

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 395 064**

51 Int. Cl.:

H02J 3/18 (2006.01)

H01F 29/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.07.2008** **E 08791519 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la solicitud europea: **30.12.2009** **EP 2139089**

54 Título: **Dispositivo de transformación para regular automáticamente la tensión de una alimentación trifásica**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
07.02.2013

73 Titular/es:

POWERPERFECTOR LIMITED (100.0%)
1-10 Praed Mews
London W2 1QY, GB

72 Inventor/es:

SHIMAZU, CHIYUKI y
TSUNEMI, SEIJI

74 Agente/Representante:

URÍZAR ANASAGASTI, José Antonio

ES 2 395 064 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

CAMPO TÉCNICO

5 [0001] La presente invención se refiere a un aparato transformador que ajusta automáticamente la tensión de suministro eléctrico trifásico entregada a un sitio de consumo de energía a un rango objetivo de tensión inferior a su tensión nominal y suministra a equipos de carga y, en concreto a tal aparato de transformación trifásico que tiene una conexión en estrella como su configuración básica.

TÉCNICA ANTERIOR

10 [0002] En, por ejemplo, hoteles, supermercados, fábricas, etc, los equipos de iluminación, equipos de aire acondicionado, equipos de potencia, o similares consumen una gran cantidad de energía eléctrica. Recientemente, esos consumidores generales de energía han reconocido firmemente la necesidad de medidas de ahorro energético, y diversas medidas se han propuesto y se están poniendo en práctica.

15 [0003] Una de las medidas de ahorro de energía adoptables por los consumidores de energía en general es un esquema conocido donde el sistema receptor de electricidad que conduce el suministro comercial de energía a los equipos de interior se proporciona con el aparato de transformación divulgado en la patente japonesa N° 2750275 o N° 3372178, que ajusta automáticamente la tensión del suministro comercial de energía a una tensión de voltaje inferior en varios puntos porcentuales a su tensión nominal y suministra a los equipos de carga.

20 [0004] En las áreas que son inferiores en estabilidad de instalaciones de generación de energía e instalaciones de distribución de energía, la tensión de alimentación a los puntos de recepción de consumidores de energía no es estable y, a menudo fluctúa en un rango de tensión ligeramente superior a la tensión nominal. En tal situación, suministrar alimentación eléctrica cuyo voltaje se ajusta automáticamente mediante un aparato de transformación a una tensión inferior en varios puntos porcentuales a la tensión nominal a los equipos de carga, el consumo de energía por el equipo de carga se reduce considerablemente, lo que produce un efecto de ahorro de energía especialmente grande.

DIVULGACIÓN DE LA INVENCION

[Problemas a resolver por la invención]

25 [0005] El aparato de transformación divulgado en la antes citada patente japonesa N° 3372178 ajusta automáticamente la tensión de alimentación eléctrica trifásica a un intervalo objetivo de tensión inferior a la tensión nominal y suministra al equipo de carga. Sin embargo, la configuración del bobinado del transformador utilizado en este aparato de transformación no está en conexión en estrella, sino en una configuración especial, donde se combinan los flujos de corriente y magnéticos de cada fase con los de las otras fases, y por lo tanto es muy difícil diseñar su circuito bobinado y circuito magnético a fin de lograr las características deseadas.

30 [0006] El aparato de transformación convencional anterior se configura para cambiar su característica de transformación conmutando on/off (encendido / apagado) una pluralidad de conmutadores que conectan las diferentes fases en combinación, y por lo tanto el conmutador necesita conmutarse on/off en un momento en el que la tensión entre extremos opuestos del conmutador (tensión entre las diferentes fases) se convierte en cero. Por ello, un circuito de control de conmutación de ello es complicado, y por lo tanto es difícil asegurar la estabilidad y la fiabilidad de las temporizaciones de la operación de conmutación.

35 [0007] Un objeto de la presente invención es proporcionar un aparato de transformación con un transformador trifásico de conexión en estrella como su configuración básica, que ajusta automáticamente la tensión de alimentación eléctrica trifásica a un valor dentro de un rango objetivo de tensión inferior a la tensión nominal y suministra al equipo de carga.

40 [Medio para resolver los problemas]

[0008] Un aparato de transformación de acuerdo con la presente invención se caracteriza por los siguientes elementos (1) a (22):

45 (1) ser un aparato de transformación configurado para ajustar automáticamente la tensión de alimentación trifásica que comprende tres terminales de entrada (Rin, Sin, Tin), tres terminales de salida (Rout, Sout, Tout), un transformador trifásico de conexión en estrella, un grupo de conmutación, y un circuito de conmutación de conmutadores;

(2) los tres terminales de entrada (Rin, Sin, Tin) estando respectivamente conectados a tres líneas principales de la alimentación trifásica;

(3) los tres terminales de salida (Rout, Sout, Tout) estando conectados a una instalación de carga;

50 (4) el transformador trifásico de conexión en estrella comprendiendo un núcleo, un circuito bobinado de fase R, un circuito bobinado de fase S, y un circuito bobinado de fase T;

