que comprende un  
5 dispositivo (2) de limitación de la corriente de magnetización instalado en el interior de la cuba (3) sumergido en el medio dieléctrico (4), y porque dicho dispositivo (2) a su vez comprende:

al menos una posición de maniobra (5, 6, 7, 8, 9, 10, 29) por fase,  
al menos un medio de maniobra (11, 12) por fase, y  
10 al menos un primer elemento de limitación de corriente de conmutación (17) por fase.

2.- Equipo eléctrico (1) de alta tensión según reivindicación 1, caracterizado por que el dispositivo (2) de limitación de la corriente de magnetización comprende al menos un  
15 segundo elemento de limitación de corriente de arranque/parada (18) por fase, correspondiente a la posición de maniobra (5).

3.- Equipo eléctrico (1) de alta tensión según reivindicación 2, caracterizado por que la posición de maniobra (5) del dispositivo (2) comprende al menos un punto de conexión (25)  
20 en un devanado primario (24) del equipo eléctrico (1) de alta tensión y porque la posición de maniobra (5) corresponde a la posición de arranque de dicho equipo eléctrico (1) de alta tensión.

4.- Equipo eléctrico (1) de alta tensión según reivindicación 1, caracterizado por que la posición de maniobra (29) del dispositivo (2) corresponde a la posición de  
25 conexión/desconexión del equipo eléctrico (1) de alta tensión.

5.- Equipo eléctrico (1) de alta tensión según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el devanado primario (24) del equipo eléctrico (1) de alta tensión  
30 comprende al menos una toma eléctrica (19, 20, 21, 22, 23) correspondiente a cada posición de maniobra (6, 7, 8, 9, 10) del dispositivo (2) respectivamente, siendo variable el número de espiras en el devanado primario (24), de forma que se permite regular automáticamente la tensión en un devanado secundario (28) del equipo eléctrico (1) de alta tensión.

6.- Equipo eléctrico (1) de alta tensión según reivindicación 1, caracterizado por que el  
35 primer elemento de limitación de corriente de conmutación (17) comprende una resistencia.

7.- Equipo eléctrico (1) de alta tensión según reivindicación 1, caracterizado por que el medio de maniobra (11, 12) comprende un interruptor.

5 8.- Equipo eléctrico (1) de alta tensión según reivindicación 7, caracterizado por que el medio de maniobra (11, 12) es un interruptor de vacío.

9.- Equipo eléctrico (1) de alta tensión según reivindicación 2, caracterizado por que el segundo elemento de limitación de corriente de arranque/parada (18) comprende una impedancia.

10

10.- Equipo eléctrico (1) de alta tensión según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el dispositivo (2) de limitación de la corriente de magnetización comprende una primera placa (26) de material aislante y una segunda placa (27) también de material aislante, estando montado entre ambas placas (26, 27) al menos un medio de maniobra (11, 12), el primer elemento de limitación de corriente de conmutación (17), el punto de conexión (25) y al menos una toma eléctrica (19, 20, 21, 22, 23).

