

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 586 983**

51 Int. Cl.:

**H01H 9/00** (2006.01)

**H01F 29/04** (2006.01)

**H01H 33/664** (2006.01)

**H01H 33/666** (2006.01)

**H01H 33/16** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.03.2012 E 12707541 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.05.2016 EP 2695177**

54 Título: **Conmutador escalonado y tubo de conmutación para un conmutador escalonado de este tipo**

30 Prioridad:

**02.04.2011 DE 102011015922**

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

**19.10.2016**

73 Titular/es:

**SIEMENS AG (100.0%)  
Wittelsbacherplatz 2  
80333 München, DE**

72 Inventor/es:

**HAMMER, CHRISTIAN;  
ALBRECHT, WOLFGANG;  
PIRCHER, CHRISTIAN;  
REHKOPF, SEBASTIAN;  
SACHSENHAUSER, ANDREAS;  
RÄDLINGER, KONRAD;  
STELZER, ANDREAS;  
TEICHMANN, JÖRG;  
RENZ, ROMAN;  
LAWALL, ANDREAS;  
KOSSE, SYLVIO;  
HARTMANN, WERNER y  
WENZEL, NORBERT**

74 Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

ES 2 586 983 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 escalonado y tubo de conmutación para un conmutador escalonado de este tipo

La presente invención hace referencia a un conmutador escalonado para la conmutación sin interrupciones entre derivaciones de devanado de un transformador escalonado.

- 5 La presente invención hace referencia asimismo a un tubo de conmutación de vacío novedoso adecuado en particular para un conmutador escalonado de este tipo.

10 Del documento DE 20 21 575 se conoce un conmutador escalonado, que presenta en total cuatro tubos de conmutación de vacío por fase. En cada uno de los dos ramales de carga está previsto respectivamente un tubo de conmutación de vacío como contacto principal y respectivamente otro tubo de conmutación de vacío, conectado en serie con una resistencia de paso, como contacto resistivo.

En una conmutación de carga sin interrupciones desde la derivación de devanado actual  $n$  a una nueva derivación de devanado preseleccionada  $n+1$  se abre en primer lugar el contacto principal del lado de desconexión y, a continuación, se cierra el contacto resistivo del lado de recepción, de tal manera que entre las dos etapas  $n$  y  $n+1$  fluye una corriente de compensación limitada por las resistencias de paso.

- 15 Después de que se haya abierto el contacto resistivo cerrado hasta ahora del lado de desconexión se cierra el contacto principal del lado de recepción, de tal manera que toda la corriente de carga conduce desde la nueva derivación de devanado  $n+1$  hasta la desviación de carga; la conmutación ha finalizado.

20 En diferentes casos aplicativos de estos conmutadores escalonados conocidos con tubos de conmutación de vacío para regular transformadores de potencia se requiere, sin embargo, una elevada resistencia a las tensiones de choque de hasta 100 kV y claramente por encima de esto. Estas tensiones de choque indeseadas, cuya magnitud está causada fundamentalmente por la estructura del transformador escalonado y las partes de devanado entre las diferentes etapas de derivación, son por un lado tensiones de choque fulminantes, que se producen a causa de la incidencia de rayos en la red. Por otro lado pueden producirse también tensiones de choques de conmutación, que están causados por choques de conmutación en la red a regular.

- 25 En el caso de una resistencia a las tensiones de choque insuficiente puede producirse un breve cortocircuito escalonado, en el caso de que el tubo de conmutación de vacío se descargue disruptivamente en el ramal de carga que no conduce la corriente de carga.

30 Esto conduce en muchos casos, a la hora de diseñar los tramos de conmutación y con ello en particular los tubos de conmutación de vacío, a un sobredimensionamiento para que los mismos soporten con seguridad los esfuerzos de tensión descritos. Tanto el reducido espacio constructivo disponible hoy en día en los aparatos modernos como la rentabilidad y la disponibilidad de estos tubos de conmutación de vacío hacen que suponga un inconveniente un dimensionamiento de este tipo.

