

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 747 853**

51 Int. Cl.:

H02J 3/16 (2006.01)

H02J 3/18 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.03.2016 E 16159935 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.07.2019 EP 3133709**

54 Título: **Aparato condensador VAR estático y un método de funcionamiento del mismo**

30 Prioridad:

19.08.2015 KR 20150116998

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

11.03.2020

73 Titular/es:

**LSIS CO., LTD. (100.0%)
127, LS-ro, Dongan-gu
Anyang-si, Gyeonggi-Do 14119, KR**

72 Inventor/es:

LEE, KYUNG BIN

74 Agente/Representante:

SÁNCHEZ SILVA, Jesús Eladio

ES 2 747 853 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 compensador VAR estático y un método de funcionamiento del mismo

5 Antecedentes

La presente descripción se refiere a un aparato compensador VAR estático y a un método de funcionamiento del mismo y, más particularmente, a un aparato compensador VAR estático, que cambia una estructura en la que un capacitor con interruptor de tiristor (TSC) para la compensación de potencia reactiva está conectado a un sistema de potencia, y un método de funcionamiento de los mismos.

10

Es necesario compensar la potencia reactiva tanto en un sistema de transmisión de corriente continua (CC) como en un sistema de transmisión de potencia de CA (CA) para la transmisión de energía. La potencia reactiva indica potencia que no se utiliza realmente y no consume calor. La potencia reactiva viaja de un lado a otro entre la energía y un dispositivo eléctrico, pero no produce energía, por lo que no puede utilizarse. Si aumenta la potencia reactiva, los voltajes pueden reducirse significativamente en su transmisión y, por lo tanto, puede cortarse la energía. Para evitar los problemas anteriores, es necesario compensar la potencia reactiva adecuadamente.

15

Para este fin, se utiliza un compensador de potencia reactiva en un sistema de transmisión. El compensador de potencia reactiva puede clasificarse en un compensador VAR estático (SVC), que utiliza un elemento tiristor para compensar la potencia reactiva, y un compensador estático síncrono (STATCOM) que utiliza un elemento transistor bipolar de puerta aislada (IBGT).

20

Un sistema SVC general puede incluir un capacitor con interruptor de tiristor (TSC) que suministra potencia reactiva y un reactor controlado por tiristores (TCR) que absorbe la potencia reactiva. El sistema SVC ajusta la potencia reactiva del TSC y el TCR para suministrar potencia reactiva a un sistema de potencia o absorber potencia reactiva. Al hacerlo, el sistema SVC controla los voltajes, un factor de potencia y la potencia reactiva para controlar todo el sistema, mejorando así la estabilidad del sistema de potencia.

25

La Figura 1 es un diagrama que ilustra la conexión del sistema de potencia de un TCR y un TSC que comprende un sistema SVC existente.

30

Como se ilustra en la Figura 1, un sistema SVC existente 100 puede incluir un TCR 110 y un TSC 120.

35 El TCR 110 incluye tres tiristores bidireccionales 111, 112 y 113, y tres reactores 114, 115 y 116.

Los tres tiristores bidireccionales 111, 112 y 113 y los tres reactores 114, 115 y 116 pueden conectarse a un sistema de potencia de CA 130 en una estructura de conexión delta. En este caso, cada uno de los tres tiristores bidireccionales 111, 112 y 113, y los tres reactores 114, 115 y 116 se configuran en cualquiera de las tres fases que generan CA trifásica.

40

El TCR 110 enciende y apaga los tres tiristores bidireccionales 111, 112 y 113 para absorber la potencia reactiva del sistema de potencia de CA 130.

45 Los TSC 120 están configurados para incluir tres tiristores bidireccionales 121, 122 y 123, y tres capacitores 124, 125 y 126.

Los tres tiristores bidireccionales 121, 122 y 123, y los tres capacitores 124, 125 y 126 pueden estar conectados al sistema de potencia de CA 130 en una estructura de conexión delta. En este caso, cada uno de los tres tiristores bidireccionales 121, 122 y 123, y los tres capacitores 124, 125 y 126 se configuran en cualquiera de las tres fases que generan CA trifásica.

50

El TSC 120 enciende y apaga los tres tiristores bidireccionales 121, 122 y 123 para suministrar potencia reactiva al sistema de potencia de CA 130.

55

La Figura 2 es un diagrama que ilustra una relación entre un voltaje de red y un voltaje aplicado debido a una configuración de un TSC en la Figura 1.

Una estructura de conexión delta es una estructura en la que un extremo de los elementos de conexión de una bobina, como un tiristor y un capacitor, se conecta a un extremo de otra bobina, y una línea conectada desde un punto de conexión de la bobina se conecta a un sistema de potencia. Un circuito configurado en la estructura de conexión delta genera CA trifásica que indica CA que ocurre continuamente en un diferencial de fase de 120 grados.

60

Con referencia a la Figura 2, un extremo X2 de una bobina X está conectada a un extremo Y1 de una bobina Y. Otro extremo Y2 de la bobina Y está conectada a un extremo Z1 de una bobina Z, y el otro extremo Z2 de la bobina Z está conectada al otro extremo X1 de la bobina X.

65

Además, el punto de enlace de X2 e Y1 está conectado a un sistema de potencia L1 a través de una línea, el punto de enlace de Y2 y Z1 está conectado a un sistema de potencia L2 a través de una línea, y el punto de enlace de X1 y Z2 está conectado a un sistema de potencia L3 a través de una línea.

5 Un voltaje de fase U_p es un voltaje inducido a cada una de las tres bobinas. En la Figura 2, un voltaje de fase aplicado a la bobina X es U_{31} , un voltaje de fase aplicado a la bobina Y es U_{12} , y un voltaje de fase aplicado a la bobina Z es U_{23} .

10 Un voltaje de línea U_L es un voltaje aplicado entre líneas que son adyacentes entre sí. En la Figura 2, un voltaje de línea aplicado entre una línea L1 y una línea L2 es $U_1 \sim 2$, un voltaje de línea aplicado entre la línea 2 y una línea L3 es $U_2 \sim 3$, y un voltaje de línea aplicado entre la línea L1 y la línea L3 es $U_1 \sim 3$.

