



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 334 689**

51 Int. Cl.:
G05F 1/20 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **05775005 .1**

96 Fecha de presentación : **22.07.2005**

97 Número de publicación de la solicitud: **1794661**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **13.06.2007**

54 Título: **Dispositivo para regular la tensión eléctrica.**

30 Prioridad: **28.09.2004 DE 10 2004 046 926**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
15.03.2010

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
15.03.2010

73 Titular/es: **Maschinenfabrik Reinhausen GmbH**
Falkensteinstrasse 8
93059 Regensburg, DE

72 Inventor/es: **Dohnal, Dieter**

74 Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 334 689 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).

ES 2 334 689 T3

DESCRIPCIÓN

Dispositivo para regular la tensión eléctrica.

5 La invención está relacionada con un dispositivo para regular la tensión eléctrica en la red del suministro eléctrico.

En el caso de los extendidos sistemas centrales de suministro eléctrico de hoy día, la regulación de la tensión se lleva a cabo normalmente por medio de transformadores de regulación en las conexiones del suministro eléctrico central de los respectivos suministros eléctricos de alta tensión o media tensión. Para este fin, los devanados de regulación de los respectivos transformadores de regulación están provistos de derivaciones en los devanados; se puede llevar a cabo una conmutación ininterrumpida entre derivaciones contiguas con carga de los devanados, por medio de conmutadores de derivaciones.

Los conmutadores de derivaciones adecuados para ese fin pueden ser divididos básicamente en dos clases: los del tipo de interruptores de resistencia de acción rápida, en los cuales hay presentes resistencias óhmicas de conmutación, que solamente se cargan transitoriamente, para limitar la corriente del circuito que fluye durante la conmutación y que, consecuentemente, producen una rápida conmutación entre las derivaciones de los devanados, y los del tipo de conmutadores reactivos, en los cuales se disponen impedancias inductivas de conmutación, por lo que también es posible una conmutación lenta y continua.

Sin embargo, en el caso de la regulación de tensión descrita en el campo del suministro eléctrico de alta tensión o media tensión, no es posible realizar fácilmente en los sistemas de suministro de energía descentralizados, la regulación en transformadores de distribución.

Los denominados “reguladores de tensión” han sido utilizados, particularmente en Estados Unidos, para esta regulación (en proximidad al consumidor) de la baja tensión en suministros eléctricos descentralizados. La mayoría de los “reguladores de tensión” normales actuales son monofásicos, tienen impedancias inductivas de conmutación, denominadas también reactancias o devanados de reactancia, y permiten una regulación de tensión en 32 pasos, cada uno del 5/8%, es decir, en la gama de +/- 10%.

Otra forma de estos “reguladores de tensión” es la del tipo “Auto-Booster” (Auto-Elevadores) (Marca Registrada). Estos aparatos son sustancialmente de una construcción más sencilla y permiten la regulación ascendente en 4 pasos, cada uno de 2½% o 1½%, es decir, en total +10% o +6%.

Otra solución a la regulación de la tensión, llevada a cabo en la proximidad del consumidor, en el campo de baja tensión, está descrita en el documento WO 01/33308 y WO 03/044611. Estas dos solicitudes están basadas en la idea general de proporcionar un transformador de regulación solamente con unas pocas derivaciones. Los devanados componentes individuales son seleccionados cíclicamente por medio de un conmutador inversor, donde el transformador de regulación ha de tener una impedancia de fuga de tal dimensión que la corriente del circuito, en el caso de un cortocircuito en derivaciones contiguas de los devanados componentes (que tiene lugar transitoriamente al conmutar en condiciones de carga) ha de ser limitada al orden de magnitud de la corriente nominal. Las resistencias típicas de conmutación de los conmutadores clásicos de las derivaciones pueden ser eliminadas de esta manera. En esta configuración, que ha de ser adecuada no solamente para la construcción de transformadores de regulación como auto-transformador, sino también como transformador de devanados independientes, son posibles numerosos modos de realización diferentes del conmutador inversor. Por tanto, se propone utilizar como conmutador inversor un conmutador inversor de carga, que es carente de contactos de resistencias y que tiene exclusivamente contactos principales, de un conmutador de derivación. De acuerdo con otras propuestas, el conmutador inversor será construido como un interruptor selectivo de leva de múltiples etapas, formado también a partir de una cadena de relés o contactores o consistente exclusivamente en una cadena de interruptores electrónicos, particularmente interruptores de tiristores. El número de elementos de conmutación requeridos del conmutador inversor corresponde entonces al número de posibles ajustes.

