



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



⑪ Número de publicación: **2 274 684**

⑫ Número de solicitud: 200500403

⑬ Int. Cl.:
H01F 29/04 (2006.01)
G05F 1/20 (2006.01)

⑭

PATENTE DE INVENCION

B1

⑮ Fecha de presentación: **15.02.2005**

⑯ Fecha de publicación de la solicitud: **16.05.2007**

Fecha de la concesión: **28.03.2008**

⑰ Fecha de anuncio de la concesión: **16.04.2008**

⑱ Fecha de publicación del folleto de la patente:
16.04.2008

⑲ Titular/es: **Universidad de Sevilla**
c/ Valparaíso, 5 - 1ª Planta
41013 Sevilla, ES

⑳ Inventor/es: **Monroy Berjillos, Darío y**
Gómez Expósito, Antonio

㉑ Agente: **No consta**

㉒ Título: **Cambiador de tomas para transformadores de media/baja tensión.**

㉓ Resumen:

Cambiador de tomas para transformadores de media/baja tensión.

Permite regular los niveles de tensión a la salida del transformador de media/baja tensión en función de la carga de la línea de distribución asociada al mismo, mediante la sustitución de los tradicionales interruptores mecánicos asociados a sus tomas (8), (9), (10), (11), (12) y (13) por una serie de interruptores electrónicos estáticos (15), (15'), (15'') (15'''), basados en electrónica de potencia, que mediante su accionamiento controlado, permiten establecer diferentes flujos de circulación de la corriente a través de los devanados auxiliares (4), (5), (6) y (7), y consecuentemente distintos niveles de tensión a la salida, pudiendo ser regulados dichos interruptores automáticamente o telemandados, para mantener la tensión de salida requerida sin necesidad de desconectar la carga del transformador de media/baja tensión.

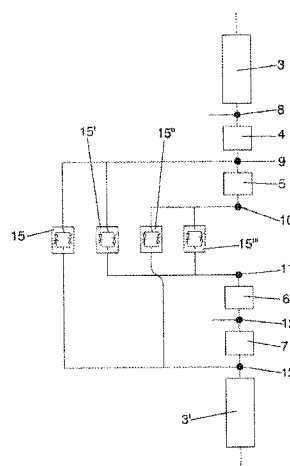


FIG. 2

Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el art. 37.3.8 LP.

DESCRIPCIÓN

Cambiador de tomas para transformadores de media/baja tensión.

Objeto de la invención

La presente invención se refiere a un dispositivo cambiador de tomas para transformadores de distribución de media/baja tensión, de los utilizados para variar los niveles de tensión a la salida del transformador.

El objeto de la invención es proporcionar un dispositivo capaz de realizar los cambios de tomas en carga, es decir, sin interrupción del suministro eléctrico a los usuarios, permitiendo realizar los cambios de tomas tanto de forma manual como automatizada o telemandada.

Antecedentes de la invención

El mantenimiento de la tensión de salida de los transformadores de distribución dentro de los márgenes permitidos o deseados en función de las circunstancias de carga se viene realizando tradicionalmente mediante el cambio de la relación de transformación de dichos dispositivos, de manera que la relación de tensiones cambia consecuentemente. Para ello, se dota a los devanados principales de un conjunto de devanados auxiliares que conectándose y desconectándose del principal, añaden o reducen espiras, cambiando así la relación de transformación, o lo que es lo mismo, variando la tensión de salida.

El proceso de conmutación se realiza en la actualidad de dos maneras básicas: En carga o sin carga.

La conmutación en carga es habitual en los transformadores de alta/media tensión, cuyo servicio no puede ser interrumpido sin perjudicar gravemente el funcionamiento del sistema. Para esta conmutación en carga se usa un regulador electromecánico de gran tamaño, con elementos móviles, y con un funcionamiento lento y que requiere un costoso mantenimiento, siendo además fuente de numerosas averías a lo largo de la vida útil del transformador por la aparición de arcos de conmutación.