- (5) en el circuito bobinado de fase R, un bobinado principal de fase R, un primer bobinado auxiliar de fase R, un primer conmutador de fase R, un segundo bobinado auxiliar de fase R, y un tercer bobinado auxiliar de fase R que están conectados en serie en ese orden entre el terminal de entrada Rin y un punto neutro O, el terminal de salida Rout estando conectado al otro extremo del bobinado principal de fase R;
- 5 (6) un segundo conmutador de fase R del grupo de conmutación que está conectado en paralelo con un circuito en serie del primer bobinado auxiliar de fase R y el primer conmutador de fase R;
- (7) un tercer conmutador de fase R del grupo de conmutación que está conectado en paralelo con un circuito en serie del primer bobinado auxiliar de fase R, el primer conmutador de fase R y el segundo bobinado auxiliar de fase R;
- 10 (8) un cuarto conmutador de fase R del grupo de conmutación que está conectado en paralelo con un circuito en serie del segundo bobinado auxiliar de fase R y el tercer bobinado auxiliar de fase R;
- (9) en el circuito bobinado de fase S, un bobinado principal de fase S, un primer bobinado auxiliar de fase S, un primer conmutador de fase S, un segundo bobinado auxiliar de fase S, y un tercer bobinado auxiliar de fase S que están conectados en serie en ese orden entre el terminal de entrada Sin y el punto neutro O, el terminal de salida Sout estando conectado al otro extremo del bobinado principal de fase S;
- 15 (10) un segundo conmutador de fase S del grupo de conmutación que está conectado en paralelo con un circuito en serie del primer bobinado auxiliar de fase S y el primer conmutador de fase S;
- (11) un tercer conmutador de fase S del grupo de conmutación que está conectado en paralelo con un circuito en serie del primer bobinado auxiliar de fase S, el primer conmutador de fase S y el segundo bobinado auxiliar de fase S;
- 20 (12) un cuarto conmutador de fase S del grupo de conmutación que está conectado en paralelo con un circuito en serie del segundo bobinado auxiliar de fase S y el tercer bobinado auxiliar de fase S;
- (13) en el circuito bobinado de fase T, un bobinado principal de fase T, un primer bobinado auxiliar de fase T, un primer conmutador de fase T, un segundo bobinado auxiliar de fase T, y un tercer bobinado auxiliar de fase T que están conectados en serie en ese orden entre el terminal de entrada Tin y el punto neutro O, el terminal de salida Tout estando conectado al otro extremo del bobinado principal de fase T;
- 25 (14) un segundo conmutador de fase T del grupo de conmutación que está conectado en paralelo con un circuito en serie del primer bobinado auxiliar de fase T y el primer conmutador de fase T;
- (15) un tercer conmutador de fase T del grupo de conmutación que está conectado en paralelo con un circuito en serie del primer bobinado auxiliar de fase T, el primer conmutador de fase T y el segundo bobinado auxiliar de fase T;
- 30 (16) un cuarto conmutador de fase T del grupo de conmutación que está conectado en paralelo con un circuito en serie del segundo bobinado auxiliar de fase T y el tercer bobinado auxiliar de fase T;
- (17) el circuito de conmutación de conmutadores configurado para controlar los conmutadores en base a los niveles de tensión de los terminales de salida (Rout, Sout, Tout) o los terminales de entrada (Rin, Sin, Tin) con el fin de conmutar entre modos primero a cuarto de una forma alternativa;
- 35 (18) en el primer modo, el primer conmutador de cada fase estando en ON, y los conmutadores segundo, tercero y cuarto de cada fase estando en OFF;
- (19) en el segundo modo, el segundo conmutador de cada fase estando en ON, y los conmutadores primero, tercero y cuarto de cada fase estando en OFF;
- 40 (20) en el tercer modo, el tercer conmutador de cada fase estando en ON, y los conmutadores primero, segundo y cuarto de cada fase estando en OFF;
- (21) en el cuarto modo, el cuarto conmutador de cada fase estando en ON, y los conmutadores primero, segundo y tercero de cada fase estando en OFF, y
- 45 (22) el circuito de conmutación de conmutadores configurado para conmutar on/off los conmutadores de cada fase con una temporización para conmutar los modos cuando el valor instantáneo de tensión de la fase se hace cero.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

[0009]

- Figura. 1 es un esquema de configuración de bobinado de un aparato de transformación de acuerdo con una realización de la presente invención;
- 5 Figura. 2 es un esquema de configuración de un núcleo de acuerdo con la realización de la presente invención;
- Figura. 3 muestra la configuración de un circuito de conmutación de conmutadores de acuerdo con la realización de la presente invención;
- Figura. 4 es un diagrama de flujo del procedimiento del proceso por un microordenador 82, en la realización y
- 10 Figura. 5 muestra un ejemplo de configuración de un conmutador y su parte correspondiente en el circuito de conmutación de conmutadores.

[Explicación de los números de referencia]

[0010] Rin, Sin, Tin Terminal entrada

Rout, Sout, Tout Terminal salida

- 10R Bobinado principal fase R
- 15 11R Primer bobinado auxiliar fase R
- 12R Segundo bobinado auxiliar fase R
- 13R Tercer bobinado auxiliar fase R
- 21R Primer conmutador fase R
- 22R Segundo conmutador fase R
- 20 23R Tercer conmutador fase R
- 24R Cuarto conmutador fase R
- 10S Bobinado principal fase S
- 11S Primer bobinado auxiliar fase S
- 12S Segundo bobinado auxiliar fase S
- 25 13S Tercer bobinado auxiliar fase S
- 21S Primer conmutador fase S
- 22S Segundo conmutador fase S
- 23S Tercer conmutador fase S
- 24S Cuarto conmutador fase S
- 30 10S Bobinado principal fase S
- 11T Primer bobinado auxiliar fase T
- 12T Segundo bobinado auxiliar fase T
- 13T Tercer bobinado auxiliar fase T
- 21T Primer conmutador fase T
- 35 22T Segundo conmutador fase T
- 23T Tercer conmutador fase T
- 24T Cuarto conmutador fase T
- 5 Núcleo

