

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 751 685**

51 Int. Cl.:

G01R 31/12 (2006.01)
G01R 31/14 (2006.01)
G01R 31/16 (2006.01)
G01R 31/00 (2006.01)
G01R 31/02 (2006.01)
G01R 1/44 (2006.01)
G01R 15/14 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **21.05.2014 PCT/EP2014/001372**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **27.11.2014 WO14187563**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.05.2014 E 14727161 (3)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.09.2019 EP 2999971**

54 Título: **Dispositivo de prueba de alta tensión y alta potencia**

30 Prioridad:

22.05.2013 DE 102013008611

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

01.04.2020

73 Titular/es:

**B2 ELECTRONICS GMBH (100.0%)
Riedstrasse 1
6833 Klaus, AT**

72 Inventor/es:

**BLANK, RUDOLF y
BALDAUF, STEFAN**

74 Agente/Representante:

RIERA BLANCO, Juan Carlos

ES 2 751 685 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

Dispositivo de prueba de alta tensión y alta potencia

5 La presente invención se refiere a un dispositivo de prueba de alta tensión y alta potencia que comprende medios para generar una tensión de prueba a una potencia superior a 1 kW, en el que la tensión de prueba es una tensión alterna con una amplitud de al menos 100 kV y en el que los medios para generar la tensión de prueba tienen al menos dos ramas de amplificador de tensión, de las cuales una primera rama de amplificador de tensión se utiliza o proporciona para generar las medias ondas de tensión positiva de la tensión de prueba y una segunda rama de amplificador de tensión se utiliza o proporciona para generar las medias ondas de tensión negativa de la tensión de prueba. Además, un dispositivo de prueba de alta tensión y alta potencia genérico tiene un circuito de medición para medir la tensión de prueba que se aplicará a un objeto de medición y la corriente de prueba generada de ese modo en el objeto de medición.

15 Dichos dispositivos de prueba de alta tensión son bien conocidos del estado de la técnica y se utilizan para probar objetos de medición, los cuales pueden consistir en una variedad de componentes eléctricos o electrónicos o en particular en un cable de alta o media tensión. En este caso, el objeto de medición que se probará se somete a una tensión alterna generalmente sinusoidal (con una alta amplitud de más de 100 kV) en dicho rango de potencia y se procede al análisis y la evaluación de la tensión de prueba que se aplica al objeto de medición y la corriente de prueba generada por el mismo, por ejemplo, para indicar si el objeto de medición probado ha resistido la tensión de prueba sin interrupción de tensión durante un período de tiempo determinado. Además, opcionalmente, también se puede determinar, por ejemplo, bajo un aumento sucesivo de la tensión de prueba, a partir de qué tensión de prueba se producen o se han producido interrupciones de tensión relevantes en términos de seguridad. Además, en particular, cuando se establece el dispositivo de prueba de alta tensión genérico para generar una tensión alterna preferiblemente sinusoidal de VLF (muy baja frecuencia) con una frecuencia en el rango entre 0,01 Hz y 1 Hz, se puede determinar también, mediante la evaluación del cambio de fase dado entre la tensión de prueba y la corriente de prueba, dicho factor de pérdida ($\tan \delta$) del objeto de medición con el que, en el contexto de una prueba no destructiva, por ejemplo, se puede lograr una indicación sobre la calidad o el estado de envejecimiento del aislamiento de cables de alta o media tensión. Los algoritmos de medición y evaluación de aplicación disponibles (y los circuitos de medición y evaluación requeridos para este propósito) son bien conocidos por los expertos en la técnica.

25 La tensión de prueba en el caso del estado de la técnica, como se explica en la introducción, se genera a menudo utilizando dos ramas de amplificador de tensión integradas en un dispositivo de prueba de alta tensión genérico, donde una de dichas ramas genera las medias ondas de tensión positiva y la otra las medias ondas de tensión negativa de la tensión de prueba a las que debe someterse luego de forma adecuada el objeto de medición.

30 En particular, en el caso de la prueba de VLF de cables de alta o media tensión, debido a que la longitud del cable que se va a probar es particularmente amplia, se requiere una amplitud de tensión y una potencia eléctrica considerables a aplicar en los dispositivos de prueba genéricos, de modo que existe una gran necesidad de dispositivos de prueba correspondientes altamente potentes. También es importante en el marco de la presente invención que los dispositivos de prueba de alta tensión y alta potencia del tipo genérico generalmente tengan que ser transportados al objeto de medición a probar, lo que no siempre resulta fácil con los dispositivos conocidos del estado de la técnica.

35 Actualmente, hay disponibles dispositivos de prueba de alta tensión y alta potencia (VLF) móviles del tipo mencionado anteriormente con medios para generar una tensión de prueba de VLF sinusoidal con una amplitud de hasta 200 kV (que corresponde a aproximadamente 141 kV de tensión efectiva) con una potencia de salida eléctrica de hasta aproximadamente 8 kW.

40 Por supuesto, el coste de los dispositivos de prueba de alta tensión y alta potencia (móviles) de tipo genérico se determina sustancialmente a través de la potencia de salida aplicada por dicho dispositivo, de modo que en la práctica, los dispositivos de prueba de alta tensión del tipo mencionado generalmente se proporcionan en diferentes clases de potencia, cuyas aplicaciones en este caso se limitan en función de la amplitud de tensión que se puede generar con dichos dispositivos de prueba, y la potencia de salida disponible en este caso.

45 Finalmente, en particular, cuando se debe proporcionar una alta potencia de salida en dispositivos de prueba de alta tensión, resulta cada vez más problemático el enfriamiento requerido de la electrónica de alta tensión, en particular, de los componentes dispuestos en este caso en el lado de alta tensión en las diversas ramas del amplificador de tensión. Esto es especialmente válido cuando los dispositivos mencionados deben transportarse como dispositivos de prueba móviles al objeto de medición, lo que a menudo se realiza en el estado de la técnica proporcionando una estructura de dispositivo lo más compacta posible.

