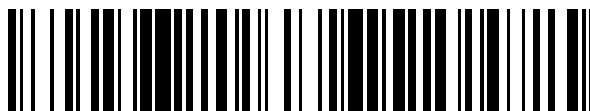


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 564 680**

51 Int. Cl.:

H01F 29/02 (2006.01)

H02M 1/32 (2007.01)

H02M 1/34 (2007.01)

H02M 5/25 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.01.2013** **E 13700384 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.12.2015** **EP 2823369**

54 Título: **Conmutador de contactos escalonados**

30 Prioridad:

08.03.2012 DE 102012101951

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

28.03.2016

73 Titular/es:

MASCHINENFABRIK REINHAUSEN GMBH
(100.0%)

Falkensteinstrasse 8
93059 Regensburg, DE

72 Inventor/es:

REICH, ALEXANDER y
KARRER, VOLKER

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 564 680 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

Conmutador de contactos escalonados

- 5 La invención se refiere a un conmutador de contactos escalonados para la regulación de tensión, con elementos semiconductores de conmutación.

10 El documento DE 22 48 166 A describe ya un transformador regulable con elementos semiconductores de conmutación. En ello, el bobinado secundario está compuesto por una cierta cantidad de piezas de bobinado de regulación, las cuales están reunidas en una cierta cantidad de grupos de bobinas conectadas en serie, conteniendo cada grupo de bobinas dos o tres piezas de bobinado de regulación conectadas en paralelo. En ello, cada pieza de bobinado de regulación está dotada con un elemento de conmutación sin contacto. En este documento se describe también otra variante, estando compuesto el bobinado secundario del transformador por un grupo de piezas de bobinado de regulación conectadas en serie, conteniendo cada pieza de bobinado de regulación cuatro elementos de conmutación sin contacto. La disposición está equipada de tal forma que la dirección del voltaje en los bornes de la pieza de bobinado de regulación puede ser reversible, así como toda la pieza de bobinado de regulación puede ser puenteada opcionalmente.

20 Del documento DE 25 08 013 A es conocido otro dispositivo para la conmutación de contactos escalonados del voltaje secundario de un transformador. También aquí el bobinado secundario está agrupado en bobinados parciales, pudiendo estar previstos asimismo elementos semiconductores de conmutación para la conmutación.

25 El documento DE 197 47 712 C2 describe una disposición de un conmutador de contactos escalonados de tipo parecido en un transformador de contactos escalonados configurado como autotransformador. En ello están previstas asimismo piezas individuales de bobinado, las cuales pueden conmutarse de forma individual e independientes entre sí. Junto a las tomas fijas del bobinado de regulación, en esta disposición pueden conectarse, o bien conectarse adicionalmente piezas separadas de bobinado.

30 Del documento WO 95/27931 son conocidas diferentes formas de ejecución de otro conmutador de contactos escalonados para la conmutación sin interrupciones de la regulación en carga, sirviendo asimismo los tiristores como elementos de conmutación. Mediante pares de tiristores conectados en antiparalelo pueden conectarse o desconectarse distintas piezas de bobinado de un conmutador de contactos escalonados, como parte del arrollamiento secundario del respectivo transformador con tomas. Para la realización de una regulación de tensión lo más fina posible, con un número limitado de tomas de arrollamiento existentes, se propone además en este documento un procedimiento denominado "discretecirclemodulation", en el que los tiristores son controlados de tal forma que resultan valores intermedios de la tensión secundaria.

40 El documento FAIZ J ET AL: "Optimal configurations for taps of windings and power electronic switches in electronic tapchangers", IEE PROCEEDINGS: GENERATION, TRANSMISSION AND DISTRIBUTION, INSTITUTION OF ELECTRICAL ENGINEERS, GB, vol. 149 nº. 5 páginas 517 - 524, ISSN: 1350-2360, 16-09-2002 publica un arrollamiento parcial y una conexión en serie de dos elementos semiconductores de conmutación.