5R Porción bobinado fase R

5S Porción bobinado fase S

5T Porción bobinado fase T

8 Circuito de conmutación de conmutadores

5 81 Circuito detector de tensión

82 Microordenador

83 Circuito de mando

51, 52 Tiristor

53 Circuito generador de señal de compuerta

10 54, 55 Circuito detector de tensión

MEJOR MODO DE PUESTA EN PRÁCTICA DE LA INVENCION

=== Esquema del aparato de transformación ===

15 **[0011]** La figura 1 muestra la configuración de bobinado de un aparato de transformación de acuerdo con la presente invención, y la figura. 3 muestra la configuración de un circuito de conmutación de conmutadores 8. En primer lugar, se describe el esquema general de este aparato de la transformación.

20 **[0012]** Este aparato transformador comprende tres terminales de entrada Rin, Sin, Tin conectados respectivamente a las tres líneas principales de una alimentación trifásica de energía y tres terminales de salida Ruta, Sout, Tout conectados a una instalación de carga. El aparato de transformación cambia entre un primer modo en que la tensión de salida se hace cerca de un 2% inferior a la tensión de entrada, un segundo modo en que la tensión de salida se hace cerca de un 4% inferior a la tensión de entrada, un tercer modo en que la tensión de salida se hace cerca de un 6% inferior a la tensión de entrada, y un cuarto modo en que la tensión de salida es sustancialmente igual a la tensión de entrada de una manera alternativa.

25 **[0013]** El aparato de transformación comprende, como su configuración básica, un transformador trifásico de conexión en estrella compuesto de un circuito bobinado de fase R, un circuito bobinado de fase S, y un circuito bobinado de fase T, que son iguales en configuración, como se muestra en la figura. 1.

===Circuito bobinado de fase R===

30 **[0014]** En el circuito bobinado de fase R, un bobinado principal de fase R 10R, un primer bobinado auxiliar de fase R 11R, un primer conmutador de fase R 21R, un segundo bobinado auxiliar de fase R 12R, y un tercer bobinado auxiliar de fase R 13R están conectados en serie en ese orden entre el terminal de entrada Rin y un punto neutro O. El terminal de salida Rout está conectado al otro extremo del bobinado principal de fase R 10R.

[0015] Un segundo conmutador de fase R 22R está conectado en paralelo con un circuito serie del primer bobinado auxiliar de fase R 11R y el primer conmutador de fase R 21R.

[0016] Un tercer conmutador de fase R 23R está conectado en paralelo con un circuito serie del primer bobinado auxiliar de fase R 11R, el primer conmutador de fase R 21R, y el segundo bobinado auxiliar de fase R 12R.

35 **[0017]** Un cuarto conmutador de fase R 24R está conectado en paralelo con un circuito serie del segundo bobinado auxiliar de fase R 12R y el tercer bobinado auxiliar de fase R 13R.

=== Circuito bobinado de fase S ===

40 **[0018]** En el circuito bobinado de fase S, un bobinado principal de fase S 10S, un primer bobinado auxiliar de fase S 11S, un primer conmutador de fase S 21S, un segundo bobinado auxiliar de fase S 12S, y un tercer bobinado auxiliar de fase S 13S están conectados en serie en ese orden entre el terminal de entrada Sin y el punto neutro O. El terminal de salida Sout está conectado al otro extremo del bobinado principal de fase S 10S.

[0019] Un segundo conmutador de fase S 22S está conectado en paralelo con un circuito serie del primer bobinado auxiliar de fase S 11S y el primer conmutador de fase S 21S.

45 **[0020]** Un tercer conmutador de fase S 23S está conectado en paralelo con un circuito serie del primer bobinado auxiliar de fase S 11S, el primer conmutador de fase S 21S, y el segundo bobinado auxiliar de fase S 12S.

[0021] Un cuarto conmutador de fase S 24S está conectado en paralelo con un circuito serie del segundo bobinado auxiliar de fase S 12S y el tercer bobinado auxiliar de fase S 13S.

=== Circuito bobinado de fase T===

5 **[0022]** En el circuito bobinado de fase T, un bobinado principal de fase T 10T, un primer bobinado auxiliar de fase S 11T, un primer conmutador de fase T 21T, un segundo bobinado auxiliar de fase S 12T, y un tercer bobinado auxiliar de fase T 13T están conectados en serie en ese orden entre el terminal de entrada Tin y el punto neutro O. El terminal de salida Tout está conectado al otro extremo del bobinado principal de fase T 10T.

[0023] Un segundo conmutador de fase T 22T está conectado en paralelo con un circuito serie del primer bobinado auxiliar de fase T 11T y el primer conmutador de fase T 21T.

10 **[0024]** Un tercer conmutador de fase T 23T está conectado en paralelo con un circuito serie del primer bobinado auxiliar de fase T 11T, el primer conmutador de fase T 21T, y el segundo bobinado auxiliar de fase T 12T.

[0025] Un cuarto conmutador de fase T 24T está conectado en paralelo con un circuito serie del segundo bobinado auxiliar de fase T 12T y el tercer bobinado auxiliar de fase T 13T.