50 El documento DE19513441A1 da a conocer un dispositivo de prueba de alta tensión y alta potencia que comprende medios para generar una tensión de prueba que tiene al menos dos ramas de amplificador de tensión, de las cuales una primera rama de amplificador de tensión se utiliza para generar las medias ondas de

tensión positiva de la tensión de prueba y una segunda rama de amplificador de tensión se utiliza para generar las medias ondas de tensión negativa de la tensión de prueba, además de un circuito de medición para medir la tensión de prueba que se aplicará a un objeto de medición y la corriente de prueba generada de este modo en el objeto de medición.

- 5 El documento EP2590490A1 da a conocer un sistema de prueba construido modularmente dentro de un contenedor con varios componentes eléctricos (convertidor, inversor) como fuentes de calor.

El documento DE102007034558A1 da a conocer un dispositivo de prueba de alta tensión con refrigeración por aire activa.

- 10 En este contexto, el objetivo de la presente invención es desarrollar un dispositivo de prueba de alta tensión y alta potencia del tipo mencionado al inicio, donde el mismo a pesar de una potencia de salida eléctrica suficientemente alta, de manera sustancialmente simple, pueda enfriarse y transportarse fácilmente, en el que según los aspectos adicionales de la invención y sus desarrollos preferidos, también exista, en particular, una posibilidad de aumentar de la manera más simple posible, la potencia de salida que puede proporcionarse mediante dispositivos de prueba de alta tensión de acuerdo con la invención.

- 15 Este objetivo se logra en el contexto de la presente invención de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque en un dispositivo de prueba de alta tensión y alta potencia genérico, cada rama de amplificador de tensión está instalada en un módulo separado con refrigeración por aire activa integrada.

- 20 Caracterizado porque en este caso la fuente de alta tensión, es decir, los medios para generar la tensión de prueba se dividen en al menos dos ramas de amplificador de tensión separadas que contienen módulos separados, en los que en cada módulo se integra una refrigeración por aire activa individual, y se puede satisfacer la demanda de enfriamiento particularmente alta de un dispositivo de prueba de alta tensión genérico de una manera particularmente simple. Por tanto, cada rama de amplificador se enfría activamente por medio de su propia refrigeración por aire del módulo correspondiente.

- 25 Además, el dispositivo de prueba de alta tensión de acuerdo con la invención es particularmente fácil de transportar, ya que cada módulo individual

- que incluye una rama de amplificador de tensión

- 30 - se puede transportar de manera ventajosa y por separado a un sitio específico y solo entonces debe conectarse de manera adecuada al aparato de prueba o entre sí o con otros componentes (por ejemplo, una unidad de control central) del dispositivo de prueba de alta tensión, en el que los módulos individuales se pueden configurar de forma particularmente separada entre sí.

Ventajosamente, cada módulo está diseñado en forma de dispositivo ajustable individualmente o separado con su propia carcasa, en el que cada módulo, como se explicará con más detalle a continuación, puede consistir opcionalmente a su vez en (al menos) dos elementos o secciones de carcasa conectados de forma liberable entre sí.

- 35 En lo que respecta al presente caso, en el que cada uno de los módulos individuales incluye una refrigeración por aire activa integrada, se trata preferentemente de una refrigeración por aire que tiene al menos un ventilador, en el que los elementos a enfriar de la rama del amplificador de tensión respectivo se enfrían mediante un flujo de aire de enfriamiento definido que se introduce, por ejemplo, en conductos de aire adecuados dentro de una carcasa. Dicha refrigeración por aire activa puede estar opcionalmente asistida por elementos de enfriamiento adicionales, por ejemplo, mediante el aumento de la superficie de los disipadores de calor en el conducto de aire de enfriamiento, enfriando activamente los elementos Peltier o PTC en áreas con una generación de calor particularmente alta, etc.

- 45 En la medida en que la tensión de prueba se genere en el contexto de la presente invención usando dos ramas de amplificador de tensión, de las cuales una primera sirve para generar las medias ondas de tensión positiva de la tensión de prueba y una segunda sirve para generar las medias ondas de tensión negativa de la tensión de prueba, se conoce del estado de la técnica la estructura básica adecuada para este propósito del amplificador de (alta) tensión.

- 50 A tal efecto, se hace referencia, por ejemplo, al documento DE 19513441 C5, que está relacionado con una disposición de circuito para generar una tensión de prueba. En este caso, por medio de dos ramas de amplificador que actúan como fuentes de alta tensión, cada una con una fuente de alimentación de modo conmutado, un transformador de alta tensión, un circuito rectificador y una disposición de interruptor de alta tensión controlable electrónicamente dispuesto corriente abajo del mismo, se carga y descarga de manera definida un aparato de prueba u objeto de medición proporcionando una tensión de prueba que tiene un curso predeterminado. La primera rama del amplificador servirá para proporcionar las medias ondas de tensión positiva de la tensión de prueba y la segunda rama del amplificador servirá para generar las medias ondas de tensión

negativa de la tensión de prueba, las cuales pueden ser, por ejemplo, sinusoidales y tener la presente amplitud de tensión y potencia reivindicadas.

Además, de la divulgación "Discharge measurements in cables using a solid state 30 kV bipolar low frequency generator", S.J. Kearly, R.R. MacKinlay Fifth International Conference on Dielectric Materials, Measurements and Applications, 1988, páginas 171-174, se conoce también, por ejemplo, una disposición de circuito que puede funcionar sin problemas en el rango de potencia actual con una amplitud de tensión de al menos 100kv y en el que a partir de una tensión continua positiva o negativa en el rango de kV por medio de una disposición de interruptor de semiconductor adecuado (que actúa como una fuente de corriente controlable), se genera una tensión de prueba de curso controlable para la carga y descarga definida de un objeto de medición. Sobre la base de este principio, también se puede realizar, por tanto, una primera rama del amplificador de tensión para generar las medias ondas de tensión positiva y una segunda rama del amplificador de tensión para generar las medias ondas de tensión negativa de una tensión de prueba.