15 Como se ilustra en la Figura 2, un voltaje de fase es igual a un voltaje de línea en una estructura de conexión delta. Es decir, se establece la relación $U_p = U_L$. Por lo tanto, se aplica un voltaje de línea de un sistema de potencia a cada voltaje de fase del TSC.

20 Cada uno de un TCR y un TSC que configuran el sistema SVC existente está en una estructura de conexión delta. Debido a que el TCR ajusta una señal de disparo para que se aplique a un tiristor, el TCR debe estar en una estructura de conexión delta.

25 Sin embargo, en el caso del TSC, si un voltaje de fase del TSC se eleva, se requiere un mayor número de elementos de tiristores utilizados en el TSC y, por lo tanto, el precio del TSC puede aumentar. Además, si el voltaje de fase del TSC se eleva, el nivel de aislamiento de un capacitor puede aumentar, de modo que un elemento del capacitor puede tener un volumen mayor y, por lo tanto, el precio del TSC puede aumentar. Además, en este caso, aumenta el voltaje aplicado a cada dispositivo configurable, lo que reduce la estabilidad del dispositivo.

Otros sistemas SVC existentes son:

30 El documento CN 103 475 005 A describe un dispositivo de compensación reactiva de alto voltaje que comprende un inversor de fuente de voltaje en paralelo con una disposición de conexión en Y que comprende un capacitor con interruptor de tiristor que incluye reactores de filtro en conexión en serie.

35 El documento CN 203 883 480 U describe un dispositivo de compensación reactiva dinámica de eliminación de armónicos que comprende un capacitor con interruptor de tiristor en estructura en estrella, cada una de sus ramas de fase consiste en una disposición en serie de un fusible de acción rápida, tiristores antiparalelos, un reactor de filtro monofásico y un capacitor de filtrado monofásico.

TYLL y otros: "Historical overview on dynamic reactive power compensation solutions from the begin of AC power transmission toward present applications", IEEE, publicado el 15 de marzo de 2009, se relaciona con un resumen histórico de las soluciones utilizadas para compensar dinámicamente la potencia reactiva.

40 DEEPAK BALKRISHNA KULKARNI y otros: "ANN-based SVC switching at distribution level for minimal-injected harmonics", IEEE, publicado el 3 de julio de 2010, se refiere a la conmutación SVC a nivel de distribución utilizada para minimizar los armónicos.

El documento CN 103 475 005 A describe un dispositivo combinado de compensación reactiva estática, que comprende una unidad de compensación reactiva y una unidad de control.

45 Resumen

50 Las modalidades de la presente descripción proporcionan un aparato compensador VAR estático y un método de funcionamiento del mismo, en donde el aparato compensador VAR estático utiliza un TSC que está en una estructura de conexión Y, no en una estructura existente de conexión delta, para reducir así un voltaje de fase y un nivel de aislamiento del TSC y así reducir el precio del TSC al tiempo que mejora la estabilidad del dispositivo.

55 Los objetivos técnicos de la presente descripción no se limitan a los objetivos mencionados anteriormente, y los expertos en la materia a los que pertenecen las siguientes modalidades pueden comprender claramente otros objetivos, aunque no se mencionan a continuación.

60 En particular, un primer aspecto de la presente invención está dirigido al aparato compensador VAR estático de la reivindicación 1. Un segundo aspecto de la presente invención está dirigido al método de funcionamiento de un sistema compensador VAR estático de la reivindicación 6. Otras modalidades de la invención están cubiertas por las reivindicaciones dependientes. Por lo tanto, la invención se expone en el conjunto de reivindicaciones adjuntas. Las modalidades y/o ejemplos de esta descripción que no están cubiertos por las reivindicaciones adjuntas se consideran como no parte de la presente invención.

Breve descripción de los dibujos

65 La Figura 1 es un diagrama de circuito que ilustra la conexión de un Reactor controlado por tiristores (TCR) y un capacitor con interruptor de tiristor (TSC) que configura un sistema compensador VAR estático (SVR) existente a un

sistema de potencia.

La Figura 2 es un diagrama para la explicación de una relación entre un voltaje de red y un voltaje aplicado debido a una configuración del TSC en la Figura 1.

5 La Figura 3 es un diagrama de bloques que ilustra la configuración de un aparato compensador VAR estático de acuerdo con una modalidad de la presente descripción.

La Figura 4 es un diagrama de circuito que ilustra la conexión de un aparato compensador VAR estático de acuerdo con una realización de la presente descripción a un sistema de potencia.

La Figura 5 es un diagrama que ilustra cómo un aparato compensador VAR estático según una modalidad de la presente descripción está conectado en una estructura de conexión Y.

10 La Figura 6 es un diagrama para la explicación de una relación entre un voltaje de línea y un voltaje de fase aplicado debido a una configuración de un aparato compensador VAR estático en la Figura 5.

La figura 7 es un diagrama que ilustra una configuración de un aparato compensador VAR estático según otra modalidad de la presente descripción.

15 La figura 8 es un diagrama que ilustra una configuración de un sistema compensador VAR estático según una modalidad de la presente descripción.

La Figura 9 es un diagrama que ilustra cómo compensar la potencia reactiva estática de acuerdo con una modalidad de la presente descripción.

20 Descripción detallada

La invención se describirá más completamente en lo adelante con referencia a los dibujos acompañantes, en los que se muestran algunas modalidades ilustrativas. La invención puede, sin embargo, llevarse a la práctica de maneras diferentes y no debe limitarse a las modalidades de la presente, pero se limita por las reivindicaciones adjuntas. Más bien, estas modalidades se proporcionan para que esta descripción sea exhaustiva y transmita completamente el alcance de la presente invención a los expertos en la materia.

Los términos empleados a lo largo de la divulgación tienen los significados comúnmente usados en la técnica, y también se usan términos arbitrarios seleccionados por el inventor. En el último caso, los significados de los mismos se describen en detalle en la descripción detallada. Por lo tanto, la presente divulgación debe entenderse en base a los significados de los términos. En la siguiente descripción, se entenderá que los términos "comprende" y/o "que comprende" tal como se usan en el presente documento significan que la siguiente lista no es exhaustiva y puede incluir o no cualquier otro elemento adecuado adicional, por ejemplo uno o más componente(s), operación (es), procedimiento(s) y/o elemento(s) según corresponda.