===Ejemplo del núcleo 5===

15 **[0026]** La Figura. 2 muestra un ejemplo de la forma de un núcleo 5 del transformador trifásico de conexión en estrella. Los bobinados 10R, 11R, 12R, 13R del circuito bobinado de fase R están arrollados alrededor de una porción de bobinado de fase R 5R del núcleo 5. Los bobinados 10S, 11S, 12S, 13S del circuito bobinado de fase S están arrollados alrededor de una porción de bobinado de fase S 5S del núcleo 5. Los bobinados 10T, 11T, 12T, 13T del circuito bobinado de fase T están arrollados alrededor de una porción de bobinado de fase T 5T del núcleo 5.

20 ===Esquema del circuito de conmutación de conmutadores 8===

[0027] La Figura 3 muestra un ejemplo de la configuración del circuito de conmutación de conmutadores 8. The circuito de conmutación de conmutadores 8 está configurado para supervisar los niveles de tensión de los terminales de salida Rout, Sout, Tout y controla un grupo de los conmutadores de la Figura 1 para conmutar entre los modos primero a cuarto en una forma alternativa de manera que la tensión de salida esté dentro de un intervalo predeterminado objetivo de tensión.

[0028] En el primer modo, el primer conmutador 21R, 21S, 21T de cada fase está en ON, y todos los otros conmutadores (los conmutadores segundo, tercero y cuarto de cada fase) están en OFF. En el primer modo, la tensión de salida es aproximadamente 2% inferior a la tensión de entrada.

30 **[0029]** En el segundo modo, el segundo conmutador 22R, 22S, 22T de cada fase está en ON, y todos los otros conmutadores (los conmutadores primero, tercero y cuarto de cada fase) están en OFF. En el segundo modo, la tensión de salida es aproximadamente 4% inferior a la tensión de entrada.

[0030] En el tercer modo, el tercer conmutador 23R, 23S, 23T de cada fase está en ON, y todos los otros conmutadores (los conmutadores primero, segundo y cuarto de cada fase) están en OFF. En el tercer modo, la tensión de salida es aproximadamente 6% inferior a la tensión de entrada.

35 **[0031]** En el cuarto modo, el primer conmutador 24R, 24S, 24T de cada fase está en ON, y todos los otros conmutadores (los conmutadores primero, segundo y tercero de cada fase) están en OFF. En el cuarto modo, la tensión de salida es esencialmente igual a la tensión de entrada.

===Detalles del circuito de conmutación de conmutadores 8===

40 **[0032]** Como se muestra en la Figura 3, el circuito de conmutación de conmutadores 8 comprende un circuito detector de tensión 81, un microordenador 82, y un circuito de mando 83. El circuito detector de tensión 81 detecta los niveles de tensión de los terminales de salida Rout, Sout, Tout e introduce una señal de detección en el microordenador 82. Al ejecutar un proceso mostrado en el diagrama de flujo de la Figura 4 en base a la señal de detección del circuito detector de tensión 81, el microordenador 82 introduce señales de control al circuito de mando 83 para conmutar entre los modos primero a cuarto de manera alternativa. De acuerdo a las señales de control del microordenador 82, el circuito de mando 83 conmuta on/off los conmutadores primero a cuarto 21R a 24R de la fase R, los conmutadores primero a cuarto 21S a 24S de la fase S, y los conmutadores primero a cuarto 21T a 24T de la fase T como se ha descrito anteriormente.

50 **[0033]** Se describirá un ejemplo del procedimiento de proceso del microordenador 82 con referencia al diagrama de flujo de la Figura 4. El microordenador 82 compara el intervalo objetivo de tensión programado y la señal de detección del circuito detector de tensión 81, supervisando por ello si la tensión de salida es mayor o menor que el intervalo objetivo de tensión (pasos 410 y 420).

5 **[0034]** Si la tension de salida es mayor que el intervalo objetivo de tensión, el proceso ejecuta una rutina de reducción de tensión del paso 411 y posterior. En la rutina de reducción de tensión, si está actualmente en el cuarto modo (modo 0%), se hace conmutar al transformador al primer modo (modo -2%); si está actualmente en el primer modo (modo -2%), conmutar al segundo modo (modo -4%); y cuando está actualmente en el segundo modo (modo -4%), conmutar al tercer modo (modo -6%).

10 **[0035]** Si la tension de salida es menor que el intervalo objetivo de tensión, el proceso ejecuta una rutina de aumento de tensión del paso 421 y posterior. En la rutina de elevación de tensión, si está actualmente en el tercer modo (modo -6%), se hace conmutar al transformador al segundo modo (modo -4%); si está actualmente en el segundo modo (modo -4%) conmutar al primer modo (modo -2%); y cuando está actualmente en el primer modo (modo -2%) conmutar al cuarto modo (modo 0%).

===Ejemplo específico de conmutadores y circuito de mando 83===

15 **[0036]** Como se ha descrito anteriormente, los doce conmutadores están incluidos en el circuito del transformador trifásico de conexión en estrella mostrado en la Figura 1, y estos conmutadores son individualmente conmutados on/off por el circuito de mando 83 mostrado en la Figura 3. Los doce conmutadores y sus circuitos respectivos en el circuito de mando 83 tienen configuraciones iguales entre sí.