Además, en el contexto de la presente invención, se puede usar también una disposición de circuito para las ramas respectivas del amplificador de tensión, que se configura para la conexión a una tensión de red y desde aquí inicialmente se modula en una primera etapa, por medio de una fuente de alimentación conmutada que contiene un modulador, las medias ondas de tensión positiva (o negativa) de la tensión de red, a una tensión alterna con una alta frecuencia de, por ejemplo, 70 kHz a una amplitud de tensión absoluta de, por ejemplo, 370 V y posteriormente, esta se transforma por medio de un transformador dispuesto corriente abajo de la fuente de alimentación conmutada a una amplitud de tensión de, por ejemplo, 8 kV (todavía a una frecuencia de 70 kHz). A continuación, por medio de un circuito en cascada adecuado de condensadores y rectificadores, se genera una tensión continua de, por ejemplo, 200 kV, en la que, si es necesario, ya con un circuito en cascada de este tipo, a través de un circuito o control adecuados, se podría generar una amplitud variable de alta tensión para reducir o minimizar las pérdidas posteriores del circuito. Este circuito en cascada puede entonces seguir en dicha rama del amplificador de tensión una disposición de interruptor de semiconductores (dispuesta en el lado de alta tensión y controlable y / o regulable electrónicamente), como el que se describe, por ejemplo, en la divulgación de Kearly y MacKinlay mencionada anteriormente que, mediante la evaluación particular de la corriente de prueba y / o de la tensión de prueba medidas en el objeto de medición, transforma la alta tensión positiva o negativa generada por los componentes dispuestos corriente arriba de la rama de amplificador de tensión en medias ondas de tensión positiva o negativa con una amplitud absoluta de aproximadamente 200 kV a una frecuencia de, por ejemplo, 0,1 Hz. De manera ventajosa u opcionalmente, esta disposición de circuito de semiconductores puede ubicarse corriente abajo para amortiguar las perturbaciones, es decir, para suavizar la tensión de salida deseada. Por supuesto, en este caso, la rama de amplificador de tensión que proporciona las medias ondas de tensión positiva y las medias ondas de tensión negativa deben sincronizarse de manera adecuada (por ejemplo, por medio de señales de sincronización generadas por una unidad de control central), de modo que las medias ondas de tensión positiva y negativa generadas en las diferentes ramas de amplificador (aplicando alternativamente diferentes medias ondas de tensión en el objeto de medición) formen la tensión de prueba deseada.

El circuito de medición de un dispositivo de prueba de alta tensión de acuerdo con la invención que mide la corriente de prueba y la tensión de prueba puede diseñarse de manera habitual, en el que, por ejemplo, la corriente que fluye a través del aparato de prueba, si es necesario, también se puede medir dentro de las ramas respectivas del amplificador, de modo que una parte del circuito de medición que afecta la medición de la corriente de prueba, así como también, si es necesario, una parte del circuito de medición que afecta la medición de la tensión de prueba pueda integrarse, si es necesario, con los módulos que contienen las respectivas ramas de amplificador.

En el contexto de un primer desarrollo de la presente invención, se prevé que la tensión de prueba generada por la interacción de las ramas de amplificador de tensión instaladas en módulos individuales sea una tensión alterna de VLF (muy baja frecuencia) con una frecuencia en el rango entre 0,01 Hz y 1 Hz. Dichos dispositivos de prueba de VLF, que en particular generan una tensión de prueba preferente con una frecuencia de 0,1 Hz, tienen, debido a la provisión continua de la tensión de prueba y a las operaciones de control o regulación que se producen de manera continua en las ramas del amplificador, un grado particularmente alto de calor residual que, en el contexto de la presente invención, se puede disipar de manera particularmente eficaz, a saber, para cada rama de amplificador por separado. Una unidad de evaluación del dispositivo integrada, por ejemplo, en una unidad de control central del dispositivo de prueba de alta tensión, puede configurarse ventajosamente para determinar el factor de pérdida del objeto de medición que se probará.

Además, en el contexto de la presente invención se prevé preferentemente que los medios para generar la tensión de prueba tengan un número par n , con $n \geq 4$, en las ramas del amplificador de tensión, en el que cada rama del amplificador de tensión se instala en un módulo individual con refrigeración por aire activa integrada, y en el que el dispositivo de prueba de alta tensión se configura según la sincronización adecuada de las ramas del amplificador de tensión, de tal manera que la primera mitad ($= n / 2$) de las ramas del amplificador de tensión para generar las medias ondas de tensión positiva de la tensión de prueba y la segunda mitad ($= n / 2$) de las ramas del amplificador de tensión para generar las medias ondas de tensión negativa de la tensión de prueba cooperen entre sí.

Debido al diseño de ramas de amplificador de tensión individuales en módulos separados, la potencia de salida provista de dos ramas de amplificador de tensión se puede multiplicar de una manera particularmente simple, pudiéndose utilizar una pluralidad idéntica de ramas de amplificador de tensión ($n / 2$, con $n \geq 4$), preferentemente idénticas, tanto para generar las medias ondas de tensión positiva de la tensión de prueba como para generar las medias ondas de tensión negativa de la tensión de prueba respectivamente.

La conexión del objeto de medición se puede llevar a cabo de manera reconocible para que las ramas respectivas del amplificador de tensión actúen sobre el objeto de medición en paralelo con la alta tensión generada por la rama respectiva del amplificador de tensión, que muestra cómo se puede multiplicar, dependiendo del número de ramas de amplificador de tensión que se utilizarán, la potencia eléctrica del dispositivo de prueba de alta tensión (en comparación con el estado de la técnica). Dado que en el presente caso cada rama del amplificador está instalada en un módulo individual con su propia refrigeración por aire activa, el aumento de potencia posible de acuerdo con la invención no afecta negativamente el concepto de enfriamiento del dispositivo de prueba de alta tensión y alta potencia de acuerdo con la invención.

Además, de acuerdo con la invención, existe la posibilidad de realizar un dispositivo de prueba de alta tensión de diseño modular, en el que de acuerdo con una realización preferida adicional de la presente invención, pueda preverse que el dispositivo de prueba de alta tensión se diseñe y configure, de modo que a los medios para generar la tensión de prueba puedan agregarse hasta un número máximo relacionado con el sistema en las ramas de amplificador de tensión de al menos un par adicional de ramas de amplificador de tensión respectivamente, de las cuales siempre contribuye una primera rama de amplificador de tensión a la generación de las medias ondas de tensión positiva de la tensión de prueba y una segunda rama de amplificador de tensión contribuye a la generación de las medias ondas de tensión negativa de la tensión de prueba.

