(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 647 312**

(51) Int. Cl.:
H02J 3/18 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.04.2015** **E 15165419 (1)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.08.2017** **EP 2945246**

(54) Título: **Aparato de ajuste de voltaje**

(30) Prioridad:

16.05.2014 JP 2014102669

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
20.12.2017

(73) Titular/es:

KABUSHIKI KAISHA TOSHIBA (100.0%)
1-1, Shibaura 1-Chome, Minato-Ku
Tokyo 105-8001, JP

(72) Inventor/es:

ARAI, TAKURO;
MOCHIKAWA, HIROSHI y
WATANABE, YUJI

(74) Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 647 312 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

Aparato de ajuste de voltaje

Campo técnico

Las realizaciones de la presente invención se refieren a un aparato de ajuste de voltaje proporcionado en un sistema.

Descripción de la técnica relacionada

En un sistema de energía, una energía recibida en un punto de voltaje de un consumidor debe mantenerse constante. Sin embargo, se produce fluctuación de voltaje debido a la impedancia del sistema. Normalmente, se produce una caída de voltaje debido a la impedancia del sistema en proporción a la distancia desde una subestación de transformador y, por lo tanto, el voltaje del sistema disminuye. Por otro lado, cuando la demanda de energía es baja durante la noche, por ejemplo, se informa de un fenómeno que indica que el voltaje del sistema aumenta debido a un condensador de avance de fase conectado al sistema.

En años recientes, se introduce una gran cantidad de suministros de alimentación distribuidas, como la generación de energía solar y la generación de energía eólica, para realizar flujos de energía inversa al sistema y se produce un aumento de voltaje o fluctuación de voltaje en un ciclo temprano. Para compensar dicha fluctuación de voltaje, se usa un aparato de ajuste de voltaje.

La Fig. 12 ilustra un aparato convencional de ajuste de voltaje. Este aparato se llama UPFC (controlador unificado de flujos de energía) y es capaz no solo de suprimir la fluctuación de voltaje sino también de controlar un flujo de energía. En la figura 12, se proporciona un transformador T1 en serie que tiene un bobinado primario conectado en serie a un sistema entre un suministro de energía P y una carga R y un transformador T2 en paralelo que tiene un bobinado primario conectado en paralelo al sistema y una terminal AC de un convertidor I AC/DC está conectado a los bobinados secundarios de los transformadores T1 y T2, respectivamente.

Los terminales DC de los dos convertidores I AD/DC están conectados a través de un condensador y tienen una configuración denominada BTB (*Back to Back*). Aquí, suponiendo que una compensación de voltaje es Vc, un sistema voltaje es Vs y una capacidad de carga del sistema es Ps, una salida Pc del convertidor I AC/DC se expresa de la siguiente manera:

$$P_c = \frac{|V_c|}{V_s} P_s$$

El documento DE19532177 C1 da a conocer un transformador de desplazamiento de fase de impresión controlado por corriente, controlado por un convertidor que comprende un transformador excitador, un convertidor y un transformador adicional.

Lista de referencias

Literatura de patentes

Documento de patente 1: JP2003-70251 A

Resumen

Problema técnico

Sin embargo, el convertidor AC/DC del aparato de ajuste de voltaje convencional como el anterior debe tener una capacidad determinada por el voltaje de compensación, el voltaje de línea del sistema y la capacidad de carga del sistema. Por lo tanto, conduce a un aumento en la salida del convertidor AC/DC y da como resultado un aumento en la pérdida, tamaño, complejidad y un coste del aparato de ajuste de voltaje.

Se proponen realizaciones de la presente invención para resolver los problemas descritos anteriormente de la tecnología convencional y tienen como objetivo reducir la salida del convertidor de AC/DC en un aparato de ajuste de voltaje conectado en serie al sistema.

Solución al problema

Se propone un aparato de ajuste de voltaje, que es una realización de la presente invención, para lograr el objeto descrito anteriormente e incluye: un segundo transformador en serie que tiene un lado primario conectado en serie a un lado secundario de un primer transformador en serie que tiene un lado primario conectado en serie a un sistema y a un lado secundario de un transformador paralelo que tiene un lado primario conectado en paralelo al sistema; y un convertidor de AC/DC que tiene un lado de AC conectado a un lado secundario del segundo transformador en serie.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es un diagrama de configuración que ilustra un aparato de ajuste de voltaje de una primera realización;

La figura 2 es un diagrama de configuración que ilustra un primer convertidor de AC/DC de la primera realización;

La figura 3 es un diagrama de configuración que ilustra un aparato de ajuste de voltaje de una segunda realización;

La figura 4 es un diagrama de configuración que ilustra un interruptor de inversión de polaridad de la segunda realización;

La figura 5 es un diagrama de conexión del interruptor de inversión de polaridad de la segunda realización y un transformador paralelo;

La figura 6 es un diagrama de configuración que ilustra un aparato de ajuste de voltaje de una tercera realización;

La figura 7 es un diagrama de configuración que ilustra un aparato de ajuste de voltaje de una cuarta realización;

La figura 8 es un diagrama explicativo que ilustra una relación entre un voltaje de compensación y una salida del convertidor;

La figura 9 es un diagrama de configuración que ilustra un aparato de ajuste de voltaje de una quinta realización;

La figura 10 es un diagrama de configuración que ilustra un interruptor de cortocircuito de la quinta realización;

La figura 11 es un diagrama de configuración que ilustra un aparato de ajuste de voltaje de una sexta realización; y

La figura 12 es un diagrama de configuración que ilustra un aparato convencional de ajuste de voltaje.