45 De la publicación "A new approach to solid-state on load tap changing transformers" (Osman, Demir-ci; David, A., Torrey; Rober, O, Degeneff; IEEE Transactions on Power Delivery, Vol. 13, Issue: 3, Juli 1998) es conocido un sistema de conmutador semiconductor de contactos escalonados montado en forma modular. En ello, el arrollamiento de regulación está conectado en serie con varios módulos. Cada uno de los módulos presenta elementos semiconductores de conmutación, así como arrollamientos parciales con distinto número de devanados. Mediante el accionamiento preciso de los elementos semiconductores de conmutación pueden conectarse o desconectarse arrollamientos parciales hacia el arrollamiento de regulación. A través del distinto número de devanados es posible incluso conectar arrollamientos parciales unos contra otros, y en contra del devanado principal. Esta publicación configura el término genérico de la primera reivindicación.

50 En las soluciones conocidas del estado de la técnica, los elementos semiconductores de conmutación adoptan de facto la función del brazo selector mecánico en los conmutadores mecánicos clásicos de contactos escalonados. Mediante los elementos semiconductores de conmutación pueden conectarse o desconectarse incluso tomas individuales de arrollamiento de los arrollamientos de regulación. Es posible también subdividir el arrollamiento de regulación en arrollamientos parciales, los cuales pueden ser conmutados separadamente.

60 Estos conmutadores de contactos escalonados tienen que cumplir requerimientos de las distintas normas IEC 60214-1, en relación con las IEC 60060. Entre otras, han de realizarse un ensayo de tensión alterna (separate source AC withstand voltage test), así como un ensayo de impulso de tensión de un rayo (lightning impulse voltage test). En el ensayo de tensión alterna se aplica una tensión alterna de una fase con una frecuencia de 50 o 60 Hz, la cual dura 60 segundos. Aquí pueden situarse los valores, según la tensión de funcionamiento permitida, sobre 20 a 325 kV. El ensayo de impulso de tensión de un rayo ha de ser realizado con la fórmula normalizada $1,2/50\mu s$. En ello, la tensión alterna puede elevarse hasta un valor de hasta 1,8 MV. Dado que esas tensiones alternas decaen directamente en el conmutador de contactos escalonados, y especialmente en los elementos semiconductores de

conmutación, y éstos no pueden ser dimensionados para esos valores, o bien solo pueden serlo con gran esfuerzo, son probables las averías en los elementos semiconductores de conmutación. Por lo tanto, el objetivo de la invención es la preparación de un conmutador de contactos escalonados con elementos semiconductores de conmutación, en el cual los elementos semiconductores de conmutación estén protegidos de la alta tensión alterna, como resultado de los ensayos según las normas.

Ese objetivo se alcanza mediante un conmutador de contactos escalonados con las características de la primera reivindicación. Las reivindicaciones subordinadas afectan a los perfeccionamientos especialmente ventajosos de la invención.

La ingeniosa idea general consiste en conectar en paralelo a cada elemento semiconductor de conmutación una resistencia dependiente de la tensión, y un condensador en serie.

La invención se describe a continuación aún más detalladamente según el ejemplo de la figura.

La figura muestra un transformador a regular, compuesto por un devanado 1 de baja tensión y un devanado de regulación del arrollamiento de alta tensión (devanado de alta tensión) 2, aquí con tres devanados parciales W1, W2, W3, a los que está conectado un conmutador de contactos escalonados 3 según la invención. En ello, la línea de puntos simboliza el perímetro del conmutador de contactos escalonados 3, el cual se compone aquí de tres módulos individuales M1, M2, M3. No obstante, el número de módulos puede elegirse libremente. El primer módulo M1 comprende al primer devanado parcial W1, así como a ambos lados del mismo dos circuitos de puenteado, los cuales comprenden respectivamente una conexión en serie de dos elementos semiconductores de conmutación, por ejemplo S1.1 y S1.2, o bien S1.3 y S1.4. Entre los dos elementos de conmutación, conectados en serie, está prevista respectivamente una toma central M1.1, o bien M1.2. En paralelo respecto a cada elemento semiconductor de conmutación S1.1 - S1.4 se ha conectado un condensador C1.1 - C1.4, con una resistencia R1.1 - R1.4 dependiente de la tensión conectada en serie.