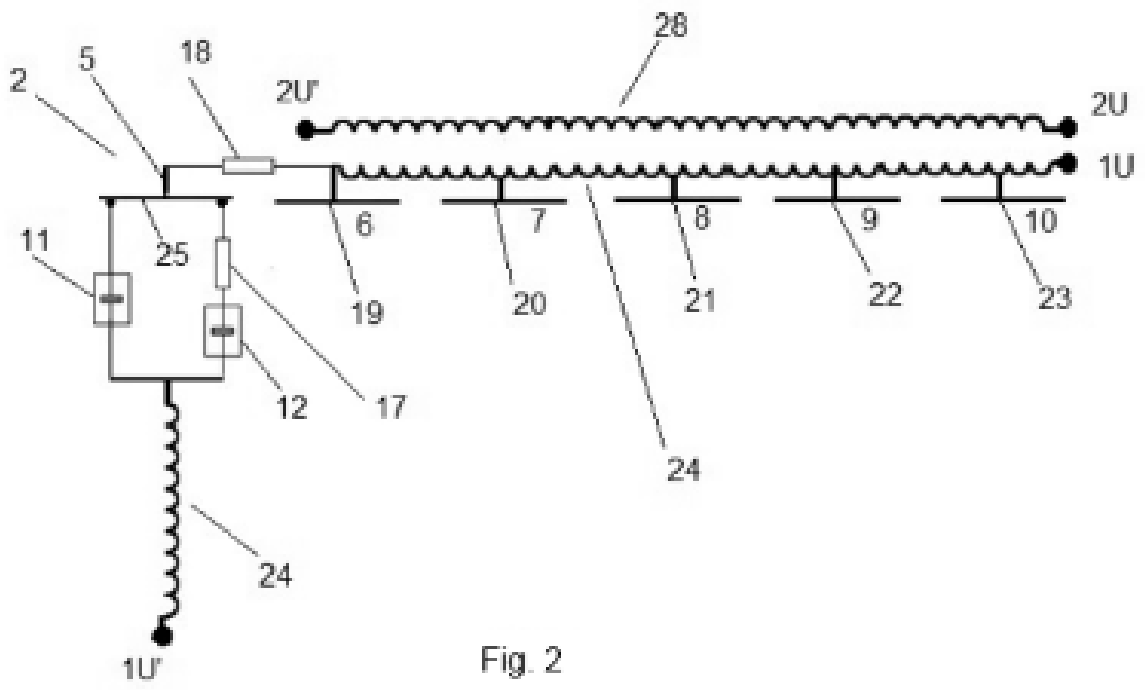
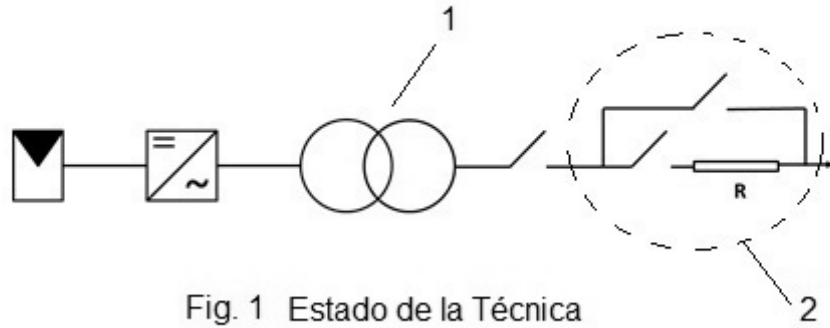
15

11.- Equipo eléctrico (1) de alta tensión según reivindicación 10, caracterizado por que el dispositivo (2) se aloja en el interior del equipo eléctrico (1) en horizontal debajo de la tapa superior del equipo eléctrico (1) o en vertical en un lateral de dicho equipo eléctrico (1) alta tensión.

20

12.- Equipo eléctrico (1) de alta tensión según reivindicación 1, caracterizado por que comprende un medio (30) cambiador de tomas eléctricas en vacío instalado en el interior de la cuba (3) sumergido en el medio dieléctrico (4).