La conmutación sin carga es típica de los transformadores de media/baja tensión de los centros de transformación, en los que el dispositivo de conmutación en carga resulta demasiado voluminoso y costoso, por lo que el servicio es interrumpido mientras se realiza la conmutación, con el consiguiente perjuicio momentáneo para los usuarios de dicha red de distribución.

Para la conmutación sin carga se usa un cambiador de tomas bajo tapa, que de forma manual y tras poner previamente fuera de servicio el transformador, permite realizar puntualmente cambios en la relación de transformación. En este caso, el número de tomas y tensiones posibles en muy limitado.

En la actualidad, el mayor desarrollo de la electrónica de potencia ha permitido la existencia de dispositivos electrónicos estáticos, capaces de establecer e interrumpir corrientes del orden de las que pueden aparecer en la conmutación en carga de los transformadores de distribución y se han planteado diversas posibilidades de aplicación para sustituir los cambiadores de tomas electromecánicos por otros estáticos electrónicos.

Para que los cambiadores estáticos sean eficaces y rentables se requiere que el número de interruptores electrónicos sea mínimo, el número de tomas necesarias (lo que implica el número de bobinas auxiliares)

sea también mínimo, y que el número de pasos obtenidos sea máximo (número de relaciones de transformación diferentes). También es necesario que la máxima tensión a la que cualquier interruptor electrónico esté sometido cuando se encuentra en corte esté por debajo de la admisible sin que se deteriore, y que el número de interruptores cerrados en serie que ha de atravesar la corriente sea mínimo para evitar caídas de tensión excesivas.

Hasta hoy, el desarrollo se ha centrado en la aplicación de cambiadores estáticos en carga basados en tiristores conmutados para los transformadores de alta tensión a media tensión, sin que se haya realizado ninguna aplicación práctica a los transformadores de media a baja tensión típicos de los centros de transformación.

Este hecho se debe a la hasta ahora menor incidencia individual de estos transformadores en el conjunto de la red, y a elevado número de ellos existente, que hace técnica y económicamente inviable el uso de cambiadores de tomas clásicos por complejidad, coste y mantenimiento, tanto de implantación, como de adaptación de los transformadores ya instalados.

Descripción de la invención

El cambiador de tomas para transformadores de media/baja tensión que la invención propone resuelve de manera plenamente satisfactoria la problemática anteriormente expuesta en cada uno de los aspectos comentados, ya que dicho dispositivo ofrece una configuración nueva con una intervención mínima en cuanto a la estructura y tamaño de dichos transformadores, con un bajo coste de realización, de manera que sea asumible su implantación tanto en los transformadores de media/baja tensión existentes como en los de nueva fabricación, permitiéndose así la regulación en carga, tanto de forma manual como automatizada o telemandada, de los mismos.

La invención sustituye los conmutadores mecánicos asociados a los devanados de media tensión correspondientes a cada una de las tres fases de los transformadores de distribución de media/baja tensión actuales por interruptores electrónicos basados en electrónica de potencia, mediante el uso de tiristores conmutados, de accionamiento por señal eléctrica, cuya conmutación deberá realizarse minimizando los transitorios asociados a dicho proceso.

A partir de dicha sustitución, se establecen dos configuraciones posibles en función del número de tensiones de salida distintas que se quieran obtener.

El primer sistema propuesto, utiliza sólo cuatro tomas y tres devanados auxiliares, habituales en este tipo de transformadores, con sólo cuatro interruptores electrónicos, en lugar de las seis tomas, cuatro bobinas y cinco interruptores del sistema de conmutación mecánico de accionamiento manual utilizado hasta ahora.

Los interruptores electrónicos están dispuestos sobre cuatro tomas del transformador media/baja tensión, de manera que permiten cuatro recorridos posibles de la corriente a través de los distintos devanados auxiliares, posibilitando cuatro niveles de tensión a la salida del transformador.