En otras palabras, en el contexto de la presente invención, se puede realizar un concepto de dispositivo en el que, por ejemplo, el dispositivo de prueba de alta tensión se puede operar en una primera configuración inicialmente con (exactamente) un par de ramas de amplificador de tensión (para generar las medias ondas de tensión positivas y negativas), en el que el dispositivo de prueba se pueda ampliar (y desmontar nuevamente) simplemente agregando o simplemente conectando pares adicionales de ramas de amplificador de tensión (es decir, cada una de una primera rama de amplificador de tensión para generar medias ondas de tensión positiva y una segunda rama de amplificador de tensión para generar medias ondas de tensión negativa) con el fin de aumentar la potencia de salida. Por tanto, los usuarios de dichos dispositivos pueden adaptar un dispositivo de prueba de alta tensión de acuerdo con la invención, según sea necesario, a la potencia de salida requerida para una medición determinada, instalando simplemente el dispositivo en el sitio de instalación con el número requerido de ramas de amplificador. Además, en este caso, a su vez, no hay deterioros de ningún tipo con respecto a la transportabilidad del dispositivo de prueba de alta tensión y / o problemas con el enfriamiento del dispositivo. Simplemente es necesario transportar e instalar un mayor número de módulos en comparación con el número mínimo de dos módulos (que contienen las respectivas ramas de amplificador). El número máximo relacionado con el sistema de ramas de amplificador de tensión que se pueden utilizar como máximo en un dispositivo de prueba de alta tensión de acuerdo con la invención se puede determinar, por ejemplo, en $n = 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24$ o incluso más.

Suponiendo que ya se puede conseguir una potencia de salida eléctrica de aproximadamente 8 kW mediante una tensión de prueba de VLF con una amplitud de tensión de 200 kV utilizando los dispositivos de prueba de alta tensión conocidos de la técnica anterior con exactamente un par de ramas de amplificador de tensión, esta potencia de salida, en el contexto de la presente invención (mediante la misma amplitud de tensión debido al circuito paralelo dado) cuando se usan, por ejemplo, de 3 a 10 pares de ramas de amplificador de tensión (que corresponden a $n = 6 - 20$), puede aumentar fácilmente de 24 a 80 kW.

También resulta ser particularmente ventajoso si el dispositivo de prueba de alta tensión tiene una unidad de control central que se instala igualmente en un módulo separado y al que se proporciona un número par de elementos de conexión para conectar los al menos dos módulos, comprendiendo cada uno una rama de amplificador de tensión.

Siempre y cuando se hable de la conexión de los módulos que contienen las ramas de amplificador de tensión en la unidad de control central, se puede estar haciendo referencia en este caso a una conexión mecánica y / o eléctrica, en donde, si es necesario, se puede proporcionar también en cada caso para conectar cada módulo un primer elemento de conexión para establecer una unión mecánica del módulo pertinente con la carcasa de la unidad de control central y un segundo elemento de conexión para establecer una conexión eléctrica. Por razones de seguridad, resultaría ventajoso en este caso priorizar un buen acoplamiento mecánico de los distintos módulos.

El establecimiento de una conexión eléctrica entre los módulos que contienen las ramas de amplificador individuales y la unidad de control central es particularmente necesario si (lo cual se proporciona nuevamente en una realización preferida de la invención) en el módulo que contiene la unidad de control central se proporciona además un elemento de conexión para la conexión y el contacto eléctrico del objeto de medición o el aparato de prueba.

Además, se puede proporcionar de manera ventajosa una línea de comunicación, que se puede establecer por medio de una conexión adecuada entre la unidad de control central y los respectivos módulos o unidades de control locales integradas en la misma para las respectivas ramas de amplificador de tensión, a través de las cuales, por ejemplo, por medio de una señal de sincronización adecuada, puede tener lugar la sincronización de las diferentes ramas de amplificador de tensión y / o puede producirse una comunicación, por ejemplo, por conexión bidireccional, entre las unidades de control locales de las diferentes ramas de amplificador de tensión y la unidad de control central, para poder reconocer automáticamente proporcionando, por ejemplo, una funcionalidad de enchufar y usar por medio de la unidad de control central, qué y cuántas ramas de amplificador de tensión interactúan en el contexto de la generación de la tensión de prueba. Además, los módulos individuales con las ramas de amplificador de tensión pueden transmitir de manera ventajosa los valores de medición determinados opcionalmente en el módulo pertinente a la corriente de prueba y / o tensión de prueba para una evaluación adicional en la unidad de control central. Sin embargo, la comunicación entre las diversas unidades de control podría efectuarse también, por ejemplo, de forma inalámbrica (por ejemplo, a través de W-LAN, Bluetooth u otras técnicas de transmisión por radio), si se instalan módulos de comunicación apropiados en los módulos involucrados.

En particular, en el contexto de la presente invención, se prevé que el módulo que contiene la unidad de control central comprenda una carcasa que se puede colocar sobre una superficie y se extiende en forma de torre en dirección vertical, en cuya circunferencia lateral, preferentemente en cuya región de extremo superior, se proporcionan los al menos dos elementos de conexión para la conexión de los módulos que contiene cada uno una respectiva rama de amplificador de tensión. Si, debido al sistema, se proporciona un determinado número mayor máximo de módulos que pueden conectarse al dispositivo de prueba de alta tensión con ramas de amplificador de tensión integradas en el mismo, el número de elementos de conexión provistos en el módulo que contiene la unidad de control central, corresponde ventajosamente a este número, donde en este caso, de manera opcional o alternativa, se puede pensar en proporcionar placas adaptadoras diferentes, adaptadas a cada número específico de ramas de amplificador de tensión utilizadas con un número correspondiente de elementos de conexión.

Ventajosamente, los elementos de conexión pertinentes se distribuyen uniformemente sobre la circunferencia de la carcasa para poder asegurar la mayor distancia posible entre los módulos que se conectarán a los elementos de conexión individuales.

Sin embargo, también es concebible que el módulo que contiene la unidad de control central y los módulos que contienen las respectivas ramas de amplificador de tensión se puedan configurar completamente por separado y separados entre sí, y puede producirse cualquier contacto de los diversos elementos del dispositivo de prueba de alta tensión necesario para la operación del dispositivo de prueba de alta tensión, en caso necesario, exclusivamente a través de cables de conexión adecuados.