35 La Figura 3 es un diagrama que ilustra la configuración de un aparato de compensador VAR estático de acuerdo con una modalidad de la presente invención.

Un aparato 300 compensador VAR estático según una modalidad de la presente descripción puede incluir una pluralidad de bancos de capacitores 310, una pluralidad de tiristores bidireccionales 320 y un controlador 330.

40 Según un estado abierto/cerrado de la pluralidad de bancos de capacidad 310, se suministra energía de potencia de CA (CA) trifásica.

45 Un banco de capacitores 310 es un capacitor de gran capacidad para acumular energía eléctrica, y puede incluir una pluralidad de capacitores. Un capacitor es un elemento que consta de dos electrodos y un dieléctrico entre los dos electrodos, y almacena energía eléctrica.

La pluralidad de capacitores 310 puede estar conectada en Y a un sistema de potencia.

50 En la estructura anterior de la conexión Y, un extremo de cada una de las tres bobinas que generan potencia de CA trifásica (CA) está conectado para configurar un punto neutro, y el otro extremo de cada una de las tres bobinas está conectado al sistema de potencia. La estructura de la conexión Y se describe en detalle con referencia a las Figuras 5 y 6.

55 La pluralidad de tiristores bidireccionales 320 abre y cierra la pluralidad de bancos de capacitores 310.

Cada tiristor bidireccional 320 está en una estructura donde dos tiristores están conectados en paralelo inverso y, en consecuencia, una corriente puede fluir en dos direcciones en un estado de conexión.

60 Un tiristor es PNP de cuatro capas de estructura semiconductor, y se enciende y apaga para permitir y bloquear un flujo de corriente. En un caso donde un ánodo es positivo en relación con su cátodo, si una corriente suficiente fluye en una puerta, se establece una conexión eléctrica. Una vez que se establece la conexión eléctrica, el tiristor no se apaga mientras el voltaje del ánodo se establezca en 0.

65 El controlador 330 calcula la potencia reactiva a compensar, y controla la pluralidad de tiristores bidireccionales 320 para abrir y cerrar la pluralidad de bancos de capacitores 310 en correspondencia con la cantidad calculada de

potencia reactiva.

La Figura 4 es un diagrama de circuito que ilustra la conexión de un aparato compensador VAR estático de acuerdo con una modalidad de la presente divulgación a un sistema de potencia.

El aparato compensador VAR estático según una modalidad de la presente descripción está en una estructura de conexión Y a un sistema de potencia para reducir un voltaje de fase aplicado al aparato compensador VAR estático.

Con referencia a la Figura 4, tres bobinas que conectan una pluralidad de bancos de capacitores 411, 412 y 413 y una pluralidad de tiristores bidireccionales 421, 422 y 423 están dispuestos en una estructura de conexión Y. Además, un extremo de cada una de las tres bobinas está conectada para configurar un punto neutro, y el otro extremo de cada una de las tres bobinas está conectado a un sistema de potencia de CA.

Para facilitar la explicación, la Figura 4 muestra un ejemplo en donde se proporcionan los tres bancos de capacitores 411, 412 y 413 y los tres tiristores bidireccionales 421, 422 y 423, pero la configuración puede ser diferente según el diseño del sistema.

La Figura 5 es un diagrama para explicar un método de conexión en Y de un aparato compensador VAR estático de acuerdo con una modalidad de la presente descripción.

Con referencia a (a) en el lado izquierdo de la Figura 5, U2, V2 y W2, cada uno de los cuales es un extremo de cada bobina, están conectados en un punto neutro N (o un punto común) 510. Además, tres líneas extraídas de U1, V1 y W1, cada una de las cuales es el otro extremo de cada bobina, están conectadas a las líneas L1, L2 y L3, respectivamente. Debido a esta configuración, se produce una CA trifásica.

Un voltaje entre U1 y V1, entre V1 y W1, o entre W1 y U1 se llama voltaje de línea UL. En este caso, U12, U23 y U31 son el voltaje de línea UL.

Un voltaje entre U1 y el punto neutro N 510, entre V1 y el punto neutro N 510, o entre W1 y el punto neutro N 510 se llama voltaje de fase Upag. En este caso, U1N, U2N, y U3N son la tensión de fase Upag.

Con referencia a (b) en el lado derecho de la Figura 5, se ilustra un voltaje de fase aplicado a cada fase de una CA trifásica. En una estructura de conexión delta, se aplica un voltaje de línea a un voltaje de fase. Sin embargo, en la presente descripción, si una pluralidad de capacitores están en una estructura de conexión Y, el voltaje de fase se vuelve más bajo que el voltaje de línea. En lo sucesivo, el principio de cómo se baja el voltaje de fase se describe con referencia a la Figura 6.

La Figura 6 es un diagrama para la explicación de una relación entre un voltaje de línea y un voltaje de fase aplicado debido a una configuración de un aparato compensador VAR estático en la Figura 5.

Con referencia a (a) en el lado izquierdo de la Figura 6, los voltajes de fase de tres fases son U1N, U2N, y U3N, respectivamente, y los voltajes de línea de las tres fases son U12, U23 y U31, respectivamente.

En este caso, la relación $U_{31} = U_{1N} - U_{3N}$ se establece por cálculo vectorial.

Es decir, la fórmula $U_{1N} = U_{31} + U_{3N}$ es válida.

En base a esto, se puede lograr una relación entre un voltaje de línea y un voltaje de fase con el cálculo vectorial y una función coseno en (b) en el lado derecho de la Figura 6. Con referencia a (b) en el lado derecho de la Figura 6, una relación entre un voltaje de línea (UL: U12, U23, U31) y un voltaje de fase (Upag: U1N, U2N, U3N) se representa como en la siguiente fórmula:

$$U_L = 2 \cdot U_P \cdot \cos 30^\circ = 2 \cdot \cos 30^\circ \cdot U_P = \sqrt{3} U_P \approx 1.73 U_P$$

[Fórmula 1]

En este caso

$$\sqrt{3} \approx 1.73,$$

entonces el voltaje de fase Upag se reduce a 1/1,73 veces el voltaje de línea UL. Por consiguiente, es posible reducir un voltaje de fase que se aplicará a un aparato compensador VAR estático.