Es desventajoso en este estado de la técnica conocido, que al menos en el caso del transformador de devanados independientes, debe haber presentes un devanado principal y un devanado de regulación independientes. Con el fin de excitar la inductancia de fuga de cada paso, con una dimensión tal que la corriente escalonada de cortocircuito alcance solamente la dimensión de la corriente nominal, se requiere un canal corto de fuga. A partir de eso resulta un devanado de regulación independiente y corto que aumenta la anchura y profundidad del transformador. Este gasto en los costes del transformador excede en muchos casos de la ventaja debida a las resistencias de conmutación omitidas. Más aún, el método de regulación se hace difícil; la configuración conocida es particularmente inadecuada para circuitos en paralelo.

Es objeto de la invención indicar un dispositivo sencillo y económico para regular la tensión eléctrica en transformadores de distribución y reguladores de tensión, con tan pocos elementos de conmutación como sea posible.

El objeto se consigue con el dispositivo cuyas características están en la primera reivindicación. Las reivindicaciones dependientes están relacionadas a desarrollos particularmente ventajosos de la invención.

El dispositivo de acuerdo con la invención está previsto preferiblemente para transformadores de regulación o de distribución, con una pequeña gama reguladora, por ejemplo de +/- 5% en pasos de 2,5%, en total, por ejemplo, 5 pa-

ES 2 334 689 T3

sos. El dispositivo de acuerdo con la invención es adecuado no solamente para transformadores de aceite, sino también para transformadores secos. La ventaja particular del mismo consiste en que solamente se requiere un agrandamiento mínimo de las dimensiones del respectivo transformador de distribución y se ofrece un alto nivel de capacidad de servicio y de funcionamiento. Esto es debido al hecho de que el dispositivo de acuerdo con la invención se concibe como un aparato de conmutación que efectúa la dispensación con selectores que se desplazan mecánicamente o selectores de carga de un conmutador de derivación con carga. Más aún, el dispositivo de acuerdo con la invención tiene un grado de complejidad pequeño, en particular tiene solamente unos pocos componentes y elementos de conmutación. Por ejemplo, solamente se requieren cuatro elementos de conmutación para un modo de realización con cinco pasos de selección de tensión, como se explica con más detalles a continuación. Estos elementos de conmutación pueden ser contruidos, con una ventaja particular, como una pareja de tiristores en antiparalelo, o también como células de conmutación en vacío.

Se explicará la invención con más detalle en lo que sigue, a modo de ejemplo, con referencia a los dibujos, en los cuales:

La figura 1 muestra una configuración esquemática del circuito de un primer dispositivo, de acuerdo con la invención;

la figura 2 muestra una tabla de los pasos de tensión que pueden conseguirse con este dispositivo, dependiendo del ajuste de los elementos individuales de conmutación;

la figura 3 muestra los respectivos ajustes de los elementos individuales de conmutación, con estos pasos de tensión;

la figura 4 muestra un dispositivo adicional de acuerdo con la invención, para la regulación de la tensión en el lado de la carga de un regulador de tensión;

la figura 5 muestra un dispositivo adicional de acuerdo con la invención, para la regulación de la tensión en el lado primario de un regulador de tensión;

la figura 6 muestra un dispositivo adicional de acuerdo con la invención, con elementos de conmutación de construcción alternativa; y

la figura 7 muestra un dispositivo adicional de acuerdo con la invención, con una configuración de conmutación ampliada.

El primer dispositivo de acuerdo con la invención está ilustrado esquemáticamente en la figura 1. Se ilustra un devanado principal 1 de un transformador de regulación, cuyo extremo 2 del devanado es conducido al centro de un devanado independiente 3 de regulación del transformador de regulación. El devanado 3 de regulación tiene tres derivaciones independientes A1... A3. Las derivaciones A1 y A3 están dispuestas, respectivamente, en extremos opuestos del devanado 3 de regulación, y la derivación A2 exactamente en el centro, en cuyo lugar está presente la conexión con el extremo 2 del devanado principal 1. El devanado 3 de regulación está dimensionado de tal manera que la longitud efectiva del devanado entre las derivaciones A1 y A2 y también entre las derivaciones A2 y A3 se corresponde, en cada caso, con el 5% de la longitud del devanado principal 1. Obviamente, también son posibles otras longitudes del devanado.