Este montaje es aplicable a los transformadores de media/baja tensión ya existentes ya que no realiza ningún cambio en la estructura de las tomas y de las bobinas.

Para el caso de aplicación a transformadores de futura fabricación, podrían eliminarse uno de los de-

vanados auxiliares en cada fase y dos de las tomas, ya que no se utilizan, lo que abarataría el precio final del conjunto.

Esta disposición es adecuada cuando basten cuatro niveles de tensiones para satisfacer la regulación de la tensión de salida.

De acuerdo con otra de las características de la invención, se consigue mediante esta disposición que la corriente no circule simultáneamente por mas de un interruptor, lo que evita mayores caídas de tensión y calentamientos.

Un segundo sistema propuesto consiste en la utilización de ocho interruptores electrónicos estáticos basados en tiristores conmutados, dispuestos de dos en dos, en ramas paralelas a cuatro de las tomas. Mediante la interacción de dichos interruptores se consiguen nueve tensiones diferentes de salida, sin cambiar la estructura ni el número de los devanados existentes actualmente en los transformadores de media/baja tensión, pudiéndose optimizar los transformadores de posterior fabricación.

Sin embargo, para adoptar la configuración electrónica requerida se hace necesario separar "eléctricamente" los devanados auxiliares de los principales, lo que puede realizarse mediante una intervención mínima en los transformadores ya existentes, o de forma inmediata en los de posterior fabricación, pudiendo entonces realizarse dicha optimización del transformador modificando la estructura de los devanados, sustituyendo dos de los devanados auxiliares por uno solo de doble número de espiras.

El incremento en el número de tensiones posibles conseguido en éste segundo sistema es debido a que el montaje permite la circulación de corriente tanto en un sentido como en el contrario en cada devanado auxiliar, así como la no circulación a través de ninguno de los devanados auxiliares, en función de que interruptores estén abiertos o cerrados, con lo que los flujos generados pueden tanto sumarse como restarse, siendo esta última posibilidad la que permite el incremento de valores de tensión obtenibles.

De esta forma, el flujo generado se sumará o restará al principal según sea la conexión, mientras que en los montajes existentes hasta ahora sólo se sumaban, con lo que se consigue añadir cuatro valores adicionales a los cinco posibles hasta ahora en este tipo de transformadores.

Con esta estructuración, se logra que solo circule corriente simultáneamente por dos de los interruptores para cada valor de tensión, lo que minimiza las caídas de tensión al paso de la corriente.

Descripción de los dibujos

Para complementar la descripción que se está realizando y con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características del invento, de acuerdo con un ejemplo preferente de realización práctica del mismo, se acompaña como parte integrante de dicha descripción, un juego de dibujos en donde con carácter ilustrativo y no limitativo, se ha representado lo siguiente:

La figura 1.- Muestra, un esquema eléctrico de un cambiador estático de tomas para transformadores de media tensión manual.

La figura 2.- Muestra, un esquema eléctrico de una sola fase del devanado de media tensión del transformador, de una primera realización práctica posible de la invención, en la que se utilizan cuatro interruptores electrónicos y tres de los devanados auxiliares.

La figura 3.- Muestra, un esquema eléctrico de una segunda realización práctica posible de la invención, en la que se utilizan ocho interruptores electrónicos y la totalidad de los devanados auxiliares.