Descripción de realizaciones

(Primera realización)

(Configuración)

Una configuración de esta realización se describirá con referencia a las Figs. 1 y 2. Un aparato 100 de ajuste de voltaje en esta realización es un aparato conectado a un primer transformador 13 en serie y un transformador 14 en paralelo conectado entre un suministro 11 de alimentación y una carga 12 y tiene un segundo transformador 21 en serie y un primer convertidor 22 de AC/DC.

El suministro 11 de alimentación es una fuente de alimentación del sistema de una corriente alterna trifásica. Por ejemplo, se emplea una fuente de alimentación comercial trifásica o monofásica a 50 Hz o 60 Hz como fuente 11 de alimentación. La carga 12 es un aparato instalado en un consumidor y que consume energía de un sistema conectado a el suministro 11 de alimentación.

El primer transformador 13 en serie es un transformador conectado en serie al sistema. Es decir, el primer transformador 13 en serie tiene un lado primario conectado en serie entre el suministro 11 de alimentación y la carga 12. El transformador 14 paralelo es un transformador conectado en paralelo al sistema. Es decir, el transformador 14 paralelo tiene un lado primario conectado en paralelo entre el suministro 11 de alimentación y la carga 12.

El segundo transformador 21 en serie es un transformador que tiene un lado primario conectado en serie entre un lado secundario del primer transformador 13 en serie y un lado secundario del transformador 14 en paralelo. El primer convertidor 22 de AC/DC es un convertidor de AC/DC que tiene un terminal AC 22a conectado al lado secundario del segundo transformador 21 en serie.

La Fig. 2 ilustra un ejemplo de configuración de circuito de un convertidor de AC/DC trifásico como el primer convertidor 22 de AC/DC. El primer convertidor 22 de AC/DC tiene un elemento 22c de interrupción, un diodo 22d antiparalelo y un condensador 22e conectado entre el terminal AC 22a y un terminal 22b de DC.

El elemento 22c de interrupción es un dispositivo semiconductor que tiene capacidad de autoextinción de arco. Por ejemplo, se puede usar un IGBT, un MOSFET, un GTO y similares como el elemento 22c de interrupción. El diodo 22d antiparalelo es un diodo conectado en paralelo al elemento 22c de interrupción y devuelve una corriente eléctrica de un inductor inmediatamente después de la interrupción de un interruptor.

Los elementos 22c de interrupción se proporcionan al menos en un par en cada fase, y el terminal 22a de AC está conectado entre el par de elementos 22c de interrupción en cada fase. Un extremo opuesto del elemento 22c de interrupción en cada fase está conectado al terminal de DC 22b.

El condensador 22e es un elemento de almacenamiento de energía eléctrica conectado en paralelo al terminal 22b de DC. El condensador 22e necesita mantener una cierta carga, es decir, energía eléctrica para obtener una salida del primer convertidor 22 de AC/DC. Los métodos para obtener la energía para ese propósito incluyen un método para obtenerla del sistema y un método de obtenerla desde afuera, pero el método no está limitado a uno específico en esta realización.

(Efecto ventajoso)

Un efecto ventajoso de esta realización que tiene la configuración anterior es el siguiente. El primer convertidor 22 de AC/DC interrumpe el elemento 22c de interrupción conforme a un valor de instrucción de una compensación de voltaje de un controlador o similar y emite voltaje.

Aquí, suponiendo que el voltaje de compensación es Vc, un voltaje de salida del transformador 14 paralelo es Vtr, un voltaje de línea del sistema es Vs y una capacidad de carga del sistema es Ps, el voltaje de salida del primer convertidor 22 de AC/DC puede ser Vc - Vtr. Por lo tanto, la salida Pc del primer convertidor 22 de AC/DC se expresa de la siguiente manera:

$$P_c = \frac{|V_c - V_{tr}|}{V_s} P_s$$

Al establecer Vtr = Vc/2, por ejemplo, la salida Pc del primer convertidor 22 de AC/DC es la siguiente:

$$P_c = \frac{V_c}{2V_s} P_s$$

Por lo tanto, de acuerdo con esta realización, la salida del primer convertidor 22 de AC/DC se puede reducir a la mitad de la del método convencional. Por lo tanto, puede hacerse posible la reducción en pérdida y tamaño, la simplificación y la reducción de costes del aparato 100 de ajuste de voltaje puede hacerse posible.

Además, en esta realización, el segundo transformador 21 en serie se agrega al método convencional. Sin embargo, el suministro 11 de alimentación a un alto voltaje y el segundo transformador 21 en serie están aislados. Por lo tanto, se puede usar un transformador con un voltaje de soporte relativamente bajo como el segundo transformador 21 en serie, y se puede suprimir un aumento de coste y un aumento de tamaño.

(Segunda realización)

(Configuración)

Una configuración de esta realización se describirá con referencia a las Figs. 3, 4 y 5. Esta realización tiene básicamente la misma configuración que la de la primera realización descrita anteriormente. Sin embargo, en esta realización, se proporciona un interruptor 30 de inversión de polaridad como se ilustra en la Fig. 3. El interruptor 30 de inversión de polaridad es un interruptor para invertir la polaridad del voltaje entre los terminales.

El interruptor 30 de inversión de polaridad está conectado en serie entre el lado primario del segundo transformador 21 en serie y el lado secundario del transformador 14 paralelo. Este interruptor 30 de inversión de polaridad está constituido por un dispositivo semiconductor.