35 En el documento DE 10 2010 024 255 no publicado se propone por ello un conmutador escalonado, en el que una primera derivación de devanado de un primer ramal de corriente principal está unida a través de un circuito serie, compuesto por un primer conmutador mecánico y un primer medio de conmutación, es decir un tubo de conmutación de vacío o alternativamente un elemento constructivo semiconductor, a una desviación de carga. En un modo constructivo simétrico similar respecto a ello se une una segunda derivación de devanado de un segundo ramal de corriente principal a través de un circuito serie, compuesto por un segundo conmutador mecánico y un segundo medio de conmutación, es decir un segundo tubo de conmutación de vacío o alternativamente un segundo elemento constructivo semiconductor, también a una desviación de carga. Asimismo se ramifica entre la primera derivación de devanado y el primer conmutador mecánico un primer ramal de corriente auxiliar con una resistencia integrada, mediante la cual puede establecerse una conexión eléctrica al segundo conmutador mecánico del segundo ramal de corriente principal y se ramifica, entre la segunda derivación de devanado y el segundo conmutador mecánico, un segundo ramal de corriente auxiliar con otra resistencia integrada, mediante la cual puede establecerse una conexión eléctrica al primer conmutador mecánico del primer ramal de corriente principal.

45 En otras palabras: en el caso del conmutador escalonado conocido se encuentra por lo tanto en cada ramal de corriente principal y auxiliar un conmutador mecánico conectado en serie al respectivo tubo de conmutación de vacío, que asegura una separación galvánica completa de la derivación de devanado respectivamente no conmutada y, de este modo, una elevada resistencia a las tensiones de choque.

- 50 Todos los conmutadores escalonados conocidos del estado de la técnica necesitan varios tubos de conmutación de vacío y medios de conmutación mecánicos adicionales por fase, lo que supone un inconveniente y sobre todo es caro a causa de la elevada necesidad de espacio de los medios de conmutación aislados y de la complejidad

constructiva y mecánica inherente a ello. No solo pero también debido a que para un proceso de conmutación se requiere un gran número de piezas constructivas individuales necesarias en los conmutadores escalonados para realizar la secuencia de conmutación, que después deben engranar unas con otras en un margen de tiempo de unas pocas décimas de segundo y en un proceso de conmutación exactamente definido en el tiempo.

- 5 El objeto de la presente invención consiste por ello en especificar un conmutador escalonado para la conmutación sin interrupciones entre derivaciones de devanado de un transformador escalonado, que haga posible una reducción de la complejidad y de las piezas constructivas individuales necesarias, a este respecto que haga innecesarios uno  
10 medios de conmutación mecánicos y además que presente una elevada resistencia a las tensiones de choque. Asimismo el objeto de la presente invención es especificar un tubo de conmutación de vacío que pueda utilizarse de forma particularmente ventajosa para un conmutador escalonado perfeccionado de este tipo.

Estos objetos son resueltos por un conmutador escalonado con las características de la primera reivindicación así como por un tubo de conmutación de vacío particularmente adecuado para un conmutador escalonado de este tipo con las características de la sexta reivindicación. Las reivindicaciones dependientes respectivas se refieren a este respecto en particular a unos perfeccionamientos particularmente preferidos de la invención.

- 15 El conmutador escalonado conforme a la invención se basa en la idea general de reunir respectivamente un contacto principal y un medio de conmutación mecánico conectado en serie respecto al mismo, de un primer ramal de carga, y un contacto resistivo adicional de un segundo ramal de carga en solamente un único tubo de conmutación de vacío con una carcasa común.