Cada una de las derivaciones A1... A3 está conectada con la entrada de un elemento de conmutación, en este caso con un interruptor V1... V3 de vacío. La salida del primer interruptor V1 de vacío, que está conectada con la derivación A1 en el primer extremo del devanado 3 de regulación, y la salida del segundo interruptor V2 de vacío, que está conectada con la derivación A2 en el centro del devanado 3 de regulación, conducen a los dos extremos de un devanado 4 de la reactancia; en paralelo con ellos, hay dispuesto un elemento de conmutación adicional, en este caso un interruptor adicional V4 de vacío, entre estas dos salidas. La salida del tercer interruptor V3 de vacío, que está conectada con la derivación A3 en el otro extremo del devanado 3 de regulación, está eléctricamente conectada con la salida del primer interruptor V1 de vacío. El centro del devanado 4 de la reactancia conduce al derivador de corriente. Para este fin, se dispone una derivación 5 en el devanado 4 de la reactancia.

Mediante el correspondiente accionamiento de los interruptores V1... V4 de vacío, la tensión en este ejemplo puede ser, por tanto, regulada en la gama de +/- 5% en pasos de 2,5%.

La figura 2 muestra, para el ejemplo ilustrado en la figura 1, una tabla de los cinco pasos posibles diferentes de la tensión, dependiendo del ajuste de los respectivos interruptores V1... V4 de vacío. En ese caso, c significa la posición cerrada ("cerrada") y o significa la posición abierta del respectivo interruptor.

Puede observarse que con estos cuatro interruptores de vacío se pueden fijar un total de cinco pasos de tensión. Esto es debido al hecho de que en las derivaciones A1 y A3 es posible hacer una derivación cada vez de una tensión en alrededor del +/- 5% con respecto a la derivación A2, y a través del acoplamiento eléctrico apropiado del devanado 4 del reactor, nuevamente la mitad de la misma; consecuentemente se puede superponer un 2,5%.

ES 2 334 689 T3

El control de los interruptores V1... V4 de vacío es posible de una manera sencilla, por ejemplo con interruptores de leva, ya que resulta una secuencia de accionamiento sencilla, dependiendo de la dirección de conmutación de “tensión más alta” o “tensión más baja”, por medio de una conmutación de conexión o desconexión.

5 La figura 3 muestra los diferentes ajustes de los interruptores V1... V4 de vacío del circuito que está ilustrado en la figura 1 y explicado anteriormente, con los pasos individuales de tensión, tal como se ilustra en la tabla de la figura 2.

10 La figura 4 muestra una configuración de acuerdo con la invención, como un componente de un regulador de tensión para regular en el lado de la carga. Se puede observar que la tensión U_S de entrada está presente en el devanado principal 1, cuyo extremo conduce a la derivación central del devanado 3 de regulación, que está ilustrado en la derivación A2. Nuevamente, las derivaciones A1 y A3 están dispuestas en los dos extremos del devanado 3 de regulación, cada uno de ellas con la separación del 5% del devanado principal. La posición y la función de los interruptores V1... V4 de vacío ya han sido explicadas, al igual que el devanado 4 ilustrado de la reactancia. Además, también se ilustra en este caso un convertidor 6 de corriente y un convertidor 7 de tensión en el lado de la carga. Así, se pueden verificar de una manera conocida los valores reales de la corriente y la tensión de la carga. Con ayuda de un regulador, que no está ilustrado en este caso y que es conocido por sí mismo, se efectúa una comparación de los valores objetivo/real y se toma una decisión con el resultado sobre la regulación necesaria en la dirección “más alta” o “más baja”. Con eso se efectúa el cambio correspondiente en los estados de conmutación de los interruptores V1... V4 de vacío, como se ilustra en la figura 2. Si el control de estos interruptores V1... V4 de vacío se lleva a cabo por medio del control de una leva, se efectúa de una manera muy simple la rotación de la leva de conmutación en 72 grados, según una actuación dependiente de la dirección.

25 La figura 5 muestra una configuración de acuerdo con la invención, para la regulación en el lado de la entrada (fuente) de un regulador de tensión. La función no cambia.

La figura 6 muestra una configuración adicional de acuerdo con la invención, en este caso con parejas de tiristores Th1... Th4, como elementos de conmutación, conectados en antiparalelo.

30 Dentro del alcance de la invención, los elementos de conmutación descritos se pueden construir no solamente con interruptores de vacío, como se ha explicado con más detalle anteriormente, sino también por medio de interruptores mecánicos o incluso con interruptores de tiristores. El modo de realización que se ilustra en esta memoria con interruptores de tiristores, tiene la ventaja de que la configuración de acuerdo con la invención ofrece globalmente un interruptor completamente estático sin ninguna forma de elementos de accionamiento que se muevan mecánicamente. Para el control de la excitación de los interruptores Th1... Th4 de tiristores, la tabla de la figura 2 puede ser convertida fácilmente, por ejemplo, por un experto en sistemas de lógica de control de excitación eléctrica.