Un ejemplo de dicho interruptor 30 de inversión de polaridad se describirá con referencia a la Fig. 4. La Fig. 4 ilustra una configuración de circuito de una fase. Se proporcionan interruptores de AC (a) a (d) conectados a un puente entre un terminal de AC (1) y un terminal de AC (2). Cada uno de los interruptores de AC (a) a (d) tiene un par de elementos de interrupción y un diodo antiparalelo está conectado en paralelo de modo que una dirección de la corriente eléctrica se vuelve opuesta.

En la Fig. 4, se usa un IGBT como elemento de interrupción de los interruptores (a) a (d) de AC como ejemplo. Sin embargo, también se puede emplear cualquier otro dispositivo semiconductor de autoextinción de arco. Además, el elemento de interrupción también puede realizarse mediante un interruptor de AC en el que un tiristor está conectado de forma antiparalela y por cualquier otro tipo de dispositivos semiconductores.

Un ejemplo de un diagrama de conexión del interruptor 30 de inversión de polaridad y el transformador 14 paralelo se ilustran en la Fig. 5. En la Fig. 5, se usa un transformador de conexión en V con un lado secundario abierto como el transformador 14 paralelo. En este ejemplo, dos unidades de los interruptores 30 de inversión de polaridad están conectados al lado secundario del transformador 14 paralelo.

(Efecto ventajoso)

Un efecto ventajoso de esta realización como el anterior es el siguiente. Tenga en cuenta que el efecto ventajoso básico es similar al de la primera forma de realización descrita anteriormente.

Primero, se describirá una operación de inversión de polaridad por el interruptor 30 de inversión de polaridad. Al encender el interruptor AC (a) y el interruptor AC (d) y apagando el interruptor AC (b) y el interruptor AC (c), las polaridades de los voltajes del terminal AC (1) y el terminal AC (2) se convierten en lo mismo. Al apagar el interruptor de AC (a) y el interruptor AC (d) y al encender el interruptor de AC (b) y el interruptor de AC (c), las polaridades de los voltajes del terminal AC (1) y el terminal AC (2) se invierten.

En la primera realización, el voltaje de salida del transformador 14 paralelo es + Vtr solamente Por otra parte, en esta realización, al combinar el transformador 14 paralelo y el interruptor 30 de inversión de polaridad, el voltaje de salida se convierte en ±Vtr. Si el voltaje de compensación es -Vc, suponiendo que el voltaje de salida del transformador 14 paralelo es Vtr, el voltaje de la línea del sistema es Vs, y la capacidad de carga del sistema es Ps, el voltaje de salida del primer convertidor 22 de AC/DC puede ser - Vc + Vtr y, por lo tanto, la salida Pc del primer convertidor 22 de AC/DC se expresa de la siguiente manera:

$$P_c = \frac{\left|-V_c + V_{tr}\right|}{V_s} P_s$$

Al establecer Vtr = Vc/2, por ejemplo, la salida Pc del primer convertidor 22 de AC/DC es la siguiente:

$$P_c = \frac{V_c}{2V_s} P_s$$

Por lo tanto, incluso si el voltaje de compensación es -Vc, la salida del primer convertidor 22 de AC/DC se puede reducir a la mitad de la del método convencional. Por lo tanto, puede hacerse posible la reducción en la pérdida y el tamaño, la simplificación y la reducción de costes del aparato de ajuste de voltaje.

(Tercera realización)

Esta realización se describirá con referencia a la Fig. 6. Esta realización tiene básicamente la misma configuración que la de la primera realización descrita anteriormente. Sin embargo, esta realización está configurada de tal manera que un terminal de DC de un segundo convertidor 23 de AC/DC está conectado al terminal de DC 22b del primer convertidor 22 de AC/DC a través del condensador 22e (véase la Figura 2), que es una configuración denomina BTB (*Back to Back*).

Luego, un terminal de AC del segundo convertidor 23 de AC/DC está conectado en paralelo al lado secundario del transformador 14 paralelo. Obsérvese que, en el ejemplo de la figura 6, el interruptor 30 de inversión de polaridad se proporciona de manera similar a la segunda realización, y el interruptor 30 de inversión de polaridad está conectado

entre el segundo convertidor 23 de AC/DC y el transformador 14 paralelo. Sin embargo, el interruptor 30 de inversión de polaridad no tiene que proporcionarse como en la primera forma de realización.

De acuerdo con esta realización, como anteriormente, se puede adquirir energía del sistema sin requerir un suministro de energía externa para mantener el almacenamiento de energía eléctrica del condensador 22e del primer convertidor 22 de AC/DC. Por lo tanto, el primer convertidor 22 de AC/DC puede generar libremente un voltaje de un componente activo y un voltaje de un componente reactivo.

(Cuarta realización)

(Configuración)

Una configuración de esta realización se describirá con referencia a las Figs. 7 y 8. Esta realización tiene básicamente la misma configuración que la de la segunda realización descrita anteriormente. Sin embargo, en esta realización, el transformador 14 paralelo es un transformador que tiene un tercer bobinado. El transformador 14 paralelo tiene su bobinado secundario conectado al interruptor 30 de inversión de polaridad y el tercer bobinado conectado al terminal de AC del segundo convertidor AC/DC 23.

(Efecto ventajoso)

En esta forma de realización como la anterior, el interruptor 30 de inversión de polaridad está hecho para funcionar como un interruptor de cortocircuito. Por ejemplo, como se ilustra en la Fig. 4, al encender el interruptor de AC (a) y el interruptor de AC (c) y apagando el interruptor de AC (b) y el interruptor AC (d) o apagando el interruptor AC (a) y el interruptor de AC (c) y al encender el interruptor de AC (b) y el interruptor AC (d), el terminal de AC (1) puede ser cortocircuitado. Por medio de dicho cortocircuito, el voltaje de compensación puede hacerse 0 incluso si la salida es 0.