25



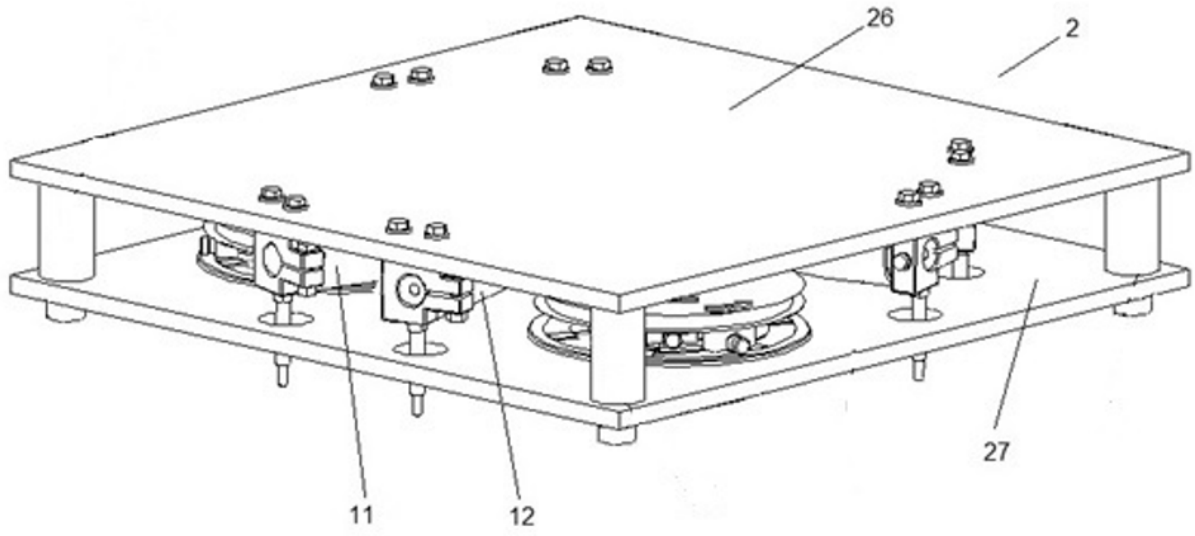


Fig. 3