Realización preferente de la invención

A partir de la estructuración clásica de un transformador media/baja tensión con cambiador de tomas por accionamiento mecánico, como el representado en la figura 1, con sus tres devanados de media tensión (1), (1') y (1''), correspondientes a cada una de las fases entrantes al mismo, y sus respectivos tres devanados de baja tensión (2), (2') y (2''), y estando divididos cada uno de dichos devanados de media tensión (1), (1') y (1'') en una bobina principal, dividida a su vez en dos devanados (3), (3'), a cada uno de los cuales se le conectan dos devanados auxiliares (4), (5), (6) y (7) en serie, y siendo los puntos de unión accesibles mediante bornes o tomas (8), (9), (10), (11), (12) y (13), soldadas a tal efecto, la invención propone la sustitución en cada uno de los devanados de media tensión (1), (1') y (1'') de los interruptores mecánicos (14) por interruptores electrónicos estáticos (15), (15'), (15'') y (15'''), basados en tiristores conmutados, que pueden ser regulados automáticamente o telemandados, para conseguir la tensión de salida requerida sin necesidad de desconectar la carga del transformador de media/baja tensión.

Para ello, y de acuerdo con un primer ejemplo de realización práctica de la invención, tal y como se puede observar en la figura 2, el dispositivo cambiador de tomas para transformadores media/baja tensión que la invención propone, utiliza únicamente cuatro tomas (9), (10), (11) y (12) de las seis posibles, minimizando el número de interruptores electrónicos empleados a cuatro, conectándose dos de ellos (15) y (15') en paralelo por uno de sus extremos a la toma (9) y por el contrario, respectivamente a las tomas (11) y (13), de manera que los interruptores electrónicos (15'') y (15''') se conectan en paralelo a la toma (10) y por su extremo contrario a las tomas (11) y (13) respectivamente.

Se consigue así, mediante el accionamiento de sólo uno de los interruptores (15), (15'), (15'') y (15'''), que la corriente circule a través de cuatro recorridos distintos atravesando o no las distintas bobinas auxiliares (5), (6) y (7), y por lo tanto circulando a través de cuatro conjuntos posibles de números de espiras, lo que conlleva cuatro niveles de tensiones posibles a la salida del transformador.

Este sistema puede aplicarse a transformadores de nueva construcción, eliminando las tomas (8) y (12), y reduciendo los devanados (6) y (7) a uno solo.

De acuerdo con un segundo ejemplo de realización práctica de la invención, tal y como se observa en la figura 3, la conexión del conjunto de los devanados auxiliares (4), (5) (6) y (7) a los devanados principales (3), (3') se altera, de manera que a partir de las tomas (8), (9), (12) y (13), se conectan dos ramas a cada una de dichas tomas, estando una de las ramas de cada citada toma conectada al devanado (3) a través de sus respectivos interruptores electrónicos (16), (18), (20) y (22) y la otra conectada al devanado (3'), por medio de los interruptores electrónicos (17), (19), (21) y (23).

Por lo tanto, para que circule corriente a través de dicho circuito, y por consiguiente, se genere un nivel de tensión a la salida del transformador, es necesario que dos interruptores electrónicos estén conectados

simultáneamente, uno perteneciente a la rama (16)-(18)-(20)-(22) que está conectada al devanado (3) y otro perteneciente a la rama (17)-(19)-(21)-(23) que está conectada al devanado (3'), para poder cerrar el circuito.

Esta disposición y control de los interruptores electrónicos hace posibles nueve recorridos a través de los devanados auxiliares (4), (5), (6) y (7) que generan nueve niveles de tensión distintos y equidistantes a la salida del transformador, ya que mediante dicha estructuración se posibilita la circulación en ambos sentidos de la corriente inductora a través de las bobinas auxiliares, con lo que se consigue, adicional-

mente a los cinco niveles de tensión obtenidos (cuatro de ellos mediante la adición de los niveles de tensión creados por los devanados auxiliares), cuatro niveles de menor valor al generar las corrientes inversas sobre los devanados auxiliares tensiones del mismo valor, pero signo contrario.