Incluso en corto circuito, el segundo convertidor 23 de AC/DC está conectado al tercer bobinado del transformador 14 paralelo y, por lo tanto, se puede adquirir energía del sistema. Téngase en cuenta que, configurando esta realización de manera similar a la tercera realización descrita anteriormente, el interruptor 30 de inversión de polaridad puede hacerse funcionar como un interruptor de cortocircuito.

La Fig. 8 ilustra una relación entre el voltaje de compensación Vc y la salida Pc del primer convertidor 22 de AC/DC en esta realización en la que se produce un estado de cortocircuito y la realización en la que no se produce un estado de cortocircuito. En la figura, una línea de cadena de un punto indica un ejemplo convencional, una línea continua indica esta realización, y una línea de puntos indica una realización sin cortocircuito. El voltaje de salida del transformador 14 paralelo se establece en Vtr = Vc/2. Cuando el voltaje de compensación es Vc/4 o menos, al generar el estado de cortocircuito (cortocircuito ON), la salida del primer convertidor 22 de AC/DC puede reducirse. Es decir, ya no es necesario emitir un voltaje para cancelar la salida de voltaje para obtener 0 de voltaje de compensación.

(Quinta realización)

Una configuración de esta realización se describirá con referencia a las Figs. 9 y 10. Esta realización tiene básicamente la misma configuración que la de la primera realización descrita anteriormente. Sin embargo, en esta realización, un interruptor 31 de cortocircuito interfásico está conectado entre el segundo transformador 21 en serie y el transformador 14 paralelo. Además, el transformador 14 paralelo es un transformador que tiene un tercer bobinado. Tenga en cuenta que el transformador 14 paralelo tiene su bobinado secundario conectado al interruptor de cortocircuito 31 y el tercer bobinado conectado al terminal de AC del segundo convertidor 23 de AC/DC.

La figura 10 ilustra el interruptor 31 de cortocircuito que tiene un interruptor 31a de interfases de AC en un caso de tres fases. Los ejemplos del interruptor de 31a AC incluyen un interruptor mecánico, un dispositivo semiconductor de autoextinción de arco tal como un IGBT, un interruptor semiconductor bilateral que usa un tiristor y similares.

De acuerdo con esta realización, como anteriormente, se puede generar un estado de cortocircuito cerrando el interruptor de AC 31a de manera similar a la cuarta realización y, por lo tanto, se puede reducir la salida del primer convertidor 22 de AC/DC.

(Sexta realización)

Esta realización se describirá con referencia a la Fig. 11. Esta realización tiene básicamente la misma configuración que la de la primera realización descrita anteriormente. Sin embargo, en esta realización, una parte 22f de almacenamiento de energía está conectada al terminal 22b de DC del primer convertidor 22 de AC/DC. Ejemplos de la parte 22f de almacenamiento de energía incluyen una batería y un aparato de almacenamiento de un condensador eléctrico de doble capa (EDLC).

De acuerdo con esta realización, incluso si se pierde el suministro 11 de alimentación del sistema, el primer convertidor 22 de AC/DC puede generar libremente un voltaje de un componente efectivo y un voltaje de un componente ineficaz. Tenga en cuenta que esta parte 22f de almacenamiento de energía puede estar configurada para ser cargada o para almacenar energía desde el sistema al conectarse al transformador 14 paralelo a través del segundo convertidor 23 de AC/DC como en la realización descrita anteriormente.

(Otras realizaciones)

La realización de la presente invención no está limitada a los aspectos anteriores. Por ejemplo, el lado primario, el lado secundario y el tercer lado de los diversos transformadores descritos anteriormente están numerados simplemente de modo que el lado que es el más cercano al sistema es el lado primario por conveniencia, de modo que cada uno de los bobinados puede distinguirse. Por lo tanto, el lado primario, el lado secundario y el tercer lado no deben coincidir con el lado primario, el lado secundario y el tercer lado se determina por clasificación del transformador o similar.

Además, como las configuraciones de bobinado del transformador en serie descrito anteriormente y el transformador en paralelo, descritos anteriormente, se pueden aplicar la conexión delta, la conexión Y, la conexión V o la conexión monofásica. El efecto ventajoso de cada una de las formas de realización descritas anteriormente es verdadero incluso si la fuente de alimentación y la carga se conmutan al conmutar el sistema.

En esta memoria descriptiva se explicaron varias realizaciones de la presente divulgación, pero esas realizaciones se presentan meramente como ejemplos, y no pretenden limitar el alcance de la presente divulgación. Las realizaciones explicadas anteriormente pueden llevarse a cabo de diversas otras formas, y permitir diversas omisiones, reemplazos y modificaciones sin apartarse del alcance de la presente divulgación. Dichas realizaciones y modificaciones de las mismas están dentro del alcance de la presente divulgación, y también dentro de un rango equivalente a la materia objeto como se cita en las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un aparato (100) de ajuste de voltaje, que comprende un primer transformador (13) en serie que tiene un lado primario conectado en serie a una fuente (11) de alimentación; y un transformador (14) paralelo que tiene un lado primario conectado en paralelo a la fuente de alimentación; caracterizado porque comprende:

un segundo transformador (21) en serie que tiene un lado primario conectado en serie a un lado secundario del primer transformador (13) en serie y a un lado secundario del transformador (14) paralelo; y un convertidor (22) de AC/DC que tiene un lado AC conectado a un lado secundario del segundo transformador en serie.