Los distintos elementos semiconductores de conmutación están representados solamente de forma esquemática como simples conmutadores. Los mismos comprenden en la práctica tiristores conectados en paralelo, IGBT's, o bien otros elementos semiconductores de conmutación. Los mismos pueden comprender también respectivamente una conexión en serie o en paralelo de varios elementos semiconductores de conmutación de ese tipo. En cuanto a las resistencias dependientes de la tensión, se trata de los llamados varistores o diodos de supresión.

La toma central M1.1 del primer módulo M1 está unida eléctricamente con el primer extremo del arrollamiento 2 de alta tensión. A través de las tomas centrales M1.2 y M2.2 están unidos eléctricamente los módulos M1 y M2. Este segundo módulo M2 está construido de forma idéntica; comprende asimismo un devanado parcial W2, las dos conexiones en serie de dos respectivos elementos semiconductores de conmutación S2.1 y S2.2, o bien S2.3 y S2.4, así como condensadores C2.1 - C2.4 y resistencias R2.1 - R2.4 conectados con ellos paralelamente en serie. Asimismo están previstas nuevamente tomas centrales M2.1 y M2.2 entre las respectivas conexiones en serie. La conmutación de la toma central M2.2 con el primer módulo M1 ya se explicó; la segunda toma central M2.1 está unida por su parte con una toma central M3.1 de un tercer módulo M3 del mismo tipo. Este módulo contiene asimismo elementos semiconductores de conmutación S3.1 - S3.4 con tomas centrales M3.1 y M3.2 situadas en medio, así como condensadores C3.1-C3.4, resistencias R3.1-R3.4 y un devanado parcial W3. El tercer módulo está unido con la toma central M3.2 a través de una derivación de carga (punto neutro) 4.

Los tres módulos descritos M1, M2, M3 pueden diferenciarse a través del dimensionamiento de los correspondientes devanados parciales W1, W2, W3.

Mediante el accionamiento selectivo de los distintos elementos semiconductores de conmutación Sn.1 - Sn.4 de los distintos módulos M1 - M3 es posible conectar o desconectar los devanados parciales W1 - W3. En devanados parciales dimensionados de forma diferentes es incluso posible conectar los mismos unos contra otros.

En la realización de los ensayos según la norma IEC, en los elementos semiconductores de conmutación Sn.n se aplica un enorme voltaje. Para la protección de los elementos semiconductores de conmutación Sn.n en el ensayo de impulso de tensión de un rayo y en el ensayo de tensión alterna se conecta en paralelo respecto a los mismos una resistencia Rn.n dependiente de la tensión (por ejemplo un varistor o un descargador de sobretensión relleno de gas).