Si un capacitor con interruptor de tiristor (TSC) está conectado a un sistema de potencia en una estructura existente de

conexión delta, se aplica un voltaje de fase igual a un voltaje de línea a cada fase del TSC.

Sin embargo, si un TSC está conectado a un sistema de potencia en una estructura de conexión Y que se propone en la presente descripción, un voltaje aplicado a cada fase del TSC puede reducirse a 1/1,732 veces el voltaje de la línea.

5 Cuanto mayor es el voltaje de fase se aplica a una fase que configura una CA trifásica, cuantos más elementos de tiristores necesita usar el compensador VAR estático. Además, si se aplica un alto voltaje de fase a una fase, el nivel de aislamiento de un capacitor aumenta y, por lo tanto, un elemento capacitor puede tener un volumen mayor.

10 Por lo tanto, en un caso en donde un TSC está conectado a un sistema de potencia en una estructura de conexión Y de acuerdo con una modalidad de la presente descripción, el número de elementos de tiristores y el volumen de un elemento capacitor se reducen, de modo que el precio del CET también puede reducirse.

15 La Figura 7 es un diagrama que ilustra una configuración de un aparato compensador VAR estático según otra modalidad de la presente descripción.

20 Un aparato compensador VAR estático 300 según otra modalidad de la presente descripción puede incluir una pluralidad de bancos de capacitores 310, una pluralidad de tiristores bidireccionales 320, un controlador 330 y un filtro de armónicos 710.

La pluralidad de bancos de capacitores 310, la pluralidad de tiristores bidireccionales 320, y el controlador 330 realizan funciones idénticas o similares a las de los elementos descritos en la Figura 3, de modo que esas funciones ya descritas anteriormente no se describen de aquí en adelante.

25 El filtro de armónicos 710 absorbe armónicos específicos, por lo tanto filtra los armónicos que pueden ocurrir mientras el aparato compensador VAR estático 300 está accionado. Según las características del aparato compensador VAR estático 300, se puede incluir una pluralidad de filtros armónicos 710.

30 El filtro de armónicos 710 puede ser un filtro pasivo o un filtro activo. El filtro pasivo consta de un reactor, un capacitor y una resistencia, y el filtro activo consta de un elemento activo.

El filtro de armónicos 710 puede estar conectado a un extremo de la pluralidad de bancos de capacitores 310.

35 En este caso, se puede insertar un interruptor entre el filtro de armónicos 710 y la pluralidad de bancos de capacitores 310. El interruptor puede ser un interruptor mecánico o un transistor. Si el interruptor es un transistor, puede ser un transistor de efecto de campo de semiconductor de óxido de metal (MOSFET) o un elemento de transistor de compuerta bipolar aislada (IGBT).

40 Alternativamente, se puede insertar un interruptor en cada uno de la pluralidad de filtros armónicos 710.

Según un estado abierto/cerrado, el conmutador transmite potencia al filtro de armónicos 710 o bloquea la transmisión de potencia al mismo.

45 El controlador 330 puede calcular una cantidad de armónicos que se producen durante el funcionamiento del aparato 300 compensador VAR estático, y controlar el filtro de armónicos 710 para filtrar los armónicos en función de la cantidad calculada.

50 Específicamente, el controlador 330 puede controlar la transmisión de potencia al filtro de armónicos 710 abriendo y cerrando el interruptor mencionado anteriormente y, al mismo tiempo, controlar el filtro de armónicos 710 para absorber los armónicos.

55 La mayoría de los armónicos se producen en un Reactor controlado por tiristores (TCR), por lo que un TSC existente incluido en un sistema compensador VAR estático (reactivo de volt ampere) (SVC) no incluye un filtro de armónicos. Para compensar los armónicos parciales sin un filtro de armónicos adicional, el TSC generalmente está dispuesto en una estructura de conexión delta.

Sin embargo, un aparato compensador VAR estático según otra modalidad de la presente descripción está conectado en Y a un sistema de potencia e incluye un filtro de armónicos.

60 En consecuencia, como un TSC está configurado para incluir un filtro de armónicos que está conectado convencionalmente al TSC en paralelo y separado del TSC, es posible reducir el volumen del sistema SVC y reducir el espacio ocupado por el sistema SVC.

65 Además, el TSC realiza funciones del filtro de armónicos, por lo que es posible reducir los costos necesarios para instalar el filtro de armónicos en el sistema SVC existente.

La Figura 8 es un diagrama que ilustra una configuración de un sistema compensador VAR estático según una modalidad de la presente descripción.

5 El sistema SVC está conectado a líneas en paralelo, y abre y cierra un banco de capacitores o una combinación del banco de capacitores/banco de capacitores y un reactor a alta velocidad por un tiristor para generar o absorber potencia reactiva en un intento de controlar el Poder reactivo. Para este fin, el sistema SVC puede incluir un TCR 810 y TSC 820.

10 Mientras tanto, de acuerdo con el diseño del sistema, el sistema SVC puede incluir un compensador de conmutación mecánica (no se muestra), un capacitor de conmutación mecánica (no se muestra) y un transformador eléctrico.

15 El TCR 810 enciende y apaga un tiristor para absorber la potencia reactiva de un sistema de potencia de CA. Específicamente, si la potencia reactiva transferida desde un sistema de potencia es mayor que un nivel específico, el TCR 810 puede absorber una cantidad de potencia reactiva que excede el nivel específico.

20 Para este fin, el TCR 810 controla una fase de una corriente que fluye en un reactor. En este caso, la corriente que fluye en el reactor se distorsiona y, por lo tanto, se producen armónicos. Por lo tanto, se necesita un filtro de armónicos capaz de filtrar los armónicos que se producen en el TCR 810 y, en esta modalidad, dicho filtro de armónicos se incluye en el TSC 820.

El TSC 820 es un conjunto trifásico, que se puede conectar a un sistema de potencia en una estructura de conexión Y.