2. El aparato de ajuste de voltaje de acuerdo con la reivindicación 1, en el que

un interruptor (30) de inversión de polaridad está conectado entre el lado primario del segundo transformador en serie y el lado secundario del transformador paralelo.

3. El aparato de ajuste de voltaje de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, que comprende, además:

un segundo convertidor (23) de AC/DC que tiene un lado de DC conectado a un lado de DC del convertidor de AC/DC y un lado de AC conectado a un lado secundario o un tercer lado del transformador paralelo.

4. El aparato de ajuste de voltaje de acuerdo con la reivindicación 1, en el que

un interruptor (31) de cortocircuito entre fases está conectado entre el lado primario del segundo transformador en serie y el lado secundario del transformador paralelo.

5. El aparato de ajuste de voltaje de acuerdo con la reivindicación 4, en el que

el interruptor de cortocircuito es un interruptor de inversión de polaridad.

6. El aparato de ajuste de voltaje de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que

una parte de almacenamiento de energía está conectada al lado de DC del convertidor de AC/DC.

7. El aparato de ajuste de voltaje de acuerdo con la reivindicación 2 o 5, en el que

el interruptor de inversión de polaridad utiliza un dispositivo de autoextinción de arco o un tiristor como un dispositivo semiconductor.

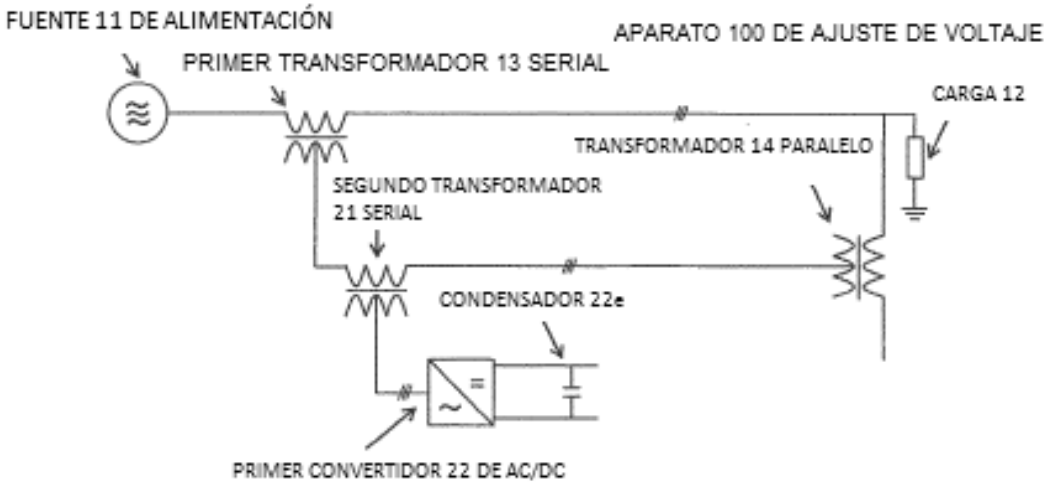
FUENTE 11 DE ALIMENTACIÓN
APARATO 100 DE AJUSTE DE VOLTAJE
PRIMER TRANSFORMADOR 13 SERIAL
CARGA 12
TRANSFORMADOR 14 PARALELO
SEGUNDO TRANSFORMADOR
21 SERIAL
CONDENSADOR 22e
PRIMER CONVERTIDOR 22 DE AC/DC

FIG. 1

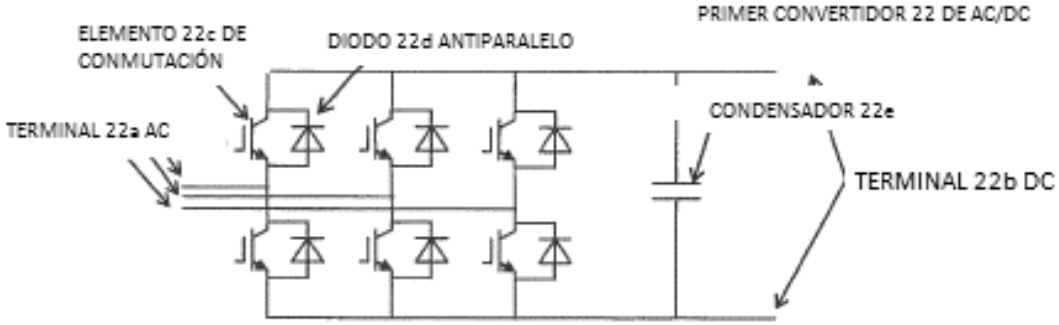
PRIMER CONVERTIDOR 22 DE AC/DC
ELEMENTO 22c DE
CONMUTACIÓN
DIODO 22d ANTIPARALELO
CONDENSADOR 22e
TERMINAL 22a AC
TERMINAL 22b DC