Los módulos que contienen las ramas de amplificador de tensión individuales en otra realización preferida de la invención tienen cada uno una primera y segunda sección de carcasa, donde la primera sección de carcasa se puede colocar sobre una superficie y (como la carcasa del módulo que contiene la unidad de control central) se extiende en forma de torre en la dirección vertical y donde la segunda sección de carcasa, que se extiende de manera ventajosa en una dirección sustancialmente (o exactamente) horizontal, está sujeta con un primer extremo a la primera sección de carcasa, preferentemente en su porción de extremo superior, y puede conectarse a un segundo extremo en el módulo que contiene la unidad de control central. Estas dos secciones de carcasa se pueden conectar opcionalmente entre sí de forma liberable, lo que simplifica aún más su transporte.

La electrónica que forma la rama de amplificador de tensión respectiva puede distribuirse a las dos secciones de carcasa, las cuales son atravesadas preferentemente por el aire de enfriamiento transportado mediante refrigeración por aire activa.

Para este propósito, puede preverse ventajosamente que se formen conductos de aire interconectados tanto en la primera como en la segunda sección de carcasa del módulo que contiene una rama de amplificador de tensión, donde en la primera sección de carcasa, preferentemente cerca del suelo, se proporciona una abertura de entrada para el aire de enfriamiento y en la segunda sección de carcasa, preferentemente en su porción posterior alejada de la primera sección de carcasa, se proporciona una abertura de salida para el aire de enfriamiento (calentado).

El diseño de la carcasa de dos piezas con una sección de carcasa que se extiende verticalmente y una que se extiende horizontalmente, se asegura que el aire de enfriamiento fresco pueda estar lo suficientemente alejado de la abertura de salida para que el aire de enfriamiento caliente pueda ingresar a la carcasa, donde inicialmente es conducido hacia arriba de manera termodinámicamente favorable y finalmente es desviado con el propósito de su paso a través de la sección de carcasa horizontal.

Resulta ser particularmente ventajoso que el aire de enfriamiento sea aspirado por medio de un ventilador en la región de la abertura de entrada prevista en la primera sección de carcasa.

- 5 Dado que puede preverse en el caso de un dispositivo de prueba de alta tensión de acuerdo con la invención que en la segunda sección de carcasa que se extiende horizontalmente y ventajosamente separada de la superficie de los módulos que contienen las ramas de amplificador de tensión puedan disponerse también en particular dichos componentes electrónicos (de alta tensión) que requieren un enfriamiento particularmente efectivo, resulta extremadamente útil en el contexto de la presente invención para optimizar la capacidad de refrigeración de la refrigeración por aire integrada en el módulo correspondiente, que se configure al menos un ventilador o al menos una unidad de control que controla un ventilador, de modo que según requerimiento o a intervalos de tiempo predeterminados, provoque una inversión del flujo de aire introducido a través del módulo con fines de enfriamiento.
- 10 Y finalmente, se prevé ventajosamente en el contexto de la presente invención que el circuito de medición esté dispuesto al menos parcialmente en el módulo que contiene la unidad de control central. En este caso, en particular, se puede usar un divisor de tensión con el cual, dentro del módulo que forma la unidad de control central, se mide la tensión de prueba aplicada al objeto de medición.
- 15 A continuación, se explicará más detalladamente y con referencia al dibujo una realización ejemplar de la invención. A este respecto muestran
- la figura 1 muestra una vista esquemática de una realización ejemplar de un dispositivo de prueba de alta tensión y alta potencia de acuerdo con la invención con dos ramas de amplificador de tensión,
- la figura 2 muestra una vista en perspectiva de una realización ejemplar de un dispositivo de prueba de alta tensión y alta potencia de acuerdo con la invención, y
- 20 la figura 3 muestra otra vista que ilustra la refrigeración por aire activa de los módulos que contienen las ramas de amplificador de tensión.
- La figura 1 muestra una vista esquemática de un dispositivo de prueba de alta tensión de acuerdo con la invención 1, que tiene una unidad de control central 3 instalada en un módulo individual 2.
- 25 Los medios para generar la tensión de prueba (tensión alterna con una amplitud absoluta de al menos 100 kV a una potencia superior a 1 kW) están formados por (al menos) dos ramas de amplificador de tensión 4, 5, de las cuales la rama de amplificador de tensión 4 que se muestra a la izquierda en la figura 1 sirve para generar las medias ondas de tensión positiva de la tensión de prueba y la rama de amplificador de tensión 5 que se muestra a la derecha en la figura 1 sirve para generar las medias ondas de tensión negativa de la tensión de prueba.
- 30 La propia tensión de prueba se aplica luego a una conexión 6 para un objeto de medición a probar (por ejemplo, un cable de alta tensión, no mostrado), donde la conexión 6 en el presente caso se forma en el módulo 2 que contiene la unidad de control central 3. El objeto de medición a probar se suministra alternativamente con las medias ondas de tensión (positiva y negativa) proporcionadas por las dos ramas de amplificador de tensión 4, 5 por medio de la conexión 6, de modo que se proporciona en general una tensión alterna (por ejemplo, sinusoidal) como tensión de prueba en la salida 6 para probar el objeto de medición, encontrándose dicha tensión alterna preferentemente como tensión de VLF (muy baja frecuencia) en el rango de frecuencia de entre 0,01 Hz y 1 Hz.
- 35 Además, se proporciona una conexión para una red de suministro de energía externa 7 en el módulo 2 que contiene la unidad de control central 3, en la que la tensión de red se conduce a las ramas de amplificador de tensión 4, 5 usando líneas adecuadas 8, 9.
- 40 La unidad de control central 3 del dispositivo de prueba de alta tensión 1 se encuentra en comunicación preferentemente bidireccional con las unidades de control local 10, 11 de las diferentes ramas de amplificador de tensión 4, 5, en particular para sincronizar entre sí las medias ondas de tensión de la tensión de prueba que se generarán con las diferentes ramas de amplificador de tensión 4, 5 mediante la transmisión de señales de sincronización adecuadas, donde dicha comunicación se puede implementar opcionalmente de forma inalámbrica. Las unidades de control local 10, 11 se utilizan en particular para controlar y / o regular los
- 45 componentes instalados en la rama de amplificador de tensión respectiva 4, 5.
- En la rama de amplificador de tensión 4 que se muestra a la izquierda en la figura 1, las medias ondas de tensión positiva de la tensión de red (por ejemplo, 230 V a 60 Hz) se convierten primero en una tensión alterna de alta frecuencia de signo positivo en comparación con la frecuencia de la tensión de red, por medio de una fuente de alimentación conmutada que contiene un modulador 12 y de un transformador equipado de forma adecuada 13,
- 50 en el presente caso, con una amplitud de aproximadamente 370 V a una frecuencia de 70 kHz. Un circuito en cascada 14 corriente abajo del transformador 13, que puede consistir habitualmente en rectificadores y condensadores, convierte la tensión alterna provista en el lado de salida del transformador 13 en una tensión continua con un nivel constante de tensión de + 200 kV en el presente caso, donde por medio de un divisor de tensión 15 conectado en paralelo con respecto al circuito en cascada 14, se puede captar la magnitud de la alta
- 55 tensión que se aplica en el lado de salida del circuito en cascada 14 y se puede medir, por ejemplo, por medio de un dispositivo de medición contenido en la unidad de control local 10. Como resultado, mediante un control o regulación apropiados en el lado de salida provisto en el circuito en cascada 14, la alta tensión proporcionada