35 También es posible, dentro del alcance de la invención, ampliar la configuración que está ilustrada en la figura 1, en forma de cascada al disponer más de tres derivaciones en el devanado 3 de regulación, y cada una de estas derivaciones adicionales está acoplada eléctricamente de forma similar por un propio elemento de conmutación. En la figura 7 se ilustra un ejemplo de eso con solamente una derivación adicional A4 en este caso. El devanado 3 de regulación en el caso de tal modo de realización de la invención, está dimensionado de tal manera que la longitud del devanado entre todas las derivaciones A1... A4 es la misma cada vez, por ejemplo una cantidad cada vez del 5% de la longitud del devanado principal 1. Es por tanto fácilmente posible para el experto ampliar la correspondiente tabla de estados, de manera análoga a la ilustración mostrada en la figura 2, en correspondencia con los pasos adicionales de tensión que pueden conseguirse de acuerdo con la invención. Este principio de cascada puede ampliarse según se desee.

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

5 1. Dispositivo para regular la tensión eléctrica en la red de suministro eléctrico con un transformador de regulación, en el que el transformador de regulación de cada fase tiene un devanado principal y un devanado de regulación independiente que está provisto de derivaciones y en el que las derivaciones individuales pueden estar eléctricamente acopladas por elementos de conmutación, y que pueden conectarse con un derivador de corriente, **caracterizado** porque el devanado (3) de regulación tiene tres derivaciones (A1... A3), porque la primera y la tercera derivaciones (A1 y A3) están dispuestas, cada una de ellas, en un respectivo extremo del devanado (3) de regulación, y la segunda derivación (A2) está dispuesta exactamente en el centro del devanado (3) de regulación, porque el extremo del devanado principal (1) están conectado con la segunda derivación (A2), porque el devanado (3) de regulación está dimensionado de manera que la longitud del devanado entre la primera y segunda derivaciones (A1 y A2) y también entre la segunda y tercera derivaciones (A2 y A3), es de un X% de la longitud del devanado principal (1), en el que X es un número natural, porque la primera derivación (A1) está eléctricamente conectada con la entrada de un primer elemento (V1, Th1) de conmutación, la segunda derivación (A2) con la entrada de un segundo elemento (V2, Th2) de conmutación y la tercera derivación (A3) con la entrada de un tercer elemento (V3, Th3) de conmutación, porque la salida del primer elemento (V1, Th1) de conmutación y la salida del segundo elemento (V2, Th2) de conmutación están conectadas, cada una de ellas, con el respectivo extremo de uno de los dos extremos de un devanado (4) de una reactancia, porque la salida del tercer elemento (V3, Th3) de conmutación está eléctricamente conectado con la salida del primer elemento (V1, Th1) de conmutación, porque un elemento adicional (V4, Th4) de conmutación está dispuesto en paralelo con el devanado (4) de la reactancia y porque exactamente el centro del devanado (4) de la reactancia conduce al derivador de corriente.

2. Dispositivo según la reivindicación 1, **caracterizado** porque el valor de X es igual a 5.

3. Dispositivo según la reivindicación 1 o 2, **caracterizado** porque se disponen interruptores (V1... V4) de vacío como elementos de conmutación.

4. Dispositivo según la reivindicación 1 o 2, **caracterizado** porque se disponen interruptores de semiconductores, particularmente interruptores (Th1... Th4) de tiristores, como elementos de conmutación.

5. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado** porque el devanado (3) de regulación, para aumentar el número de pasos de regulación posibles, tiene una o más derivaciones adicionales (A4), cada una de ellas con un respectivo elemento adicional (V5, Th5) de conmutación, que está o están conectadas, cada una de ellas, en forma de cascada.