FIG. 2

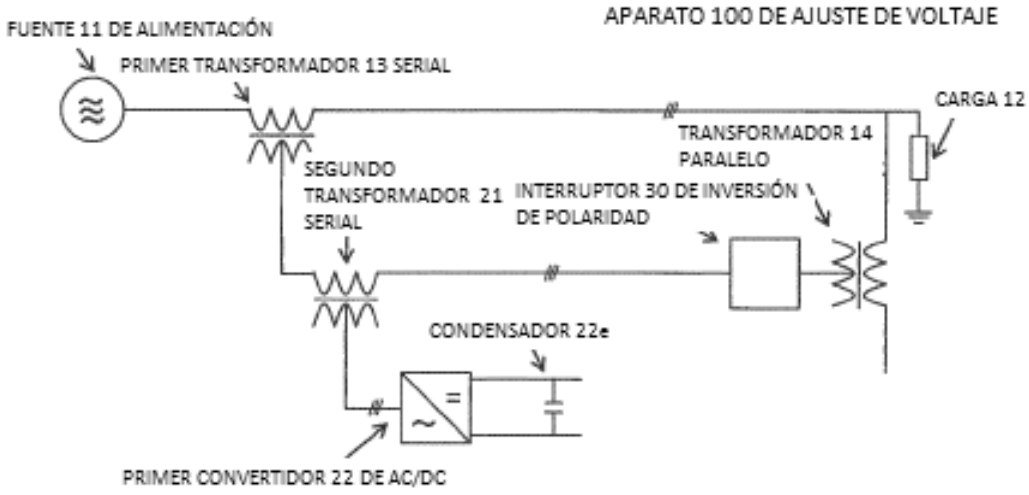
APARATO 100 DE AJUSTE DE VOLTAJE
FUENTE 11 DE ALIMENTACIÓN
PRIMER TRANSFORMADOR 13 SERIAL
CARGA 12
TRANSFORMADOR 14
PARALELO
SEGUNDO
TRANSFORMADOR 21
SERIAL
INTERRUPTOR 30 DE INVERSIÓN
DE POLARIDAD
CONDENSADOR 22e
PRIMER CONVERTIDOR 22 DE AC/DC

FIG. 3

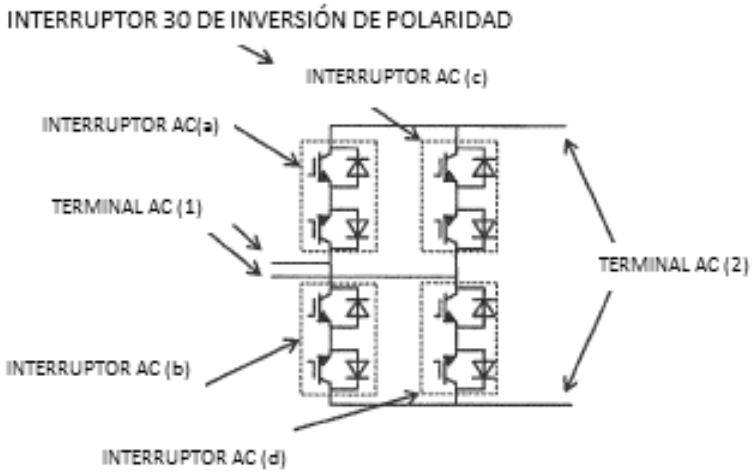
INTERRUPTOR 30 DE INVERSIÓN DE POLARIDAD
INTERRUPTOR AC (c)
INTERRUPTOR AC(a)
TERMINAL AC (1)
TERMINAL AC (2)
INTERRUPTOR AC (b)
INTERRUPTOR AC (d)

FIG. 4

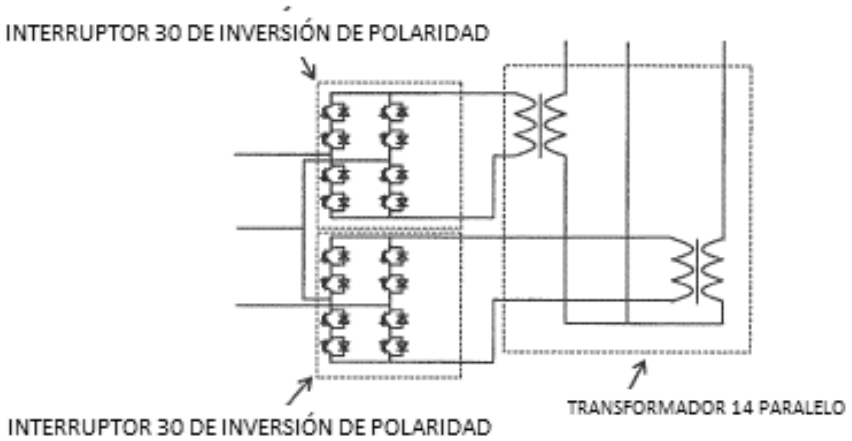
INTERRUPTOR 30 DE INVERSIÓN DE POLARIDAD
INTERRUPTOR 30 DE INVERSIÓN DE POLARIDAD
TRANSFORMADOR 14 PARALELO