- 20 El tubo de conmutación de vacío conforme a la invención se basa además en la idea general de la invención de sustituir, mediante la combinación de la forma constructiva de un tubo de conmutación de vacío con varios sistemas de contacto móviles, que están dispuestos en cámaras de conmutación de vacío separadas y mutuamente obturadas, las funcionalidades de dos tubos de conmutación de vacío necesarios según el estado de la técnica y un medio de conmutación mecánico adicional por un único tubo de conmutación de vacío conforme a la invención. En  
25 otras palabras: en el tubo de conmutación de vacío conforme a la invención los medios de conmutación necesarios por separado, precisamente los dos tubos de conmutación de vacío que conmutan bajo carga y el otro medio de conmutación mecánico, ya no se realizan como en el estado de la técnica como grupos constructivos aislados y se instalan en el conmutador escalonado, sino que se reúnen en ahora un único tubo de conmutación de vacío con tramos de conmutación de vacío dispuestos en varias cámaras de conmutación de vacío separadas. El tubo de conmutación de vacío puede sustituir ahora funcionalmente a este respecto tanto el medio de conmutación  
30 mecánico de un conmutador como un conector-desconector mecánico por un tramo de conmutación de vacío.

- La resistencia dieléctrica del novedoso tubo de conmutación de vacío se aumenta por medio de que los tramos de conmutación de vacío individuales de los varios sistemas de contacto están dispuestos en cámaras de conmutación de vacío separadas, es decir mutuamente obturadas, pero en una carcasa común. En otras palabras: el riesgo de  
35 diferencias de potencial existentes entre los diferentes sistemas de contacto, que podrían conducir a un arco eléctrico solapado, es resuelto conforme a la invención por medio de que están previstos varias cámaras de conmutación de vacío separadas en las que los sistemas de contacto están acoplados respectivamente entre ellos eléctricamente.

Los tubos de conmutación de vacío con dos puntos de contacto ya son conocidos por sí mismos.

- 40 El documento DE 3344367 hace referencia a un tubo de conmutación de vacío con dos parejas de contactos conectadas eléctricamente en serie en una única cámara de vacío, que pueden accionarse simultáneamente.

El documento DE 197 56 308 C1 hace referencia a un tubo de conmutación de vacío similar con dos tramos de conmutación dispuestos sobre un eje común, en donde están previstos unos muelles de compresión de contacto.

- 45 El documento EP 0 258 614 B1 describe la combinación entre un tubo de conmutación de vacío y un conmutador escalonado. A este respecto están dispuestos varios tramos de conmutación en una cámara de vacío, lo que exige una estructura complicada del tubo de conmutación de vacío con contactos fijos anulares.

El documento DE 10 2006 033 422 B3 describe por último otro tubo de conmutación de vacío con múltiples funcionalidades, en donde también son necesarios tanto contactos fijos anulares como muelles de compresión de contacto interiores.

- 50 A continuación se pretende explicar la invención con más detalle solo a modo de ejemplo, en base a unas figuras.

Aquí muestran:

la figura 1 un conmutador escalonado según el estado de la técnica,

la figura 2 un tubo de conmutación de vacío conforme a la invención para un conmutador escalonado en una exposición esquemática.

5 En la figura 1 se muestra un conmutador escalonado conocido del estado de la técnica. Presenta un primer ramal de carga, en el que se encuentran un tubo de conmutación de vacío  $V_1$  que actúa como contacto principal y un conmutador mecánico  $U_1$  conectado en serie al mismo, así como en paralelo a los mismos una resistencia de paso  $R_1$  y un tubo de conmutación de vacío  $V_2$  que actúa como resistencia de contacto. El segundo ramal de carga posee de forma muy análoga un tubo de conmutación de vacío  $V_4$  y un conmutador mecánico  $U_2$  conectado en serie al mismo, así como en paralelo a los mismos otra resistencia de paso  $R_2$  y un tubo de conmutación de vacío  $V_3$  que actúa como resistencia de contacto. El conmutador escalonado conocido posee por lo tanto dos tubos de conmutación de vacío por ramal de carga, por consiguiente cuatro tubos de conmutación de vacío por fase. La posición de partida, en la que está conmutada la derivación  $n$ , se corresponde con la posición representada en la figura 1 de los elementos de conmutación individuales. La conmutación se realiza en los pasos siguientes:

- tubo de conmutación de vacío  $V_1$
- 15 - se cierra el tubo de conmutación de vacío  $V_3$
- se abre el tubo de conmutación de vacío  $V_2$
- se cierra el tubo de conmutación de vacío  $V_4$ ; la conmutación ha finalizado.