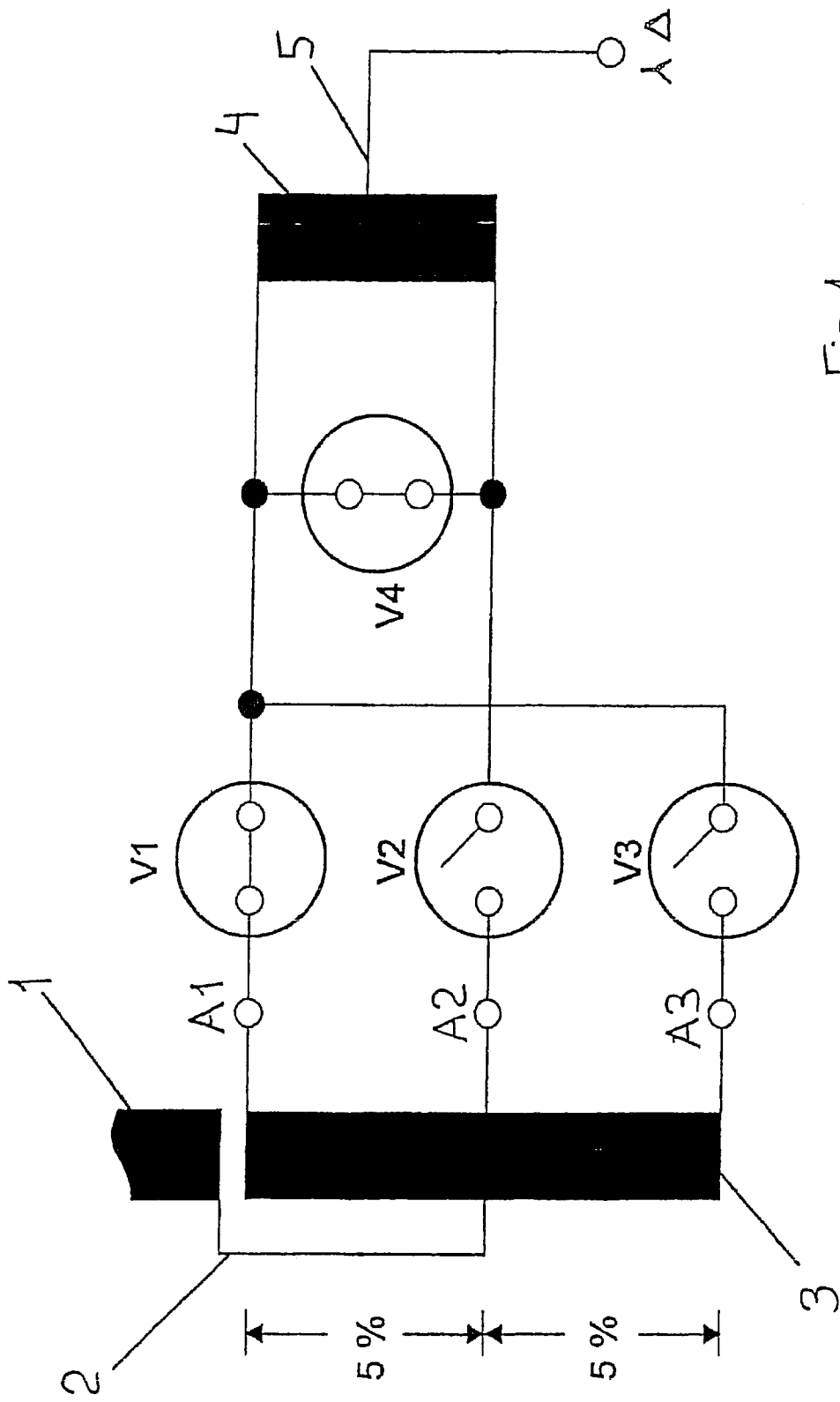
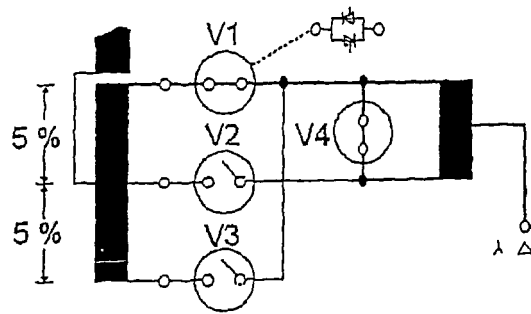


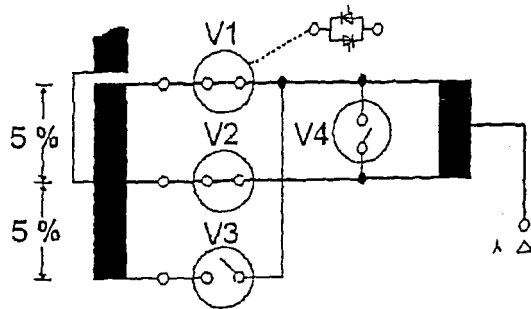
Fig.1

| Paso % Reg OS | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---------------------|------|--------|-----|--------|------|
| | -5 % | -2,5 % | 0 % | +2,5 % | +5 % |
| V1 | C | C | O | O | O |
| V2 | O | C | C | C | O |
| V3 | O | O | O | C | C |
| V4 | C | O | C | O | C |