FIG. 5

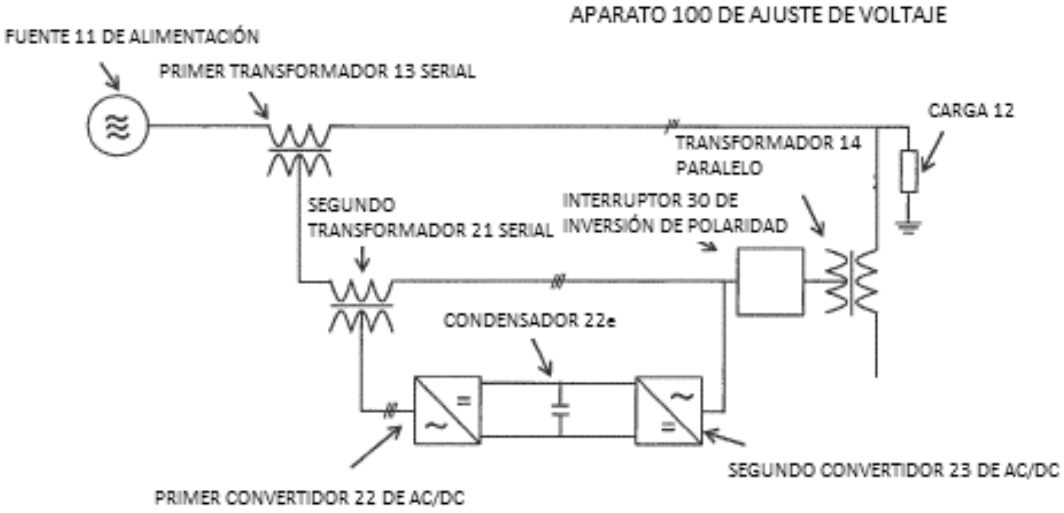
APARATO 100 DE AJUSTE DE VOLTAJE
FUENTE 11 DE ALIMENTACIÓN
PRIMER TRANSFORMADOR 13 SERIAL
CARGA 12
TRANSFORMADOR 14 PARALELO
SEGUNDO TRANSFORMADOR 21 SERIAL
INTERRUPTOR 30 DE INVERSIÓN DE POLARIDAD
CONDENSADOR 22e
SEGUNDO CONVERTIDOR 23 DE AC/DC
PRIMER CONVERTIDOR 22 DE AC/DC

FIG. 6

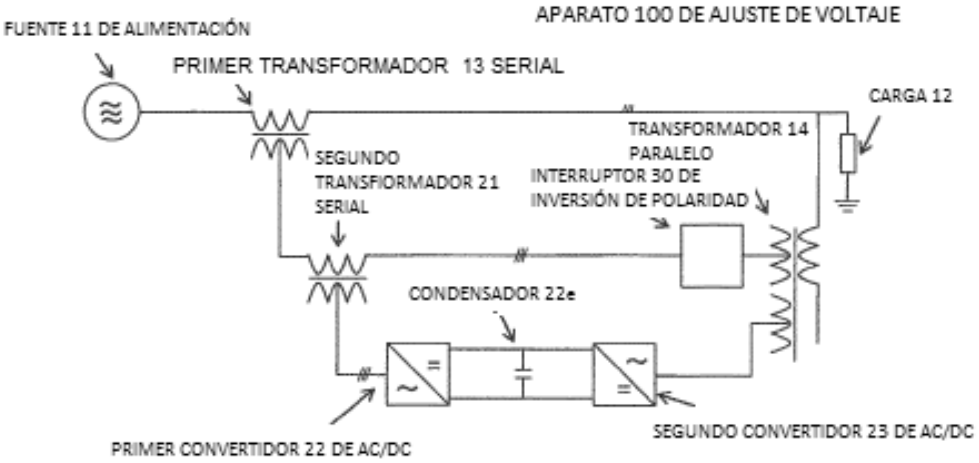
APARATO 100 DE AJUSTE DE VOLTAJE
FUENTE 11 DE ALIMENTACIÓN
PRIMER TRANSFORMADOR 13 SERIAL
CARGA 12
TRANSFORMADOR 14 PARALELO
SEGUNDO TRANSFIORMADOR 21 SERIAL
INTERRUPTOR 30 DE INVERSIÓN DE POLARIDAD
CONDENSADOR 22e
PRIMER CONVERTIDOR 22 DE AC/DC
SEGUNDO CONVERTIDOR 23 DE AC/DC

FIG. 7

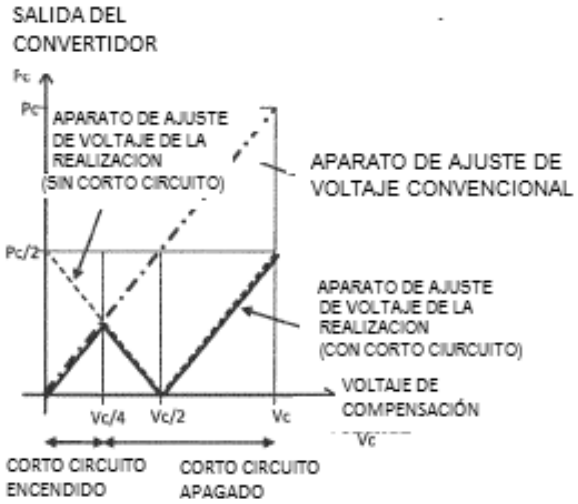
SALIDA DEL CONVERTIDOR
Pc
Pc
APARATO DE AJUSTE DE VOLTAJE DE LA REALIZACION (SIN CORTO CIRCUITO)
APARATO DE AJUSTE DE VOLTAJE CONVENCIONAL
Pc/2
APARATO DE AJUSTE DE VOLTAJE DE LA REALIZACION (CON CORTO CIURCUITO)
VOLTAJE DE COMPENSACIÓN
Vc/4
Vc/2
Vc
Vc
CORTO CIRCUITO ENCENDIDO
CORTO CIRCUITO APAGADO