20 **[0037]** La Figura 5 muestra un ejemplo de configuración de uno de los doce conmutadores y su circuito respectivo en el circuito de mando 83. El conmutador consiste de dos tiristores 51, 52 conectados en paralelo en direcciones opuestas entre sí. El circuito de mando 83 comprende un circuito generador de señal de compuerta 53 y dos circuitos detectores de tensión 54, 55. El circuito generador de señal de compuerta 53 emite una señal de compuerta G1 para encender el tiristor 51 y una señal de compuerta G2 para encender el tiristor 52.

[0038] El circuito detector de tensión 54 detecta la tension compuerta-cátodo del tiristor 51, y su señal de salida A se hace "1" cuando la tension compuerta-cátodo se hace cero (la corriente a través del tiristor 51 se hace cero) y está en "0" cuando fluye una corriente a través del tiristor 51 con la tensión compuerta-cátodo no siendo cero.

25 **[0039]** De forma similar, el circuito detector de tensión 55 detecta la tension compuerta-cátodo del tiristor 52, y su señal de salida B se hace "1" cuando la tension compuerta-cátodo se hace cero (la corriente a través del tiristor 52 se hace cero) y está en "0" cuando fluye una corriente a través del tiristor 52 con la tensión compuerta-cátodo no siendo cero

30 **[0040]** Cuando el microordenador 82 de la Fig. 3 da al circuito de mando 83 de la Fig. 3 (incluyendo el circuito 53 generador de señal de compuerta) una señal de control para instruir para apagar los tiristores 51, 52 (un conmutador), el circuito 53 generador de señal de compuerta apaga los tiristores 51, 52 mediante las señales de compuerta de los mismos en respuesta a las señales de salida A, B de los circuitos detectores de tensión 54, 55 que cambian a "1". Además, se enciende otro conmutador (dos tiristores conectados en paralelo en direcciones opuestas entre sí) para ser encendido en lugar de apagar los tiristores 51, 52 (un conmutador).

35 **[0041]** Por esto, el circuito de conmutación de conmutadores 8 de la Fig. 3 está configurado para conmutar on/off los conmutadores de cada fase con una temporización en la que el valor instantáneo de tensión de la fase se hace cero para conmutar los modos. En la anterior realización, cada conmutador consiste en tiristores conectados en paralelo en direcciones opuestas entre sí y el circuito de conmutación de conmutadores 8 comprende el circuito detector de tensión que detecta la tensión compuerta-cátodo de cada tiristor y está configurado para apagar un tiristor encendiendo otro tiristor en respuesta a una temporización de que se ha detectado que su tensión compuerta-cátodo se acaba de hacer cero mediante el detector de tensión del tiristor a encender.

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo de transformación configurado para ajustar automáticamente la tensión de una alimentación eléctrica trifásica que comprende:

tres terminales de entrada (Rin, Sin, Tin);

tres terminales de salida (Rout, Sout, Tout);

5 un transformador trifásico conectado en estrella

un grupo de conmutación (21R-24R, 21S-24S, 21T-24T),

caracterizado por

un circuito de conmutación de conmutadores (8), en el que;

10 tres terminales de entrada (Rin, Sin, Tin) están respectivamente conectados a tres líneas principales de la alimentación eléctrica trifásica;

los tres terminales de salida (Rout, Sout, Tout) están conectados a una instalación de carga;

el transformador trifásico conectado en estrella comprende un núcleo (5), un circuito bobinado de fase R, un circuito bobinado de fase S, y un un circuito bobinado de fase T;

15 en el circuito bobinado de fase R, un bobinado principal de fase R (10R), un primer bobinado auxiliar de fase R (11R), un primer conmutador de fase R (21R), un segundo bobinado auxiliar de fase R (12R), y un tercer bobinado auxiliar de fase R (13R) están conectados en serie en ese orden entre el terminal de entrada Rin y un punto neutro O, el terminal de salida Rout estando conectado al otro extremo del bobinado principal de fase R (10R);

20 un segundo conmutador de fase R (22R) del grupo de conmutación está conectado en paralelo con un circuito serie del primer bobinado auxiliar de fase R (11R) y el primer conmutador de fase R (21R);

un tercer conmutador de fase R (23R) del grupo de conmutación está conectado en paralelo con un circuito serie del primer bobinado auxiliar de fase R (11R), el primer conmutador de fase R (21R), y el segundo bobinado auxiliar de fase R (12R);

25 un cuarto conmutador de fase R (24R) del grupo de conmutación está conectado en paralelo con un circuito serie del segundo bobinado auxiliar de fase R (12R) y el tercer bobinado auxiliar de fase R (13R)

en el circuito bobinado de fase S, un bobinado principal de fase S (10S), un primer bobinado auxiliar de fase S (11S), un primer conmutador de fase S (21S), un segundo bobinado auxiliar de fase S (12S), y un tercer bobinado auxiliar de fase S (13S) están conectados en serie en ese orden entre el terminal de entrada Sin y el punto neutro O, el terminal de salida Sout estando conectado al otro extremo del bobinado principal de fase S (10S);

30 un segundo conmutador de fase S (22S) del grupo de conmutación está conectado en paralelo con un circuito serie del primer bobinado auxiliar de fase S (11S) y el primer conmutador de fase S (21S);

un tercer conmutador de fase S (23S) del grupo de conmutación está conectado en paralelo con un circuito serie del primer bobinado auxiliar de fase S (11S), el primer conmutador de fase S (21S), y el segundo bobinado auxiliar de fase S (12S);