En este ejemplo de realización, entre las tomas (10) y (11) no se interpone ningún interruptor, con lo que se puede optimizar la estructura de devanados en transformadores de futura fabricación mediante la reducción de los devanados (5) y (6) a un único devanado con un número de espiras equivalente a la suma de las dos.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo cambiador de tomas para transformadores de media/baja tensión, del tipo de los utilizados en la distribución de líneas de baja tensión para permitir regular los niveles de tensión a la salida de dicho transformador en función de la carga de la línea de distribución asociada al mismo, estando constituido cada uno de sus tres devanados de media tensión (1), (1') y (1'') correspondientes a cada fase, por una serie de devanados auxiliares (4), (5), (6) y (7) que pueden conectarse y desconectarse de su devanado principal para variar dicha relación de tensiones, **caracterizado** por incorporar, asociados a las tomas de dichos devanados auxiliares, una serie de interruptores electrónicos estáticos (15), (15''), (15'') (15'''), (16), (17), (18), (19), (20), (21), (22) y (23), basados en electrónica de potencia, que pueden ser regulados automáticamente o telemandados, para mantener dicha tensión de salida sin necesidad de desconectar la carga del transformador de media/baja tensión.

2. Dispositivo cambiador de tomas para transformadores de media/baja tensión, según reivindicación 1ª **caracterizado** incorporar cuatro interruptores elec-

trónicos (15), (15''), (15'') y (15'''), que dispuestos sobre cuatro tomas del transformador media/baja tensión permiten cuatro recorridos posibles de la corriente a través de los distintos devanados auxiliares (4), (5), (6) y (7), que generan cuatro niveles de tensión diferentes y equidistantes a la salida de dicho transformador en funden del interruptor accionado.

3. Dispositivo cambiador de tomas para transformadores de media/baja tensión, según reivindicación 1ª **caracterizado** por incorporar ocho interruptores electrónicos (16), (17), (18), (19), (20), (21), (22) y (23) distribuidos paralelamente dos a dos sobre cuatro tomas (8), (9), (12) y (13) de los devanados auxiliares (4), (5), (6) y (7) de dicho transformador, de tal manera que mediante el accionamiento simultaneo de dos de los citados interruptores se consiguen nueve recorridos posibles de la corriente a través del devanado de media tensión; un primer recorrido que evita los devanados auxiliares, cuatro recorridos distintos que atraviesan los devanados auxiliares en un sentido "positivo" y cuatro recorridos que atraviesan los devanados auxiliares en un sentido "negativo", generándose nueve niveles de tensión posibles a la salida del transformador.