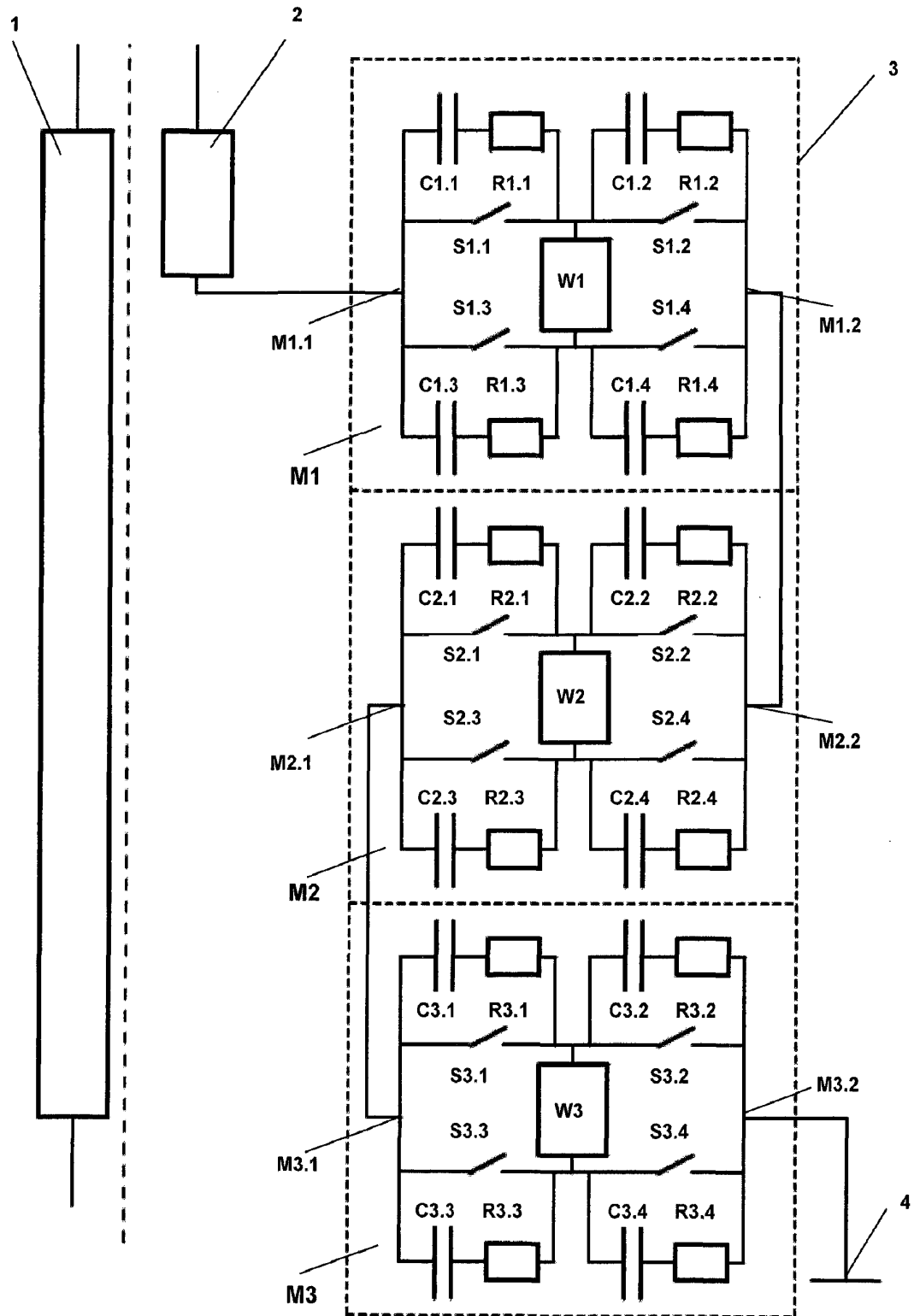
La resistencia Rn.n dependiente de la tensión se dimensiona de tal forma que justamente no conduzca en el caso del ensayo de tensión alterna, o bien, en otra ejecución, que conduzca una corriente tan pequeña que la energía disipada que se origina en el espacio de tiempo citado no conduzca a la destrucción de las piezas constructivas. En el marco del ensayo de impulso de tensión de un rayo, la resistencia Rn.n dependiente de la tensión se hace dominante y limita la tensión aplicada al elemento semiconductor de conmutación Sn.n. Por ese motivo, el elemento semiconductor de conmutación Sn.n ha de ser dimensionado de tal manera que soporte esa tensión aplicada sin destruirse.

5 Dado que el incremento del impulso de tensión del ensayo de impulso de tensión de un rayo es varias veces más rápido en comparación con el ensayo de tensión alterna, el mismo presenta también partes de más alta frecuencia (mayores de 60Hz) que el espectro del ensayo de tensión alterna (máx. 60 Hz). Por ese motivo, la resistencia Rn.n dependiente de la tensión se conecta de forma capacitiva. Esto tiene lugar a través de la conexión en serie con el condensador Cn.n. A través de esa conexión se origina un paso alto. Durante el ensayo de tensión alterna de baja frecuencia se evita la sollicitación de la resistencia Rn.n dependiente de la tensión.