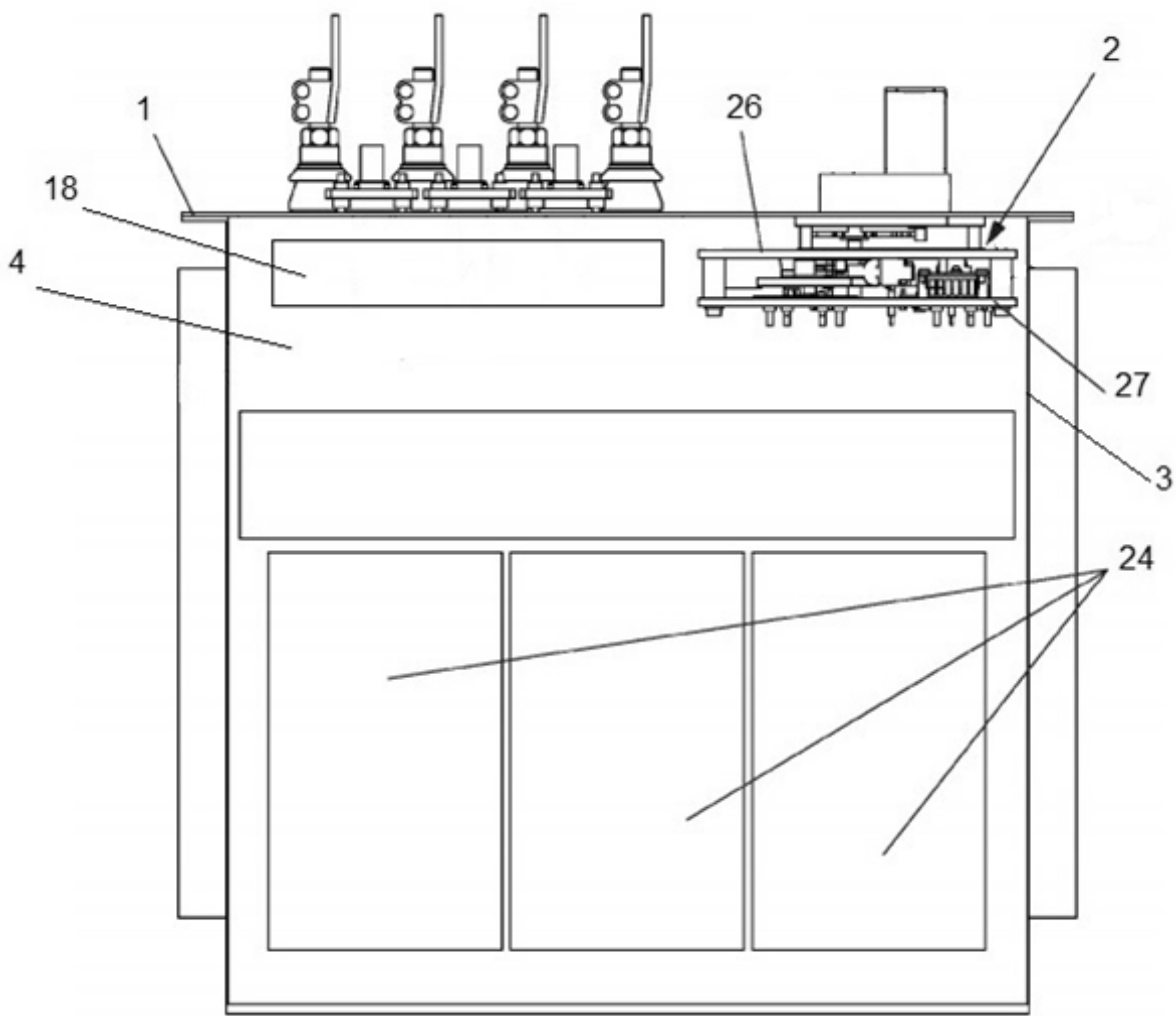


Fig. 4

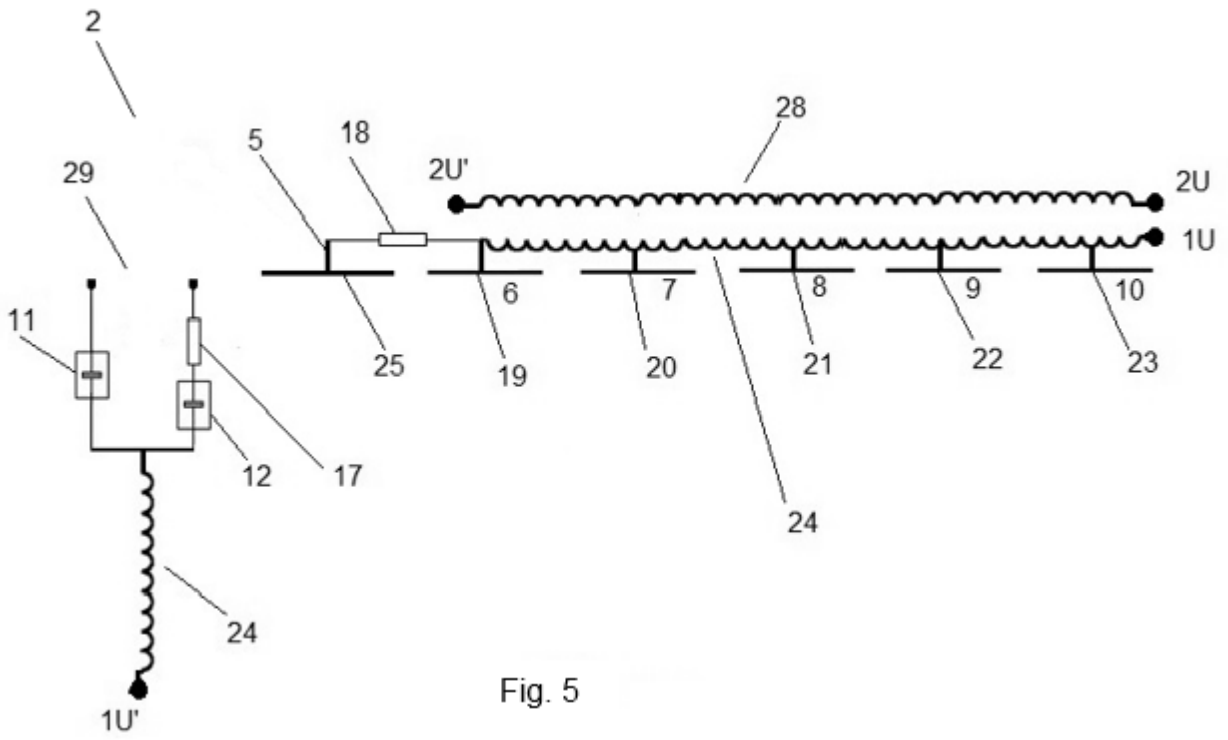