25 Al encender y apagar un tiristor, el TSC 820 abre y cierra un capacitor para suministrar potencia reactiva a un sistema de potencia de CA. Específicamente, si la potencia reactiva transferida desde el sistema de potencia es menor que un nivel específico, el TSC 820 suministra una cantidad de potencia reactiva que no alcanza el nivel específico.

30 Para este fin, el TSC 820 puede incluir tiristores bidireccionales 821, 822 y 823, bancos de capacitores 824, 825 y 826, y filtros de armónicos 827, 828 y 829, en donde los tiristores bidireccionales 821, 822 y 823 están conectados a los respectivos bancos de capacitores 824, 825 y 826, y los respectivos filtros de armónicos 827, 828 y 829.

La apertura y cierre de los bancos de capacitores 824, 825 y 826 se determinan activando y desactivando los tiristores bidireccionales 821, 822 y 823.

35 Además, el TSC 820 puede incluir además los reactores pequeños 831, 832 y 833. Se utiliza un pequeño reactor 831, 832 y 833 para limitar los transitorios de conmutación y bloquear la influencia de armónicos y corrientes de entrada que ocurren en un compensador de potencia reactiva diferente y un sistema de potencia que están conectados en paralelo.

40 Los filtros de armónicos 827, 828 y 829 filtran los armónicos que pueden ocurrir mientras se conduce un sistema SVC. Según las características del sistema SVC, el sistema SVC puede incluir una pluralidad de filtros de armónicos 827, 828 y 829.

45 Los filtros de armónicos 827, 828 y 829 pueden conectarse a un extremo de la pluralidad de bancos de capacitores 824, 825 y 826. En este caso, se pueden insertar interruptores entre los filtros de armónicos 827, 828 y 829 y la pluralidad de bancos de capacitores 824, 825 y 826. Alternativamente, se puede insertar un interruptor en cada uno de los filtros de armónicos 827, 828 y 829. Según un estado abierto/cerrado, los interruptores pueden transmitir energía a los filtros de armónicos 827, 828 y 829 o bloquear la transmisión de energía a los mismos.

50 La Figura 9 es un diagrama que ilustra un método para compensar la potencia reactiva estática de acuerdo con una modalidad de la presente descripción.

Un aparato compensador VAR estático 300 recibe potencia de CA de un sistema de potencia (S901).

55 El aparato compensador VAR estático 300 calcula la cantidad de potencia reactiva necesaria para compensarse (S902). En este caso, el aparato 300 compensador VAR estático puede determinar la cantidad de potencia reactiva basándose en la potencia de CA recibida y las características de carga.

El aparato compensador VAR estático 300 abre y cierra la pluralidad de bancos de capacitores en correspondencia con la cantidad calculada de potencia reactiva (S903).

60 El aparato compensador VAR estático 300 suministra potencia reactiva (S904).

65 De acuerdo con las modalidades de la presente divulgación, puede reducirse un voltaje aplicado a una fase de un TSC, lo que puede hacer posible reducir el número de elementos de tiristores utilizados en el TSC y el precio del TSC. Además, si se baja el voltaje de fase del TSC, se puede reducir el nivel de aislamiento de un capacitor utilizado en el TSC, lo que puede dar como resultado una reducción en el volumen de un elemento capacitor, el precio del TSC y un espacio de instalación.

Además, se aplica un voltaje más bajo a cada dispositivo configurable, de modo que la estabilidad del dispositivo puede mejorar.

REIVINDICACIONES

1. Un aparato compensador VAR estático (300) que comprende:
 5 un capacitor con interruptor de tiristor -TSC- (820) y un reactor controlado por tiristores -TCR- (810); en donde el TSC (820) comprende:
 una pluralidad de bancos de capacitores (310, 824, 825, 826) en una estructura de conexión Y configurada para suministrar potencia de CA alterna trifásica para realizar una compensación de potencia reactiva; una pluralidad de tiristores bidireccionales (320, 821, 822, 823) configurados para abrir y cerrar la pluralidad de bancos de capacitores;
 10 una pluralidad de filtros de armónicos (710, 827, 828, 829) conectados a la pluralidad de bancos de capacitores respectivamente y configurados para absorber armónicos;
 una pluralidad de interruptores insertados entre la pluralidad de filtros armónicos y la pluralidad de bancos de capacitores; y
 un controlador (330) configurado para:
 15 calcular la cantidad de potencia reactiva necesaria para compensar y controlar la pluralidad de tiristores bidireccionales para abrir y cerrar la pluralidad de bancos de capacitores en correspondencia con la cantidad calculada de potencia reactiva, y
 calcule la cantidad de armónicos que se producen durante el funcionamiento del aparato compensador VAR estático y controle la transmisión de potencia a la pluralidad de filtros de armónicos abriendo y cerrando la pluralidad de interruptores en función de la cantidad calculada.
 20
2. El aparato compensador VAR estático de la reivindicación 1, en donde el TSC y el TCR están configurados para conectarse a un sistema de suministro de 3 fases que comprende tres bobinas en conexión Y, de modo que un extremo de cada bobina está conectado a un punto neutro común y el otro extremo de cada bobina está configurado para conectarse a un sistema de potencia para suministrar tres AC.
 25
3. El aparato compensador VAR estático de la reivindicación 1, en donde cada uno de la pluralidad de tiristores bidireccionales está configurado en una estructura en la que dos tiristores están conectados en paralelo inverso y está configurado para hacer que una corriente fluya en ambas direcciones de acuerdo con un estado de encendido/apagado.
 30
4. El aparato compensador VAR estático de la reivindicación 1, en donde la estructura de conexión Y es una estructura en la que un extremo de cada uno de la pluralidad de bancos de capacitores está conectado para configurar un punto neutro y el otro extremo de cada uno de la pluralidad de bancos de capacitores configurado para conectarse a un sistema de potencia.
 35
5. El sistema compensador VAR estático de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el TCR está configurado para absorber potencia reactiva para realizar una compensación de potencia reactiva.
 40
6. Un método de funcionamiento del aparato compensador VAR estático de la reivindicación 1, el método comprende:
 calcular una cantidad de potencia reactiva necesaria para ser compensada;
 en correspondencia con la cantidad calculada de potencia reactiva, absorbiendo potencia reactiva o suministrando potencia reactiva a través del TSC (820); y
 45 absorber los armónicos que se producen en el aparato compensador VAR estático.