La figura 2 muestra un tubo de conmutación de vacío 1 conforme a la invención con un primer sistema de contacto I, un segundo sistema de contacto II y un tercer sistema de contacto III, que están todos configurados como tramos de conmutación de vacío. Además de esto los sistemas de contacto I, II y III están respectivamente separados espacialmente en una cámara de conmutación de vacío separada 2, 3 y 4, aunque dispuestos en una carcasa 5 común, que abraza todos los sistemas de contacto I, II y III. En la zona de pared lateral de las cámaras de conmutación de vacío individuales 2, 3 y 4 están previstas respectivamente varias cerámicas aislantes 6. Centralmente en una prolongación del eje longitudinal  $s_1$  con simetría rotacional están previstos un empujador fijo superior 7 y, en el extremo opuesto, un empujador móvil inferior 8, que soportan en el interior de la carcasa 5 de un modo conocido por sí mismo respectivamente unas piezas de contacto 9 y 10. La pieza de contacto 9 puede llevarse de forma separada e independiente, mediante un accionamiento del empujador móvil 8, a conectarse eléctricamente a un contacto fijo 11. El contacto fijo 11 está dispuesto a este respecto a un empujador 12 eléctricamente conductor fijo, previsto en el interior de la carcasa 5, el cual atraviesa la separación entre las cámaras de conmutación de vacío 3 y 4 en prolongación del eje longitudinal  $s_1$  y presenta, en su extremo opuesto al contacto fijo 11, otro contacto fijo 13. La separación estanca entre las cámaras de conmutación de vacío 2 y 3 se asegura mediante una placa eléctricamente conductora 14, configurada de forma que puede desplazarse en la dirección longitudinal del eje  $s_1$ , a la que está fijada hacia ambos lados otra pieza de contacto fija 15 y 16 a través de respectivamente un listón eléctricamente conductor 17 y 18. De este modo, mediante un desplazamiento vertical de la placa 14 puede conectarse el contacto fijo 16 al contacto fijo 10 o bien el contacto fijo 15 al contacto fijo 13. En la zona de la pared de la carcasa 5 están previstos aquí unos fuelles 19 conocidos según el estado de la técnica, que confieren a la placa 14 una libertad de movimiento vertical. Los muelles de contacto conocidos, que cooperan con el empujador 8, no se han representado aquí por motivos de visión de conjunto.

40 Si se espeja el tubo de conmutación de vacío 1 descrito en la figura 2 sobre un conmutador escalonado de la figura 1, se reúnen ahora conforme a la invención los dos elementos de conmutación  $V_1, V_3$  y  $U_1$  o  $V_2, V_4$  y  $U_2$  hasta ahora separados en un único tubo de conmutación de vacío 1 con los sistemas de contacto I, II y III que pueden controlarse por separado. Si se une de forma eléctricamente conductora el empujador 7 del tubo de conmutación de vacío 1 reproducido en la figura 2 a través de una resistencia  $R_2$  a la derivación de devanado  $n+1$ , la placa eléctricamente conductora 14 a la desviación de carga LA y el empujador inferior 8 a la derivación de devanado  $n$ , de este modo puede realizarse mecánicamente el conmutador escalonado descrito en la figura 1 de forma particularmente sencilla.