10 Especialmente ventajoso en esta disposición es el hecho de que las resistencias Rn.n dependientes de la tensión (varistores), en unión con los condensadores Cn.n, han de adaptarse ahora más exclusivamente a los requerimientos del ensayo de impulso de tensión de un rayo. Estos son claramente inferiores en comparación con los del ensayo de tensión alterna, ya que la energía recibida es menor, lo cual se refleja en los costes y en el espacio constructivo necesario. Otro efecto positivo es que los elementos semiconductores de conmutación Sn.n también pueden ser dimensionados más pequeños. Esto lleva también consigo ventajas respecto al coste.

REIVINDICACIONES

1. Conmutador de contactos escalonados para la regulación de tensión, con elementos semiconductores de conmutación, en un transformador de regulación con un arrollamiento de regulación, presentando el transformador (3) de regulación al menos un módulo (M1, M2, M3), comprendiendo cada módulo (M1, M2, M3) respectivo un devanado parcial (W1, W2, W3) del arrollamiento de regulación, así como dos circuitos de puenteado a ambos lados del mismo, comprendiendo cada circuito de puenteado respectivo una conexión en serie de dos elementos semiconductores de conmutación (S1.1, S1.2; S1.3, S1.4; S2.1, S2.2; S2.3, S2.4; S3.1, S3.2; S3.3, S3.4; S4.1, S4.2; S4.3, S4.4), estando prevista respectivamente una toma central (M1.1, M1.2; M2.1, M2.2; M3.1, M3.2) entre los dos elementos semiconductores de conmutación (S1.1, S1.2; S1.3, S1.4; S2.1, S2.2; S2.3, S2.4; S3.1, S3.2; S3.3, S3.4; S4.1, S4.2; S4.3, S4.4) conectados en serie, estando unida respectivamente una de las dos tomas centrales (M1.2; M2.1, M2.2; M3.1) de cada módulo (M1, M2, M3) con una toma central del módulo adyacente, pudiendo conectarse la toma central (M3.2) restante del tercer módulo (M3) con la derivación de carga (4), y la otra toma central (M1.1) restante del primer módulo (M1) con el devanado (2) de regulación del transformador de regulación, **caracterizado por que** está previsto, en paralelo respecto a cada elemento semiconductor de conmutación (S1.1, S1.2; S1.3, S1.4; S2.1, S2.2; S2.3, S2.4; S3.1, S3.2; S3.3, S3.4; S4.1, S4.2; S4.3, S4.4), una respectiva resistencia (R1.1, R1.2; R1.3, R1.4; R2.1, R2.2; R2.3, R2.4; R3.1, R3.2; R3.3, R3.4; R4.1, R4.2; R4.3, R4.4) dependiente de la tensión, conectada respectivamente en serie con un respectivo condensador (C1.1, C1.2; C1.3, S1.4; C2.1, C2.2; C2.3, C2.4; C3.1, C3.2; C3.3, C3.4; C4.1, C4.2; C4.3, C4.4).
2. Conmutador de contactos escalonados según la reivindicación 1, **caracterizado por que** el conmutador de contactos escalonados (3) está compuesto exactamente por tres módulos M1, M2 y M3.
3. Conmutador de contactos escalonados según la reivindicación 2, **caracterizado por que** los devanados parciales (W1...W3) de los tres módulos (M1...M3) están divididos en la proporción 1:3:6 o 1:3:9.
4. Conmutador de contactos escalonados según una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado por que** elementos semiconductores de conmutación (S1.1, S1.2; S1.3, S1.4; S2.1, S2.2; S2.3, S2.4; S3.1, S3.2; S3.3, S3.4; S4.1, S4.2; S4.3, S4.4) comprenden respectivamente un tiristor conectado en antiparalelo, o bien un par IGB-T conectado en antiserie.
5. Conmutador de contactos escalonados según una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado por que** al menos un elemento semiconductor de conmutación (Sn1...Sn4) está compuesto por una conexión en serie o una conexión en paralelo de al menos dos elementos semiconductores de conmutación (Sn1...Sn4) individuales.



Figura