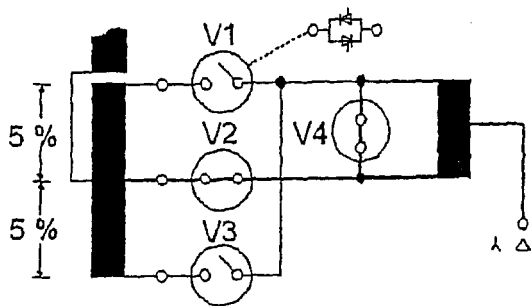
Fig. 2



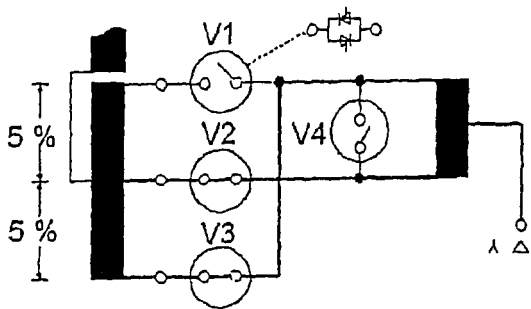
Paso 1



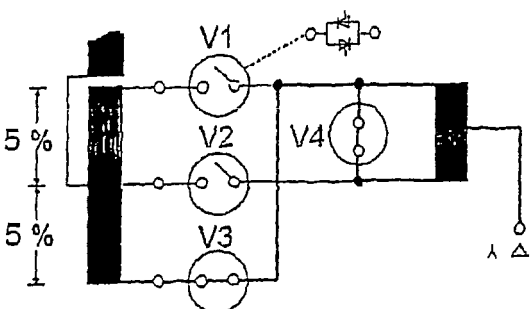
Paso 2



Paso 3



Paso 4



Paso 5

Fig. 3

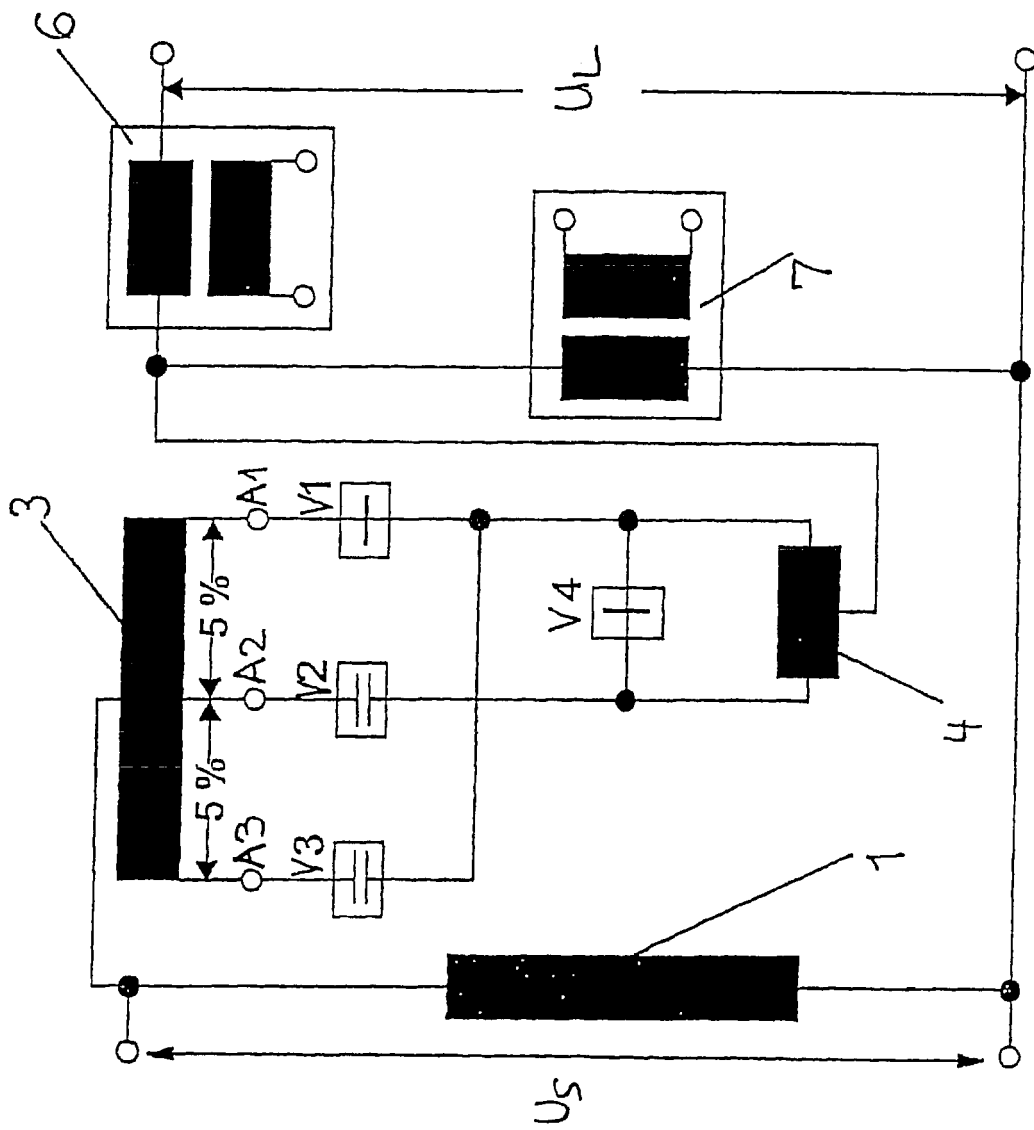