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Conmutador escalonado para la conmutación sin interrupciones entre derivaciones de devanado de un transformador escalonado, en donde para cada fase a conmutar están previstos dos ramales de carga, en donde cada ramal de carga presenta un contacto de conmutación de vacío (V1, V4) que actúa como contacto principal y un medio de conmutación mecánico (U1, U2) que puede conectarse en serie respecto al mismo, en donde para cada fase a conmutar está previsto un ramal de corriente auxiliar que puede conectarse en paralelo al ramal de carga correspondiente, en donde cada ramal de corriente auxiliar presenta al menos una resistencia de paso (R1, R2) y en serie otro contacto de conmutación de vacío (V2, V3) que actúa como contacto auxiliar, y en donde tanto los ramales de carga como los ramales de corriente auxiliar de ambos ramales de carga están unidos a una desviación de carga común,
- 10 caracterizado porque,
- el contacto de conmutación de vacío (V1) que actúa como contacto principal del primer ramal de carga y el medio de conmutación mecánico (U1) dispuesto en serie respecto al mismo del primer ramal de carga, así como el contacto de conmutación de vacío (V3) que actúa como contacto auxiliar del segundo ramal de carga están reunidos constructivamente en un único tubo de conmutación de vacío (1) con una carcasa común (5), porque el contacto de conmutación de vacío (V4) que actúa como contacto principal del segundo ramal de carga y el medio de conmutación mecánico (U2) dispuesto en serie respecto al mismo del segundo ramal de carga, así como el contacto de conmutación de vacío (V2) que actúa como contacto auxiliar del primer ramal de carga están reunidos en otro único tubo de conmutación de vacío (1) con una carcasa común (5),
- 15 y porque respectivamente dentro de la carcasa común (5) de un tubo de conmutación de vacío y del otro tubo de conmutación de vacío está prevista, para cada contacto de conmutación de vacío (V1, V3; V2, V4) así como para cada medio de conmutación mecánico (U1; U2), respectivamente una cámara de conmutación de vacío (2, 3 y 4) separada, mutuamente obturada.
- 20 2. Conmutador escalonado según la reivindicación 1,
- 25 caracterizado porque,
- los contactos de conmutación de vacío (V1...V4) previstos en las cámaras de conmutación de vacío separadas (2, 3 y 4) y el otro medio de conmutación mecánico (U1, U2) forman respectivamente un sistema de contacto separado (I, II, III).
3. Conmutador escalonado según la reivindicación 1 ó 2,
- 30 caracterizado porque,
- el primer sistema de contacto (I) forma el medio de conmutación mecánico (U1 o U2).
4. Conmutador escalonado según una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque,
- el segundo sistema de contacto (II) forma el contacto de conmutación de vacío (V1 o V4).
5. Conmutador escalonado según una de las reivindicaciones 1 a 4,
- 35 caracterizado porque,
- el tercer sistema de contacto (III) forma el contacto de conmutación de vacío (V2 o V3).
6. Tubo de conmutación de vacío para un conmutador escalonado según las reivindicaciones 1 a 5,
- caracterizado porque,
- está prevista una carcasa (5) común, que abraza todo el tubo de conmutación de vacío (1),
- 40 porque dentro de la carcasa (5) están previstos varios sistemas de contacto (I, II y III), dispuestos a lo largo de un eje longitudinal común (S1), que están dispuestos en una cámara de conmutación de vacío (2, 3 y 4) separada, respectivamente separados espacialmente y de forma estanca al aire.
7. Tubo de conmutación de vacío según la reivindicación 6,

caracterizado porque,

el primer sistema de contacto (I) presenta un empujador inferior (8), que puede moverse a lo largo del eje longitudinal (S1), al que está fijada una pieza de contacto (9), que puede contactarse con una pieza de contacto (12) fijada a un empujador fijo (12).

- 5 8. Tubo de conmutación de vacío según una de las reivindicaciones 6 ó 7,

caracterizado porque,

el segundo sistema de contacto II presenta un contacto (13), también fijado al empujador (12) por el extremo opuesto de la pieza de contacto (12) y que puede contactarse con una pieza de contacto (15) fijada, a través de un listón (17), a una placa (14) eléctricamente conductora que puede desplazarse a lo largo del eje longitudinal (S1).

- 10 9. Tubo de conmutación de vacío según una de las reivindicaciones 6 a 8,

caracterizado porque,

el tercer sistema de contacto (III) presenta una pieza de contacto (10), fijada a un empujador fijo superior (7), que puede contactarse con una pieza de contacto (16) fijada, a través de un listón (18), a la placa (14) eléctricamente conductora que puede desplazarse a lo largo del eje longitudinal (S1).