Figura 1

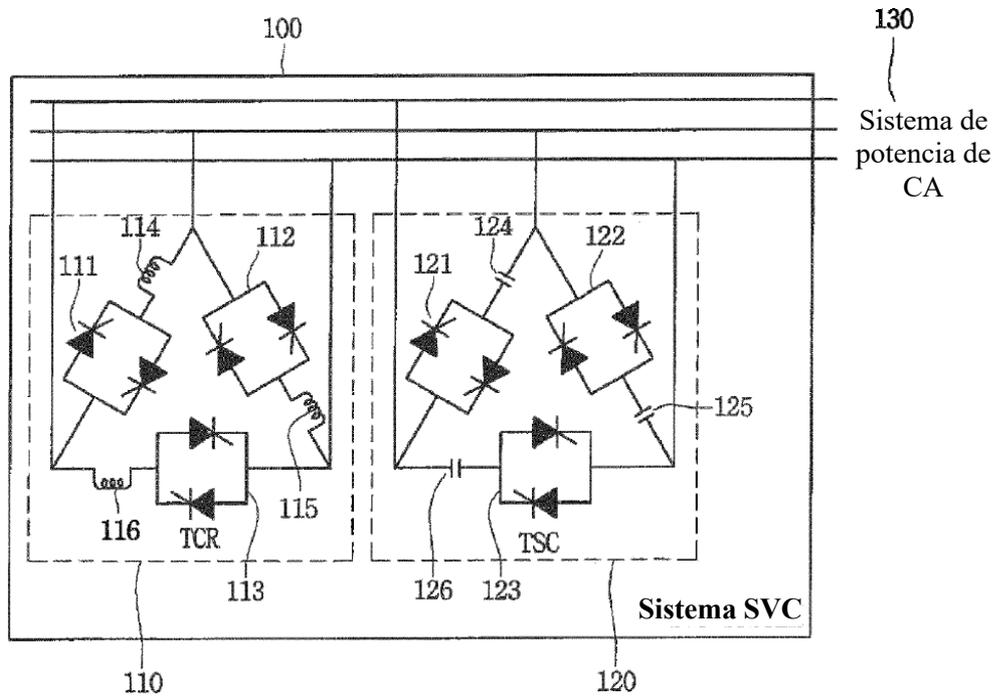


Figura 2

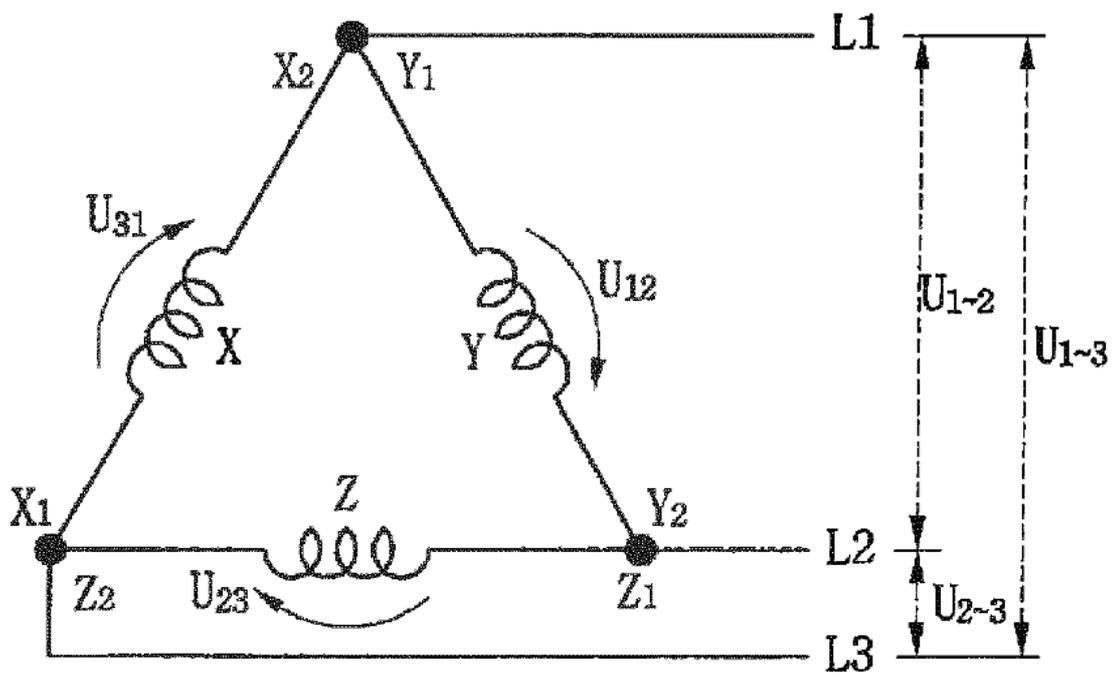


Figura 3

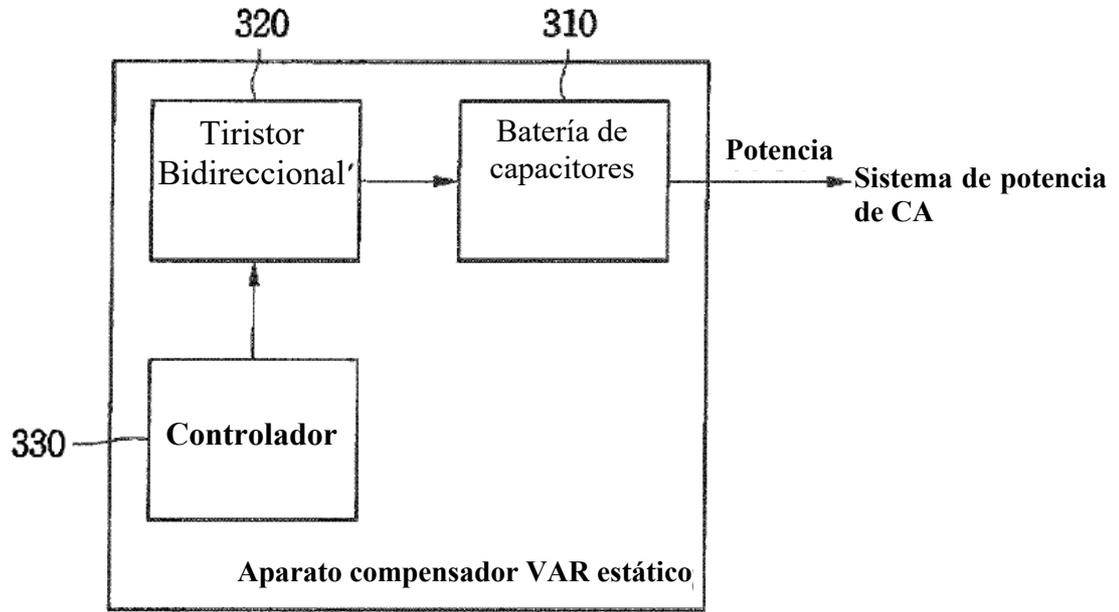