Fig. 4

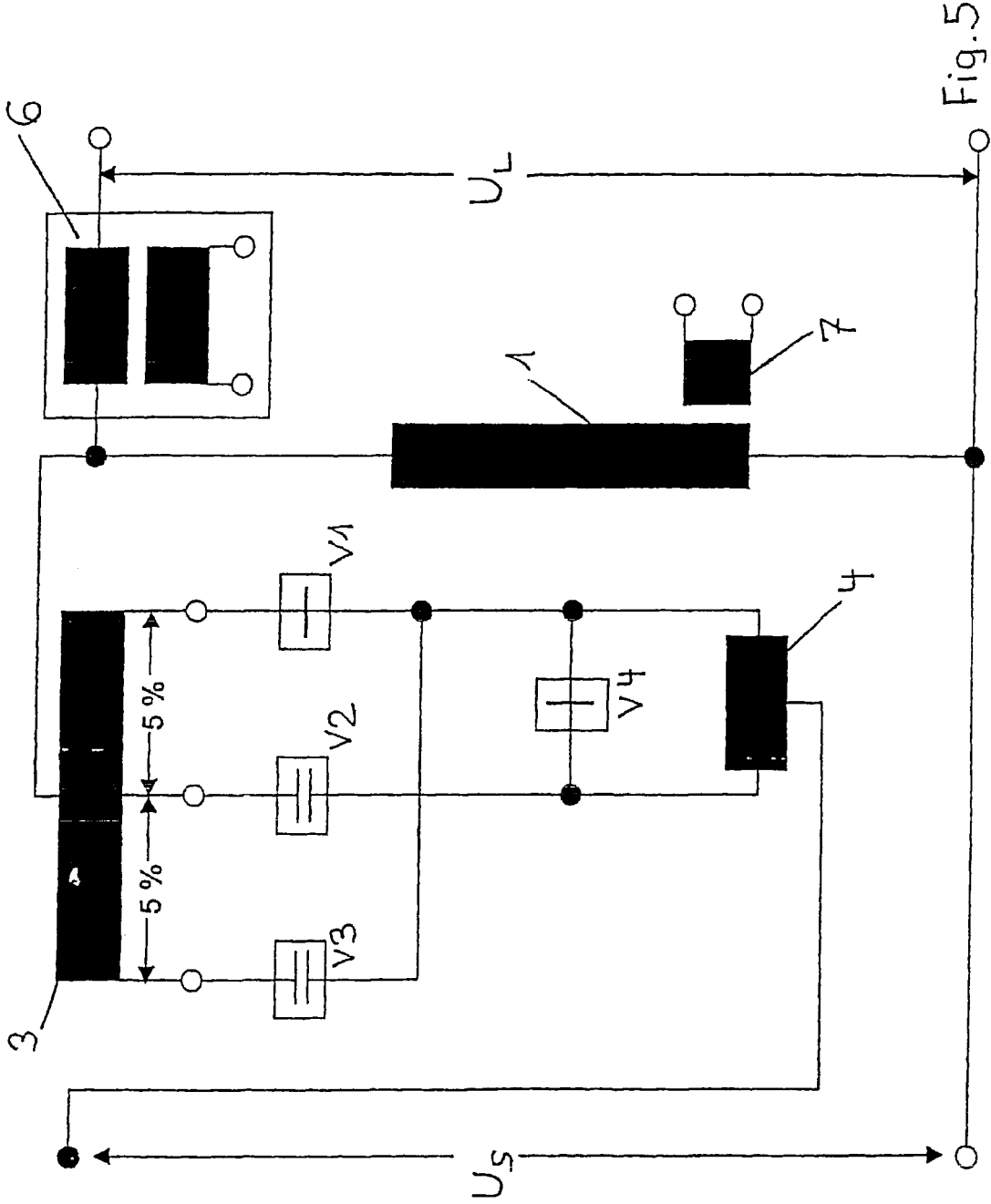


Fig. 5

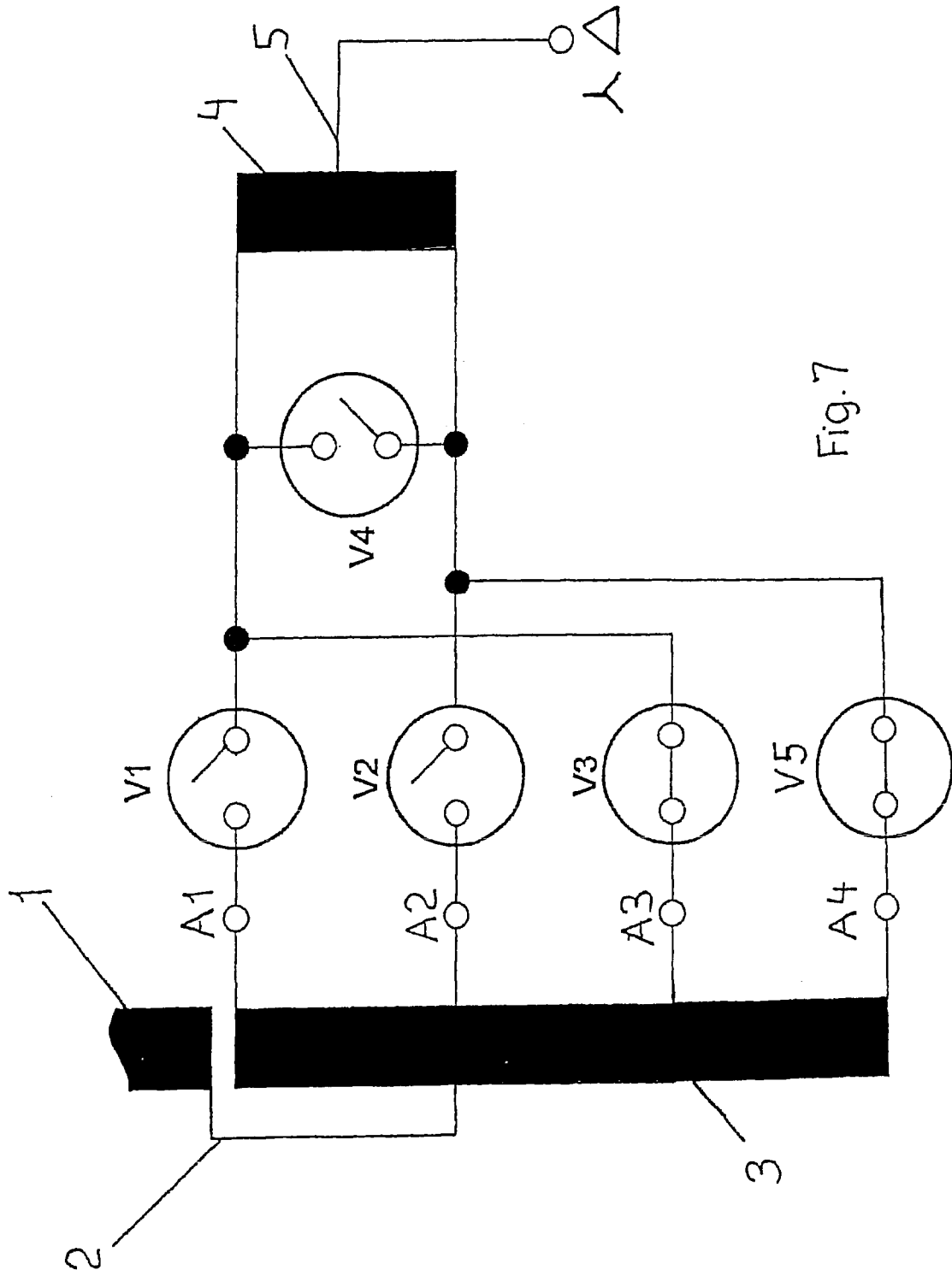


Fig.7