- 15 10. Tubo de conmutación de vacío según una de las reivindicaciones 7 a 9,

caracterizado porque,

en cada cámara de conmutación de vacío (2, 3 y 4) están previstas varias cerámicas aislantes (6) en la zona de la pared lateral de la carcasa (5).

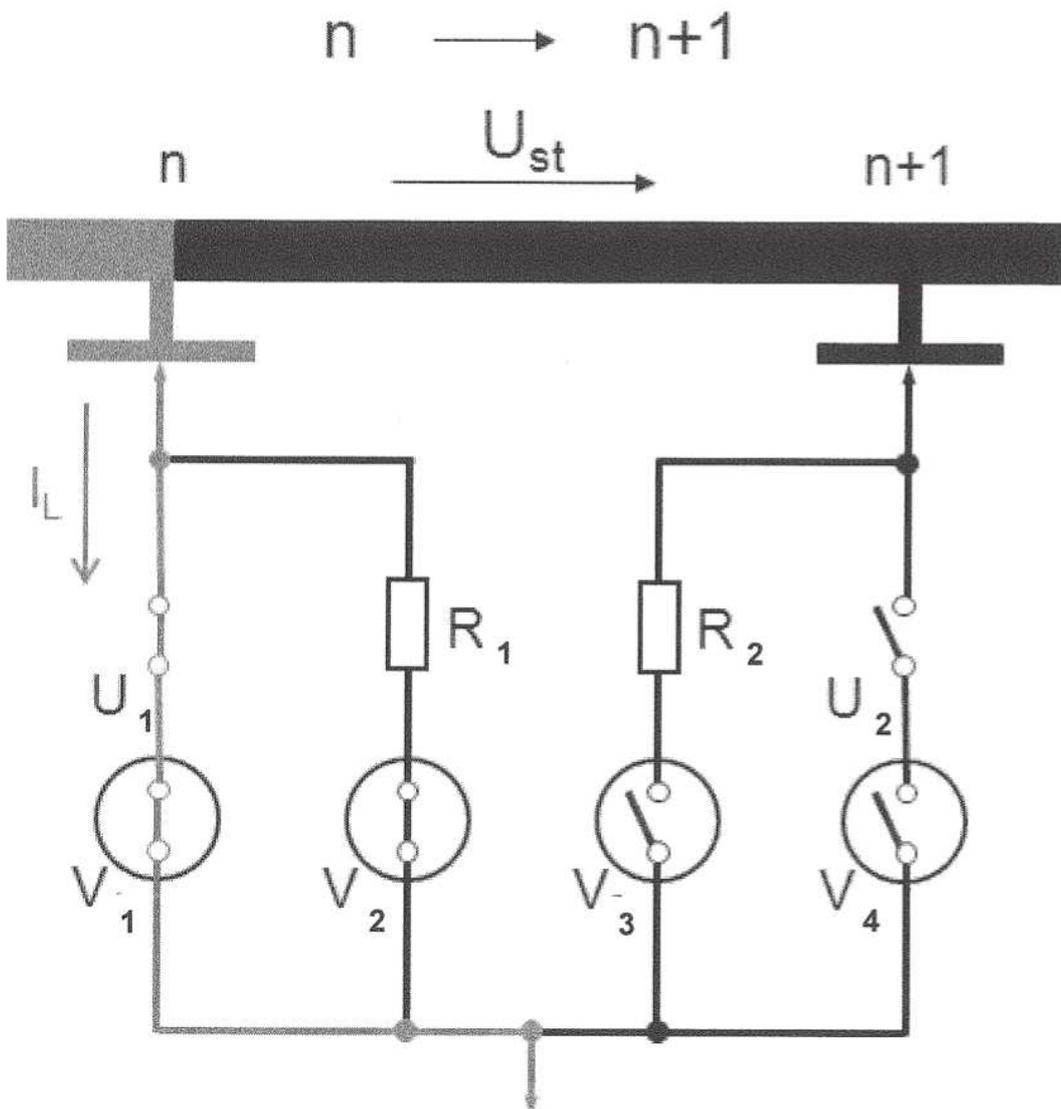


FIGURA 1

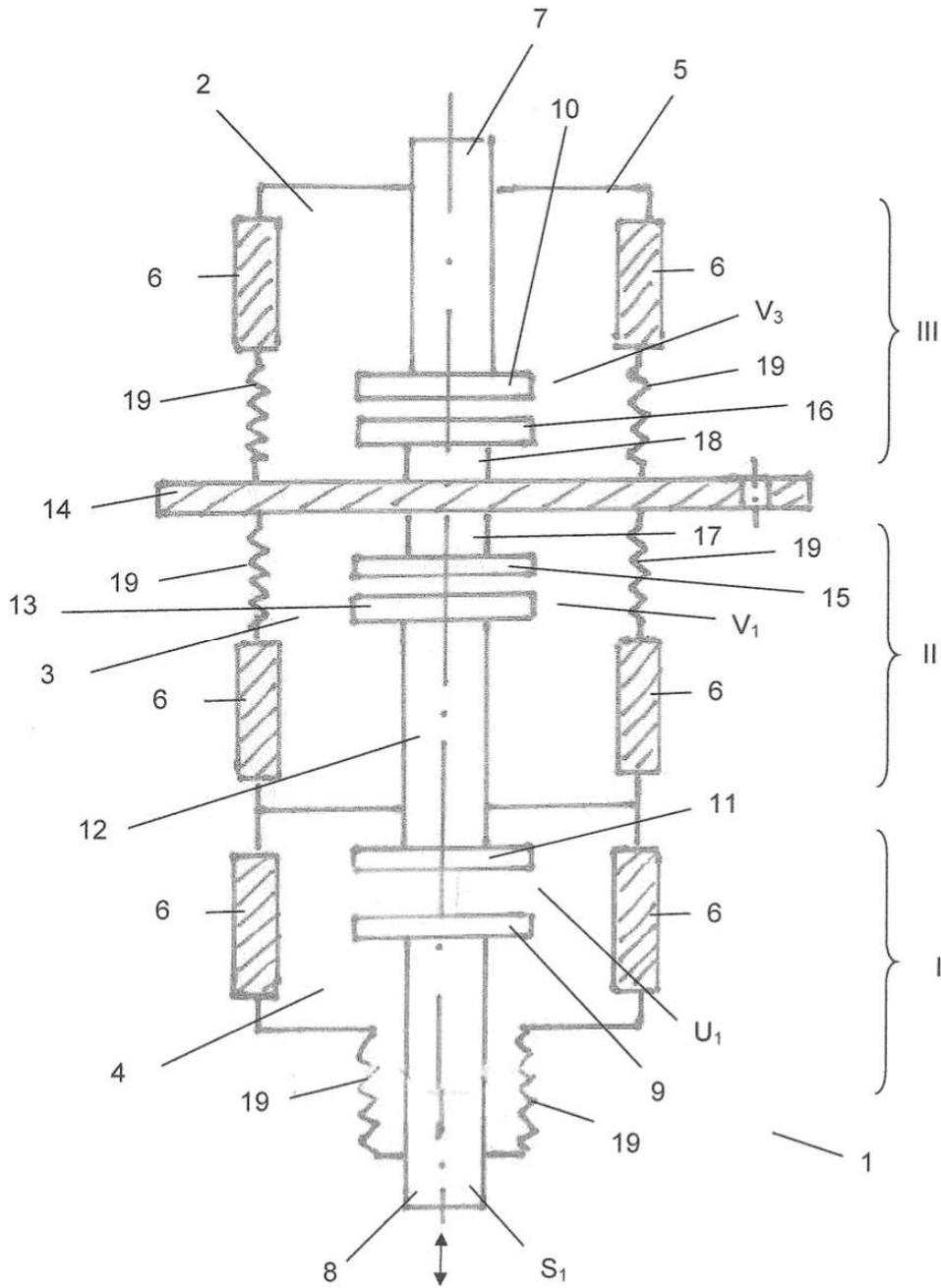


FIGURA 2