también puede establecerse o regularse opcionalmente con una amplitud variable para reducir o minimizar las pérdidas de conmutación generadoras de calor en la disposición de interruptor de alta tensión 16 corriente abajo de la rama de amplificador 4 del circuito en cascada 14. Por medio de una disposición de interruptor de alta tensión 16 corriente abajo del circuito en cascada 14, la alta tensión proporcionada en el lado de salida del circuito en cascada 14 se transforma posteriormente en la rama de amplificador de tensión 4 en medias ondas de tensión positiva de una tensión alterna con amplitudes de al menos 100 kV, de modo que finalmente, por medio de la rama de amplificador de tensión 4, se proporcionan las medias ondas de tensión positiva (desfasadas en el tiempo) de la tensión de prueba. En la presente realización ejemplar, la disposición de interruptor de alta tensión 16 también está conectada corriente abajo de un dispositivo de medición de corriente 17, en el que la corriente determinada en este caso fluye a través del objeto de medición en la conexión 6 del módulo 2 que contiene la unidad de control central 3 y, por lo tanto, se corresponde con la corriente de prueba (generada por la rama de amplificador de tensión 4 que se muestra a la izquierda) en el objeto de medición. Opcionalmente, un circuito (no mostrado) podría conectarse corriente abajo de la disposición de interruptor de alta tensión 16 para amortiguar o eliminar la interferencia, es decir, para suavizar las medias ondas de tensión generadas en la rama de amplificador de tensión 4.

La rama de amplificador de tensión 5 que se muestra a la derecha en la figura 1, con la que se proporcionan las medias ondas de tensión negativa de la tensión de prueba en el caso de una prueba de alta tensión, está configurada de manera sustancialmente idéntica a la rama de amplificador de tensión 4 que se muestra a la izquierda en la figura 1. Comprende también, en una disposición correspondiente, una unidad de control local 11, una fuente de alimentación conmutada que contiene un modulador 18, un transformador 19, un circuito en cascada 20 con un divisor de tensión conectado en paralelo al mismo 21 para medir la alta tensión proporcionada en el lado de salida del circuito en cascada 20, una disposición de interruptor de alta tensión 22 y un dispositivo de medición de corriente 23.

La diferencia entre las dos ramas de amplificador de tensión 4, 5 consiste en que las medias ondas de tensión negativa de la tensión de prueba con desplazamiento de fase se generan a 180° con la rama de amplificador de tensión 5 que se muestra a la derecha en la figura 1, de modo que, generalmente, al aplicar alternativamente el objeto de medición conectado a la conexión 6 a las medias ondas de tensión positiva y negativa generadas en las diferentes ramas de amplificador de tensión 4, 5, se proporciona la tensión de prueba deseada. En este caso, mediante la conmutación adecuada de interruptores de alta tensión (no mostrados) integrados en las disposiciones de interruptor de alta tensión 16, 22 de las respectivas ramas de amplificador de tensión 4, 5, se asegura, por ejemplo que el objeto de medición esté conectado exclusivamente a la(s) rama(s) de amplificador de tensión pertinente durante la duración de la media onda de tensión positiva o negativa de la tensión de prueba.

Como es evidente, resulta ventajoso que los dispositivos de medición de corriente 17, 23 estén configurados para transmitir los datos de medición obtenidos durante la medición de corriente a la unidad de control local de la rama de amplificador de tensión respectiva y / o a la unidad de control central 3 del dispositivo de prueba de alta tensión 1.

Finalmente, se proporciona un dispositivo adicional 24 (que incluye un divisor de tensión) para medir la tensión de prueba aplicada al objeto de medición en el módulo 2 que contiene la unidad de control central 3 y que comprende la conexión del objeto de medición. Por lo tanto, en el presente caso, el circuito de medición para medir el (objeto de medición que se conectará a la conexión 6) se distribuye a las diversas ramas de amplificador de tensión 4, 5 y se dispone el módulo 2 que contiene la unidad de control central 3.

Y finalmente, en la unidad de control central 3, se conecta otro módulo operativo 24 formado por un ordenador que comprende un software adecuado, con el cual se conecta y desconecta la generación de alta tensión y opcionalmente se activan otras configuraciones (por ejemplo, de la forma de onda y / o frecuencia deseada de la tensión de prueba) y opcionalmente pueden leerse los resultados de medición de los dispositivos de medición de corriente 17, 23 y del dispositivo de medición de tensión 24. Dicho módulo operativo 24 puede, para este propósito, como se muestra, conectarse a la unidad de control central u opcionalmente, puede comunicarse también de forma inalámbrica con la unidad de control central. Además, como parte de la prueba de un objeto de medición por medio de la unidad de control central 3 o el módulo operativo 24, pueden realizarse también, de manera ventajosa, evaluaciones adicionales, en particular, la determinación del factor de pérdida de un objeto de medición y pueden emitirse, almacenarse y / o enviarse los datos transmitidos en este caso.