35 un cuarto conmutador de fase S (24S) del grupo de conmutación está conectado en paralelo con un circuito serie del segundo bobinado auxiliar de fase S (12S) y el tercer bobinado auxiliar de fase S (13S);

en el circuito bobinado de fase T, un bobinado principal de fase T (10T), un primer bobinado auxiliar de fase S (11T), un primer conmutador de fase T (21T), un segundo bobinado auxiliar de fase S (12T), y un tercer bobinado auxiliar de fase T (13T) están conectados en serie en ese orden entre el terminal de entrada Tin y el punto neutro O. El terminal de salida Tout está conectado al otro extremo del bobinado principal de fase T (10T);

40 un segundo conmutador de fase T (22T) del grupo de conmutación está conectado en paralelo con un circuito serie del primer bobinado auxiliar de fase T (11T) y el primer conmutador de fase T (21T);

45 un tercer conmutador de fase T (23T) del grupo de conmutación está conectado en paralelo con un circuito serie del primer bobinado auxiliar de fase T (11T), el primer conmutador de fase T 21T, y el segundo bobinado auxiliar de fase T (12T);

un cuarto conmutador de fase T (24T) del grupo de conmutación está conectado en paralelo con un circuito serie del segundo bobinado auxiliar de fase T (12T) y el tercer bobinado auxiliar de fase T (13T):

5 el circuito de conmutación de conmutadores (8) está configurado pra controlar los conmutadores en base a los niveles de tensión de los terminales de salida (Rout, Sout, Tout) o los terminales de entrada (Rin, Sin, Tin) a fin de conmutar entre los modos primero a cuarto en una forma alternativa de manera que;

en el primer modo, el primer conmutador (21R, 21S, 21T) de cada fase está en ON, y el segundo (22R, 22S, 22T), tercero (23R, 23S, 23T) y cuarto (24R, 24S, 24T) conmutadores de cada fase están en OFF;

en el segundo modo, el segundo conmutador (22R, 22S, 22T) de cada fase está en ON, y el primero (21R, 21S, 21T), tercero (23R, 23S, 23T) y cuarto (24R, 24S, 24T) conmutadores de cada fase están en OFF;

10 en el tercer modo, el tercer conmutador (23R, 23S, 23T) de cada fase está en ON, y el primero (21R, 21S, 21T), segundo (22R, 22S, 22T) y cuarto (24R, 24S, 24T) conmutadores de cada fase están en OFF.

en el cuarto modo, el cuarto conmutador (24R, 24S, 24T) de cada fase está en ON, y el primero (21R, 21S, 21T), segundo (22R, 22S, 22T), y tercer (23R, 23S, 23T), conmutador de cada fase están en OFF; y

15 el circuito de conmutación de conmutadores (8) está configurado para conmutar on/off los conmutadores de cada fase con una temporización para conmutar los modos cuando el valor instantáneo de tensión de la fase se hace cero.

20 2. El dispositivo de transformación según la reivindicación 1, en el que cada uno de los conmutadores (21R-24R, 21S-24S, 21T-24T) incluye tiristores (51, 52) conectados en paralelo en direcciones opuestas entre sí, y el circuito de conmutación de conmutadores (8) comprende un detector de tensión (54, 55) configurado para detectar la tensión compuertacátodo de cada uno de los tiristores y apaga un tiristor encendiendo otro tiristor en respuesta a una temporización de que se ha detectado que su tensión compuerta-cátodo se acaba de hacer cero mediante el detector de tensión del tiristor a encender.