Figura 4

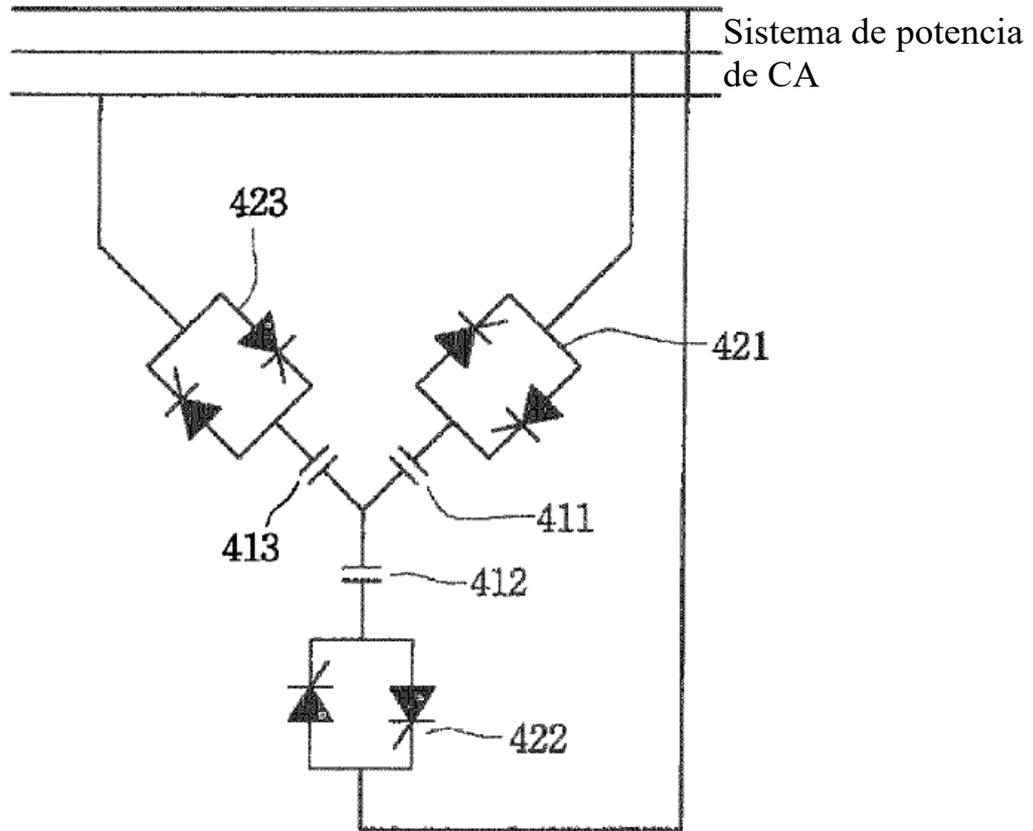


Figura 5

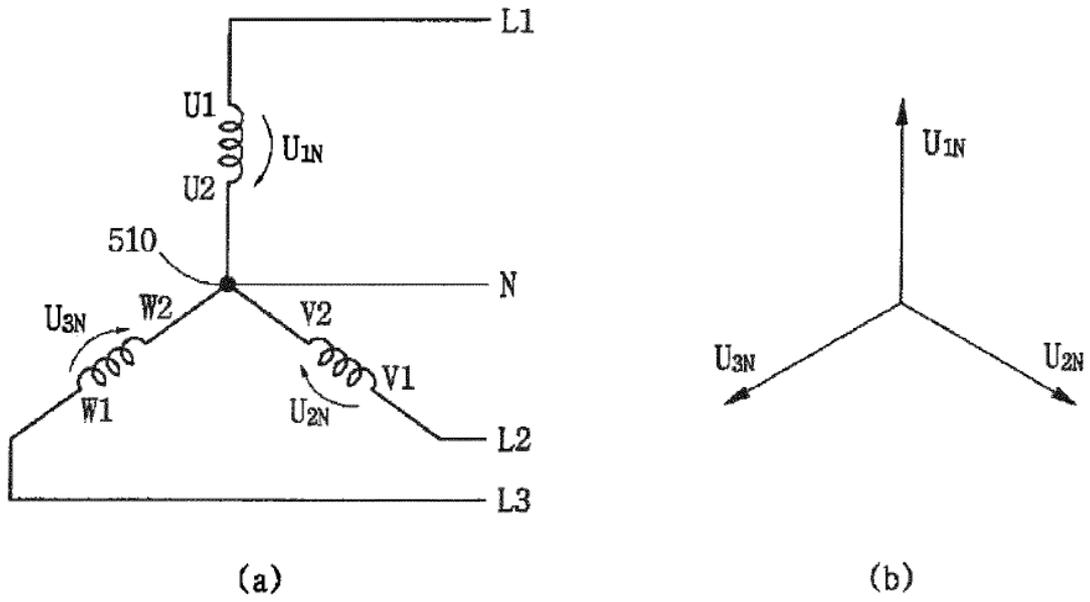


Figura 6