A partir de la vista esquemática de la figura 1 ya se puede observar que las dos ramas de amplificador de tensión 4, 5 están instaladas cada una en módulos separados (que deben conectarse entre sí en el sitio de instalación) 26, 27, en donde cada módulo 26, 27 tiene una sección de carcasa que se extiende verticalmente 28 y una que se extiende horizontalmente 29, lo cual se explicará con más detalle a continuación con referencia a la figura 2. Cada módulo 26, 27 que incluye cada uno una rama de amplificador de tensión 4, 5, comprende también una refrigeración por aire activa integrada en su carcasa o en la sección de carcasa 28, 29 del módulo pertinente 26, 27, como se explica a continuación con referencia a la figura 3.

La figura 2 muestra una realización ejemplar de un dispositivo de prueba de alta tensión y alta potencia de acuerdo con la invención 1 en una vista en perspectiva. Dicho dispositivo tiene un módulo centralmente dispuesto 2, en el que está instalada la unidad de control central del dispositivo de prueba de alta tensión y el cual tiene una conexión 6 para que el dispositivo de prueba de alta tensión 1 pruebe el objeto de medición. Además, el dispositivo de prueba de alta tensión 1 en el presente caso tiene un total de seis módulos individuales 26, 26', 26'', 27, 27', 27'', que están conectados al módulo 2 que contiene la unidad de control central 3 a través de elementos de conexión adecuados 30.

Al mismo tiempo, los tres módulos 26, 26', 26'' que se muestran a la izquierda en la figura 2 comprenden cada uno una rama de amplificador de tensión para generar las medias ondas de tensión positiva de la tensión de prueba en correspondencia con la rama de amplificador de tensión 4 que se muestra a la izquierda en la figura 1 y los tres módulos 27, 27', 27'' que se muestran a la derecha en la figura 2 comprenden cada uno una rama de amplificador de tensión para generar las medias ondas de tensión negativa de la tensión de prueba en correspondencia con la rama de amplificador de tensión 5 que se muestra a la derecha en la figura 1.

Las ramas de amplificador de tensión que en el contexto de la generación de alta tensión son adecuadas para su sincronización con los diversos módulos 26, 26', 26'', 27, 27', 27'' y la conexión 6 provista en el módulo central 2 para el objeto de medición se conectan en paralelo, de modo que al objeto de medición siempre se aplican simultáneamente las ramas de amplificador de tensión generadas por las respectivas medias ondas de tensión positiva o negativa de la tensión de prueba, de modo que se suma su potencia de salida respectiva, preferentemente al menos por pares o de forma completamente idéntica.

El dispositivo de prueba de alta tensión 1 que se muestra en la figura 2 ya está operativo cuando se conecta un primer par de ramas de amplificador de tensión (por ejemplo, mediante la conexión adecuada de los módulos 26, 27 al módulo central 2) y puede ampliarse respectivamente y de manera sucesiva en cada caso mediante un par adicional de ramas de amplificador de tensión (mediante la conexión de los módulos 26'/27' o 26''/27'') con el fin de aumentar la potencia de salida. En el presente caso, el número máximo de ramas de amplificador de tensión relacionadas con el sistema es de $n = 6$ (que corresponde a los elementos de conexión 30 proporcionados en el módulo central), donde en otras realizaciones ejemplares, los dispositivos de prueba de alta tensión 1 de acuerdo con la invención pueden conectarse opcionalmente con un número significativamente mayor de ramas de amplificador de tensión.

El módulo 2 que contiene la unidad de control central comprende una carcasa 31 que se puede colocar sobre una superficie y se extiende en forma de torre en dirección vertical, en cuya circunferencia lateral, en el presente caso, en su porción del extremo superior, se proporcionan los seis elementos de conexión 30 para conectar los módulos 26, 26', 26'', 27, 27', 27'' que comprenden cada uno una rama de amplificador de tensión. En el presente caso, estos elementos de conexión sirven para producir una buena conexión mecánica de los módulos 26, 26', 26'', 27, 27', 27'' con el módulo central 2. La conexión eléctrica igualmente necesaria de los componentes instalados en los módulos respectivos 2, 26, 26', 26'', 27, 27', 27'' puede efectuarse, si es necesario, mediante cables separados (no mostrados) o, en el caso de configuraciones adecuadas de los elementos de conexión 30 en el módulo central 2 (y sus elementos de conexión correspondientes en los módulos 26, 26', 26'', 27, 27', 27'') puede efectuarse simultáneamente con la conexión mecánica de los módulos.

Las carcasas de todos los módulos 26, 26', 26'', 27, 27', 27'' que comprenden las ramas de amplificador de tensión tienen cada una, una primera y segunda sección de carcasa 28, 29. La primera sección de carcasa 28 puede colocarse sobre una superficie y se extiende en forma de torre en la dirección vertical. La segunda sección de carcasa 29, que se extiende en una dirección sustancialmente horizontal, está sujeta con un primer extremo a la primera sección de carcasa 28, a saber, en su porción de extremo superior, y puede conectarse a un segundo extremo en el módulo 2 que contiene la unidad de control central.

La figura 3 muestra una vista esquemática de un ejemplo de la posible realización en el contexto de la presente invención de la refrigeración por aire activa. En este caso, cada módulo 26, 27 que contiene una rama de amplificador de tensión en su primera sección de carcasa 28 tiene una abertura de entrada 32 dispuesta cerca del suelo para el aire de enfriamiento y en su segunda sección de carcasa 29, es decir, en la porción extrema alejada de la primera sección de carcasa 28, tiene una abertura de salida 33 para el paso a través de la carcasa del aire de enfriamiento calentado. El aire de enfriamiento fresco es aspirado por medio de un ventilador 34 de acuerdo con la flecha A y pasa a través de las dos secciones de carcasa 28, 29 de acuerdo con las flechas B, C en conductos de aire de enfriamiento adecuados 35, antes de salir del módulo 26, 27 que se encuentra en la región de la abertura de salida 33 de acuerdo con la flecha D. Los conductos de aire de enfriamiento 35 limitan o están limitados por los componentes de las ramas de amplificador de tensión a enfriar. El enfriamiento por aire está diseñado de tal manera que puede producirse, en caso necesario, una inversión del flujo de aire, al menos por un corto tiempo.