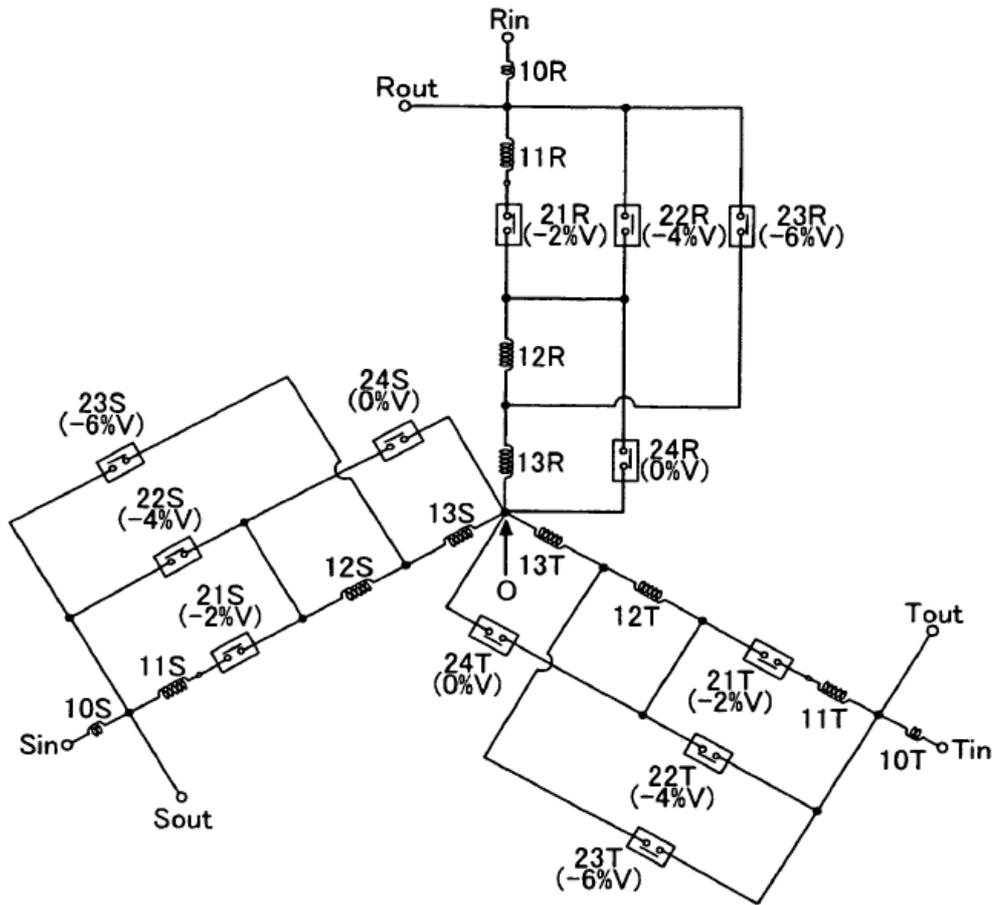


FIG. 1

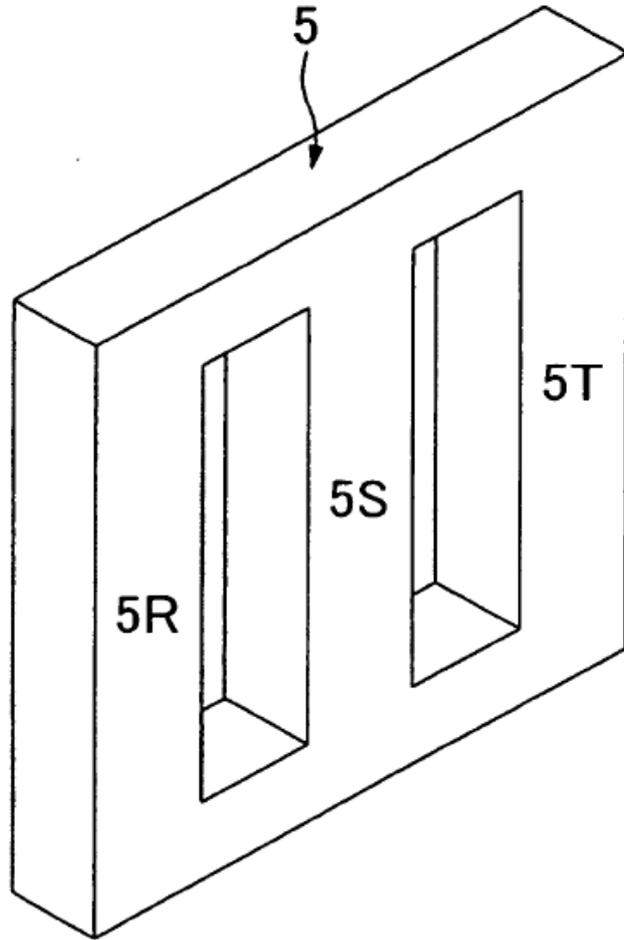
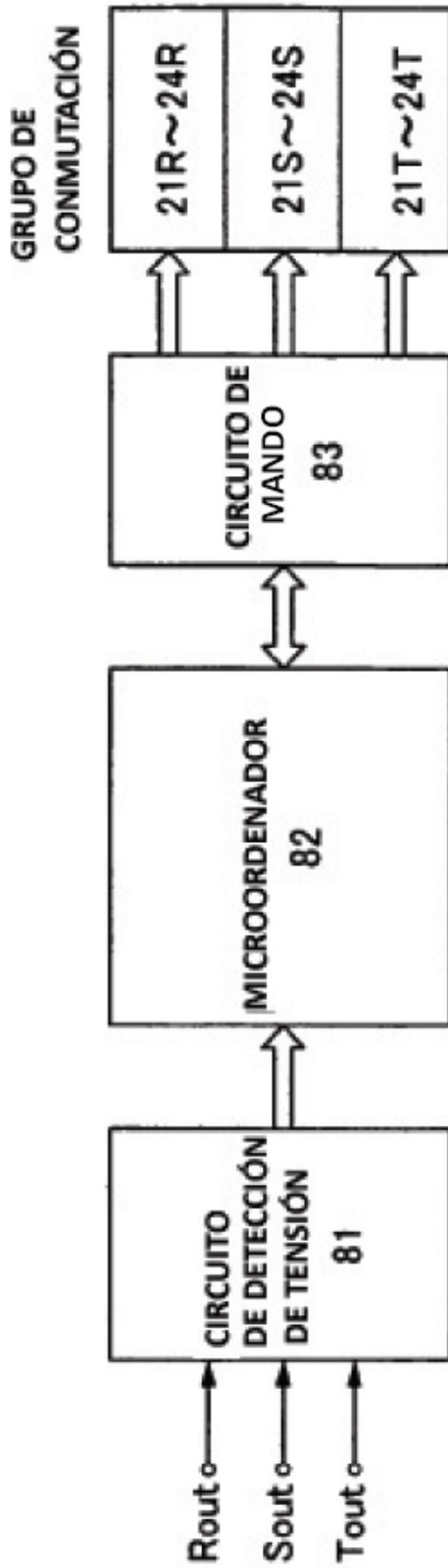