Fig. 5

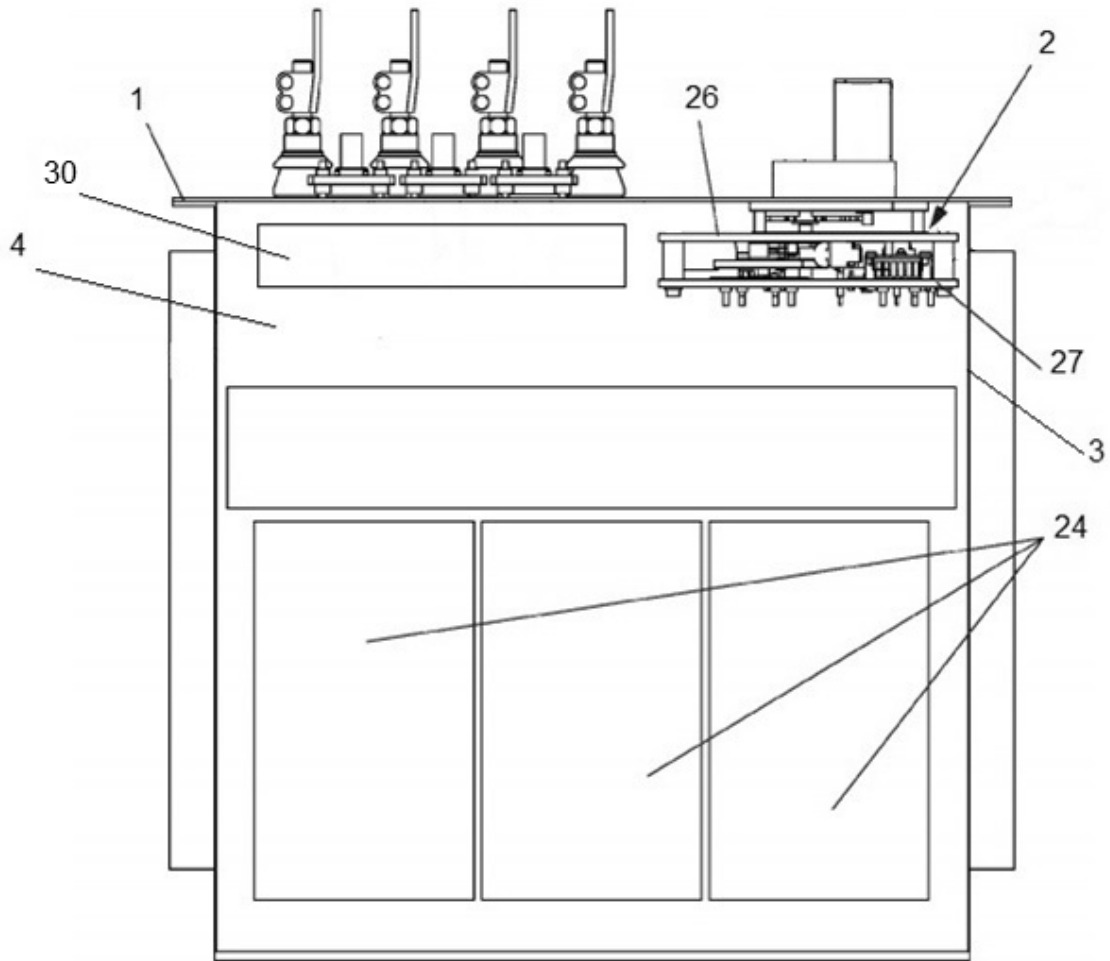


Fig. 6