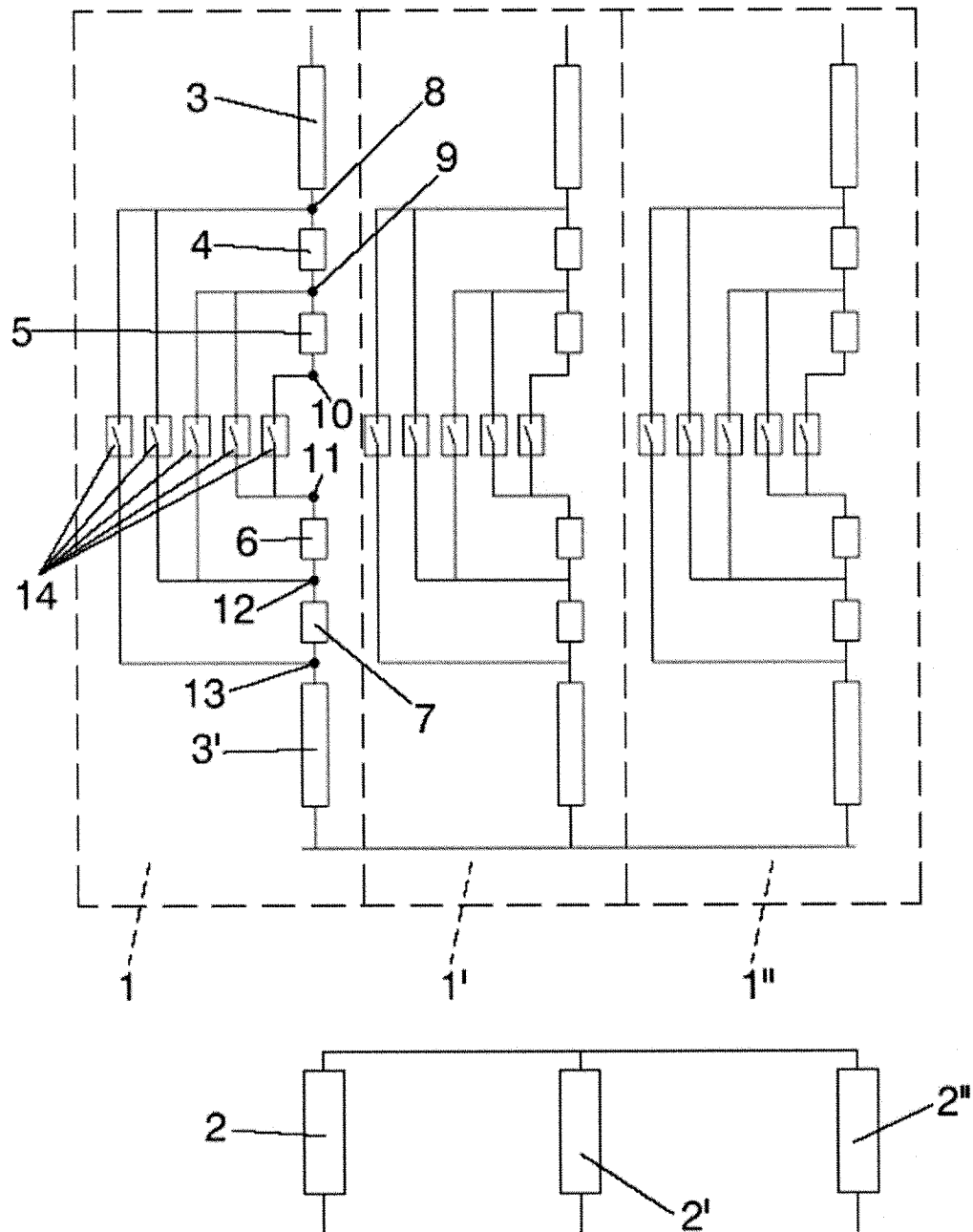


FIG. 1

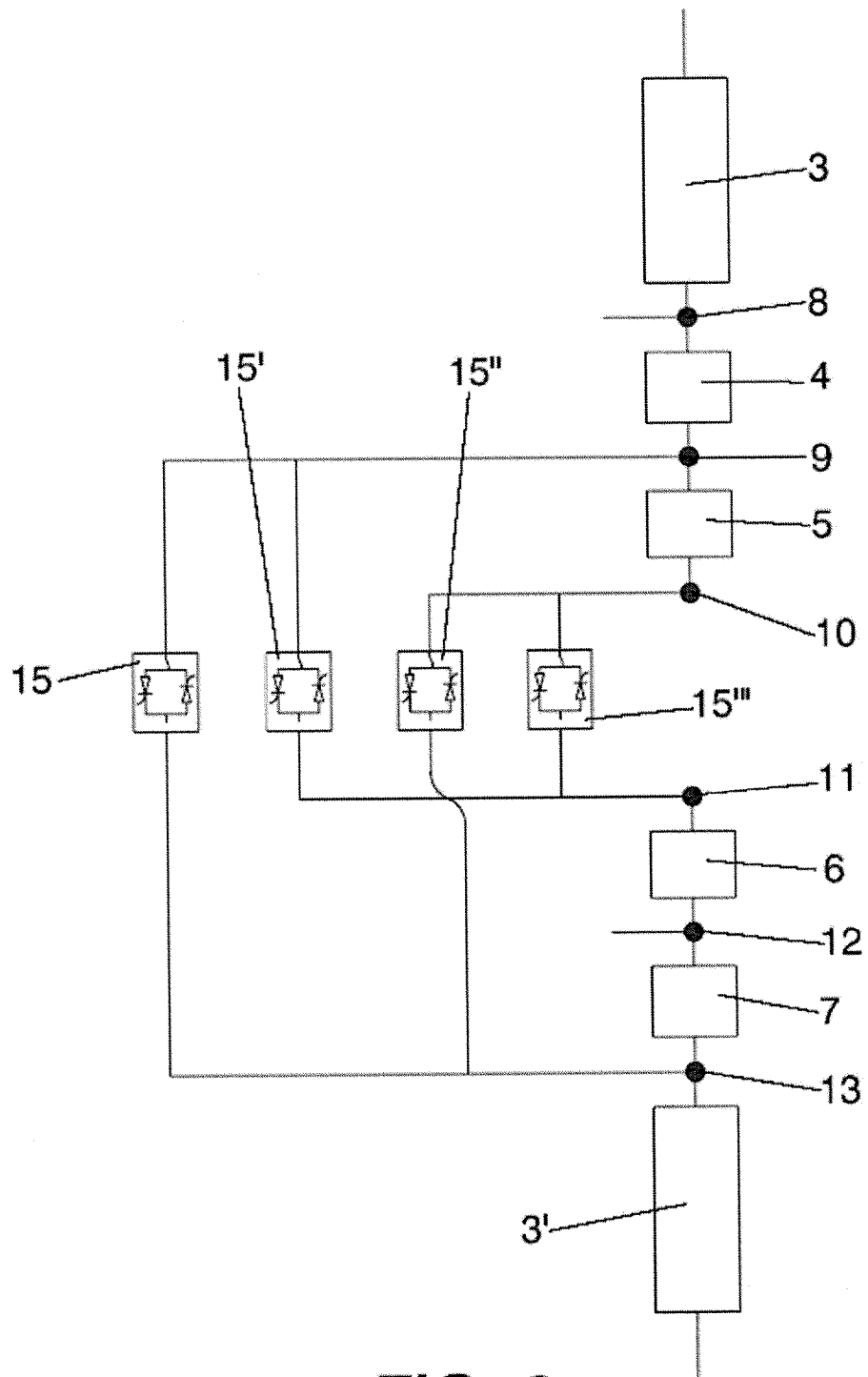


FIG. 2

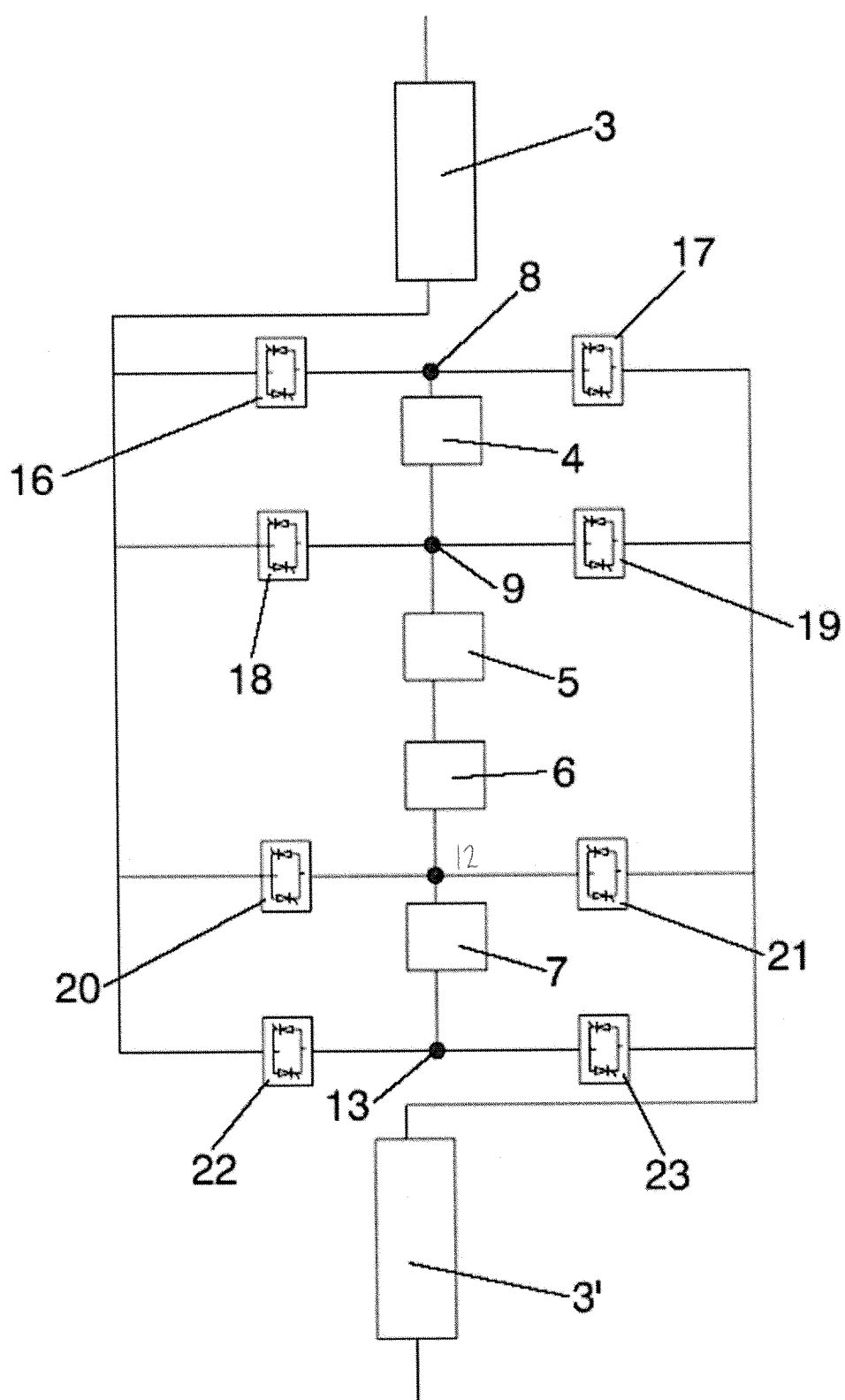


FIG. 3



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

⑪ ES 2 274 684

⑫ N° de solicitud: 200500403

⑬ Fecha de presentación de la solicitud: 15.02.2005

⑭ Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑮ Int. Cl.: **H01F 29/04** (2006.01)
G05F 1/20 (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X	US 5969511 A (ASSELMAN et al.) 19.10.1999, columna 1, línea 60 - columna 2, línea 25; columna 5, línea 45 - columna 6, línea 68; figuras 1-4; resumen.	1,2
Y		3
X	US 4220911 A (ROSA et al.) 02.09.1980, columna 3, línea 35 - columna 4, línea 64; resumen; figura 1.	1,2
Y		3
X	US 3700925 A (WOOD et al.) 24.10.1972, columna 1, línea 5 - columna 2, línea 37; columna 2, línea 60 - columna 4, línea 11; figuras 1-2.	1,2
Y		3
Y	US 5694034 A (DOHNAL et al.) 02.12.1997, columna 3, línea 20 - columna 4, línea 13; figura 2.	3
X	US 5990667 A (DEGENEFF et al.) 23.11.1999, columna 6, líneas 8-32.	1
X	US 2002050829 A1 (XU et al.) 02.05.2002, párrafos [0053]-[0060]; figuras.	1

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

☒ para todas las reivindicaciones

☐ para las reivindicaciones n°:

Fecha de realización del informe

27.04.2007

Examinador

L. García Aparicio

Página

1/1