FIG. 2



CIRCUITO DE CONMUTACIÓN DE CONMUTADORES 8

FIG. 3

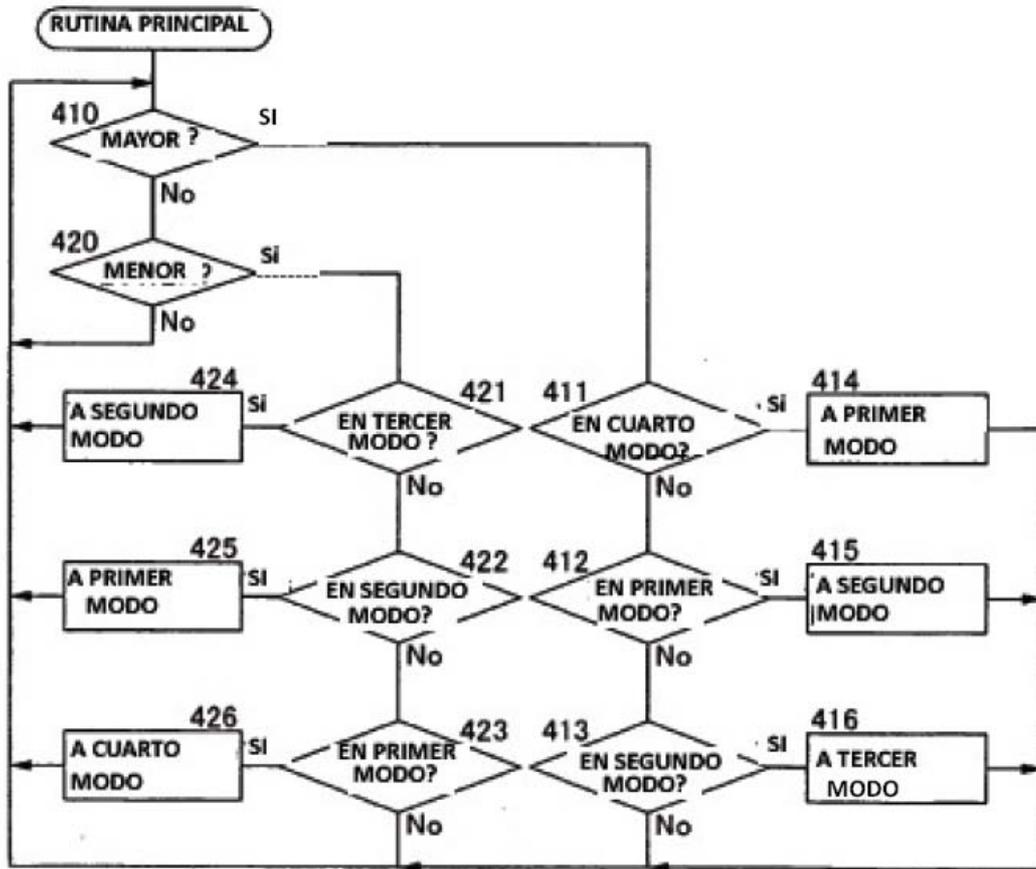


FIG. 4

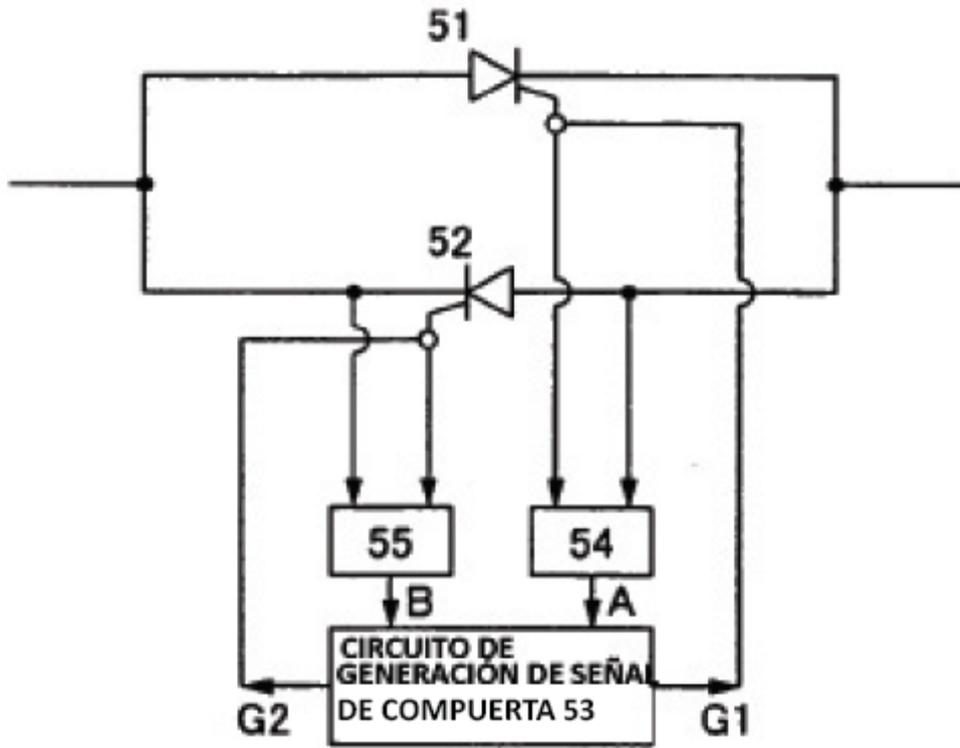


FIG. 5