FIG. 8

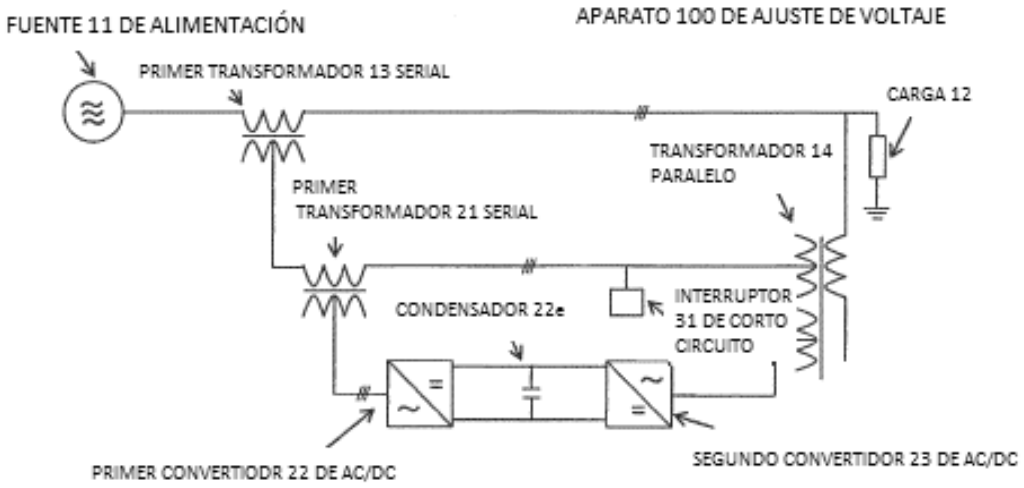
FUENTE 11 DE ALIMENTACIÓN
APARATO 100 DE AJUSTE DE VOLTAJE
PRIMER TRANSFORMADOR 13 SERIAL
CARGA 12
TRANSFORMADOR 14
PARALELO
PRIMER
TRANSFORMADOR 21 SERIAL
CONDENSADOR 22e
INTERRUPTOR
31 DE CORTO
CIRCUITO
PRIMER CONVERTIODR 22 DE AC/DC
SEGUNDO CONVERTIDOR 23 DE AC/DC

FIG. 9

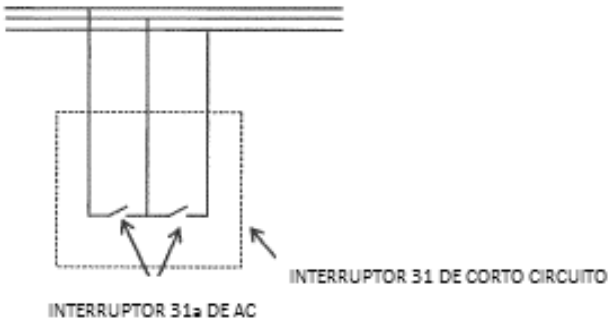
INTERRUPTOR 31 DE CORTO CIRCUITO
INTERRUPTOR 31a DE AC

FIG. 10

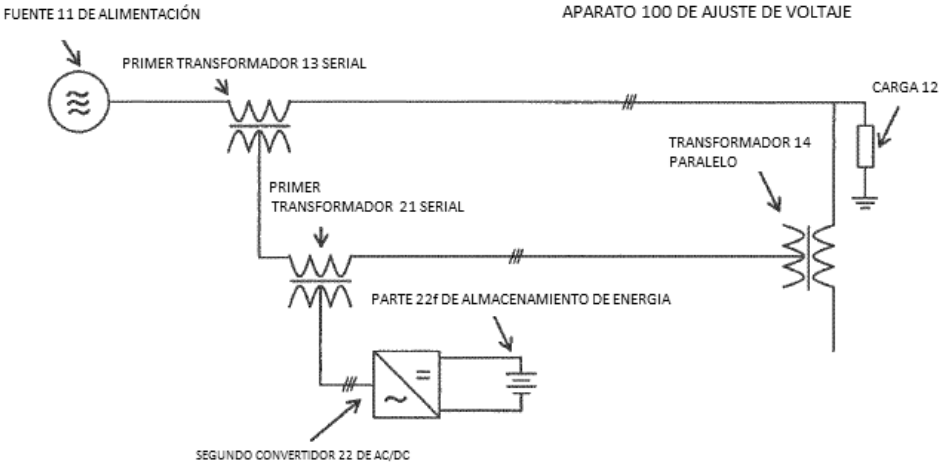
FUENTE 11 DE ALIMENTACIÓN
APARATO 100 DE AJUSTE DE VOLTAJE
PRIMER TRANSFORMADOR 13 SERIAL
CARGA 12
TRANSFORMADOR 14
PARALELO
PRIMER
TRANSFORMADOR 21 SERIAL
PARTE 22f DE ALMACENAMIENTO DE ENERGIA
SEGUNDO CONVERTIDOR 22 DE AC/DC

FIG. 11

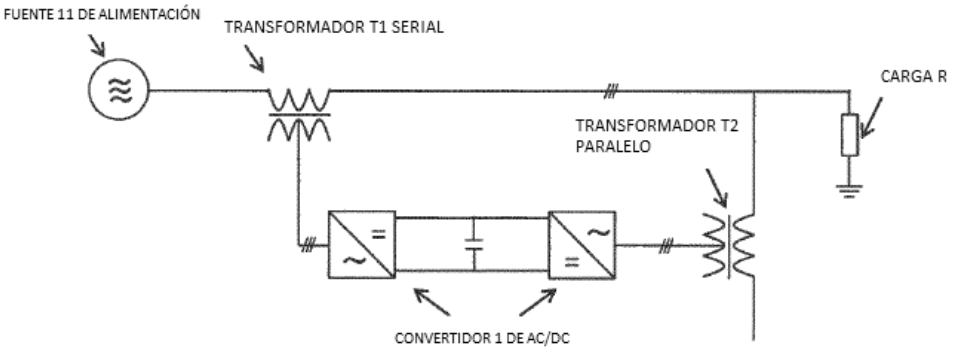
FUENTE 11 DE ALIMENTACIÓN
TRANSFORMADOR T1 SERIAL
CARGA R
TRANSFORMADOR T2
PARALELO
CONVERTIDOR 1 DE AC/DC

FIG. 12