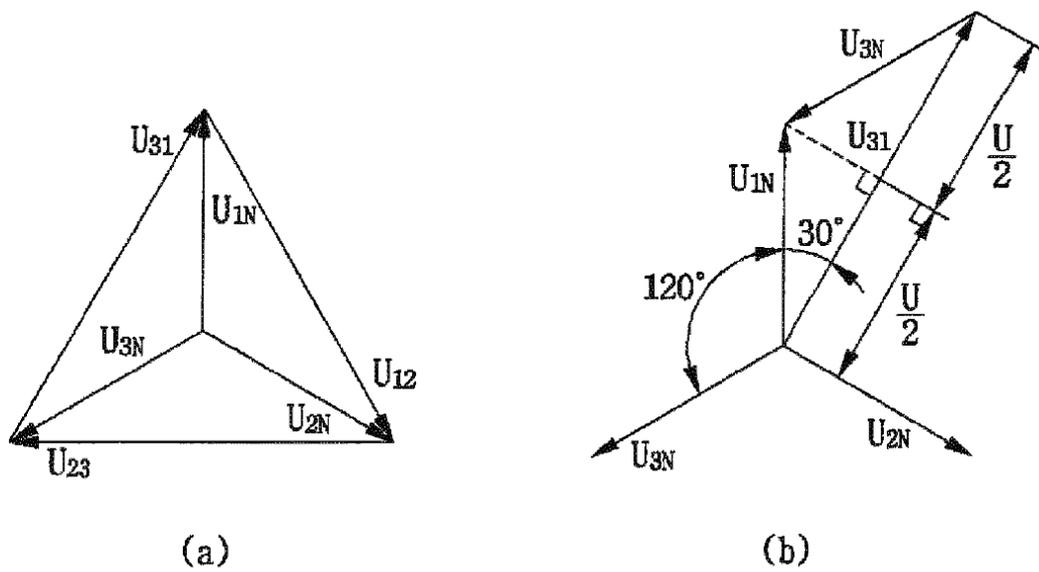


Figura 7

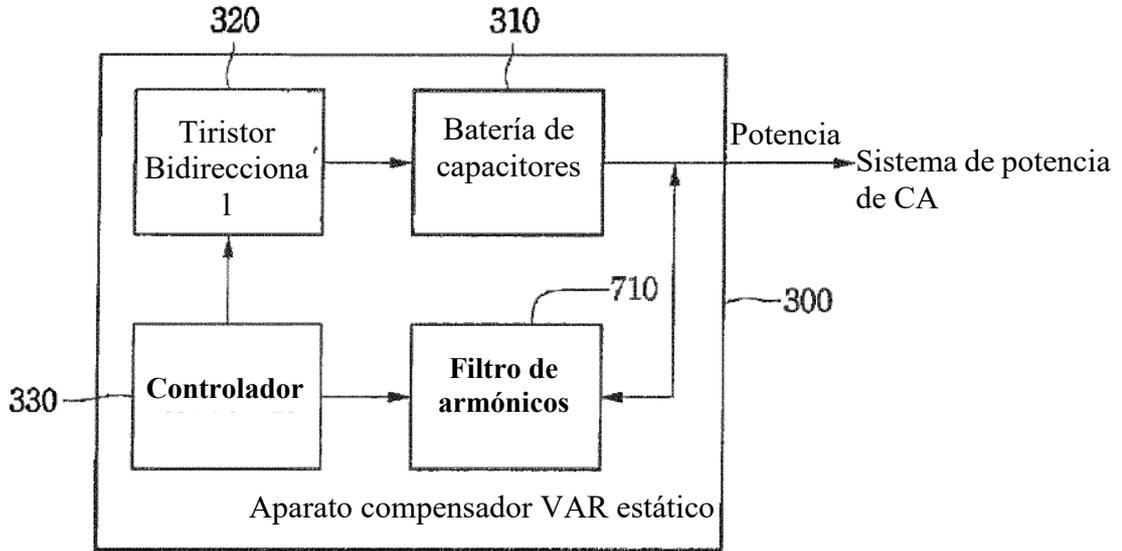


Figura 8

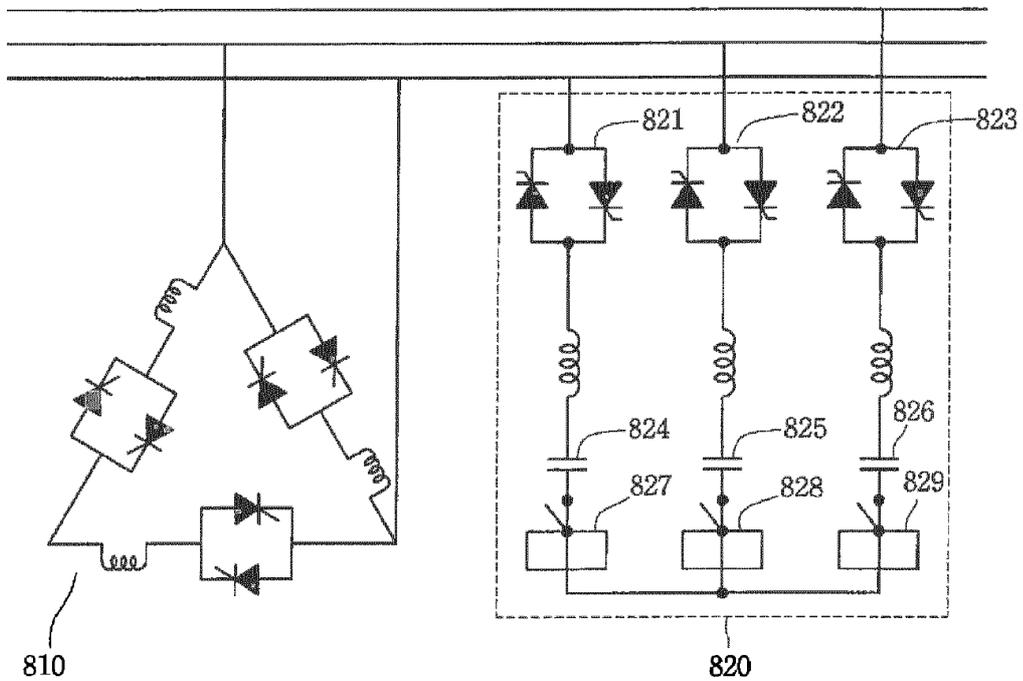


Figura 9