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo de prueba de alta tensión y alta potencia (1) que comprende

- 5 - medios para generar una tensión de prueba, en el que la tensión de prueba es una tensión alterna que tiene una amplitud de al menos 100 kV a una potencia superior a 1 kW y en el que los medios para generar la tensión de prueba tienen al menos dos ramas de amplificador de tensión (4, 5), de las cuales una primera rama de amplificador de tensión (4) contribuye a la generación de las medias ondas de tensión positiva de la tensión de prueba y una segunda rama de amplificador de tensión (5) para generar las medias ondas de tensión negativa de la tensión de prueba, y
- 10 - un circuito de medición (17, 23, 24) para medir la tensión de prueba que se aplicará a un objeto de medición y la corriente de prueba generada de ese modo en el objeto de medición,

caracterizado por que,

cada rama de amplificador de tensión (4, 5) se instala en un módulo individual (26, 26', 26'', 27, 27', 27'') con enfriamiento por aire activa integrada (32, 33, 34, 35).

2. Un dispositivo de prueba de alta tensión de acuerdo con la reivindicación 1,

15 **caracterizado por que,**

la tensión de prueba generada por la interacción de las ramas de amplificador de tensión (4, 5) instaladas en módulos individuales (26, 26', 26'', 27, 27', 27'') es una tensión alterna de VLF (muy baja frecuencia) con una frecuencia en el rango de entre 0,01 Hz y 1 Hz.

3. Un dispositivo de prueba de alta tensión de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 o 2,

20 **caracterizado por que,**

los medios para generar la tensión de prueba tienen un número par n , con $n \geq 4$, en las ramas de amplificador de tensión (4, 5), en el que cada rama de amplificador de tensión (4, 5) está instalada en un módulo individual (26, 26', 26'', 27, 27', 27'') con refrigeración por aire integrada (32, 33, 34, 35) y

25 donde el dispositivo de prueba de alta tensión (1) está configurado con una sincronización adecuada de las ramas de amplificador de tensión (4, 5), de modo que la primera mitad ($= n / 2$) de las ramas de amplificador de tensión (4) cooperan para generar las medias ondas de tensión positiva de la tensión de prueba y la segunda mitad ($= n / 2$) de las ramas de amplificador de tensión (5) cooperan para generar las medias ondas de tensión negativa de la tensión de prueba.

4. Un dispositivo de prueba de alta tensión de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3,

30 **caracterizado por que,**

el dispositivo de prueba de alta tensión (1) está diseñado y configurado de tal manera que se puede agregar al menos un par adicional respectivo (4/5) de ramas de amplificador de tensión (4, 5) a los medios para generar la tensión de prueba hasta un número máximo de ramas de amplificador de tensión relacionadas con el sistema (4, 5) desde el cual se proporciona una primera rama de amplificador de tensión (4) para generar las medias ondas de tensión positiva de la tensión de prueba y una segunda rama de amplificador de tensión (5) para generar las medias ondas de tensión negativa de la tensión de prueba.

5. Un dispositivo de prueba de alta tensión de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores,

caracterizado por que,

40 el dispositivo de prueba de alta tensión (1) tiene una unidad de control central (3) que también está instalada en un módulo individual (2) y en el cual se proporciona un número par de elementos de conexión (30) para conectar los al menos dos módulos (26, 26', 26'', 27, 27', 27'') que comprenden cada uno una rama de amplificador de tensión (4, 5).

6. Un dispositivo de prueba de alta tensión de acuerdo con la reivindicación 5,

caracterizado por que,

45 en el módulo (2) que comprende la unidad de control central (3) se proporciona además un elemento de conexión (6) para la conexión y para el contacto eléctrico del objeto de medición.

7. Un dispositivo de prueba de alta tensión de acuerdo con la reivindicación 5 o 6,

caracterizado por que,

5 el módulo (2) que contiene la unidad de control central (3) comprende una carcasa (31) que se puede colocar sobre una superficie y se extiende en forma de torre en dirección vertical, en cuya circunferencia lateral, preferentemente en su porción extrema superior, se proporcionan los al menos dos elementos de conexión (30) para conectar los módulos (26, 26', 26'', 27, 27', 27'') que comprenden cada uno una rama de amplificador de tensión (4, 5).

8. Un dispositivo de prueba de alta tensión de acuerdo con la reivindicación 5 o 6,

caracterizado por que,

10 los módulos (26, 26', 26'', 27, 27', 27'') que comprenden las ramas de amplificador de tensión individuales (4, 5) tienen cada uno, una primera y una segunda sección de carcasa (28, 29),

donde la primera sección de carcasa (28) se puede colocar sobre una superficie y se extiende en forma de torre en la dirección vertical y

15 donde la segunda sección de carcasa (29), que se extiende en una dirección sustancialmente horizontal, está sujeta con un primer extremo a la primera sección de carcasa (28), preferentemente en su porción de extremo superior, y puede conectarse a un segundo extremo en el módulo (2) que contiene la unidad de control central (3).

9. Un dispositivo de prueba de alta tensión de acuerdo con la reivindicación 8,

caracterizado por que,

20 en la primera y segunda sección de carcasa (28, 29) del módulo que contiene una rama de amplificador de tensión se forman conductos de aire interconectados (35),

donde en la primera sección de carcasa (28), preferentemente cerca del suelo, se proporciona una abertura de entrada (32) para el aire de enfriamiento y en la segunda sección de carcasa (29), preferentemente en la porción extrema alejada de la sección de carcasa (28), se proporciona una abertura de salida (33) para el aire de enfriamiento.

25 10. Un dispositivo de prueba de alta tensión de acuerdo con la reivindicación 9,

caracterizado por que,

el aire de enfriamiento es aspirado por medio de un ventilador (34) en la región de la abertura de entrada (32) provista en la primera sección de carcasa (28).

11. Un dispositivo de prueba de alta tensión de acuerdo con la reivindicación 10,

30 **caracterizado por que,**

el al menos un ventilador (34) o una unidad de control que controla el al menos un ventilador (34) está configurado para efectuar, según sea necesario o a intervalos de tiempo predeterminados, una inversión del flujo de aire que pasa a través del módulo con fines de enfriamiento.

12. Un dispositivo de prueba de alta tensión de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores,

35 **caracterizado por que,**

el circuito de medición (17, 23, 24) está dispuesto al menos parcialmente en el módulo (2) que contiene la unidad de control central (3).

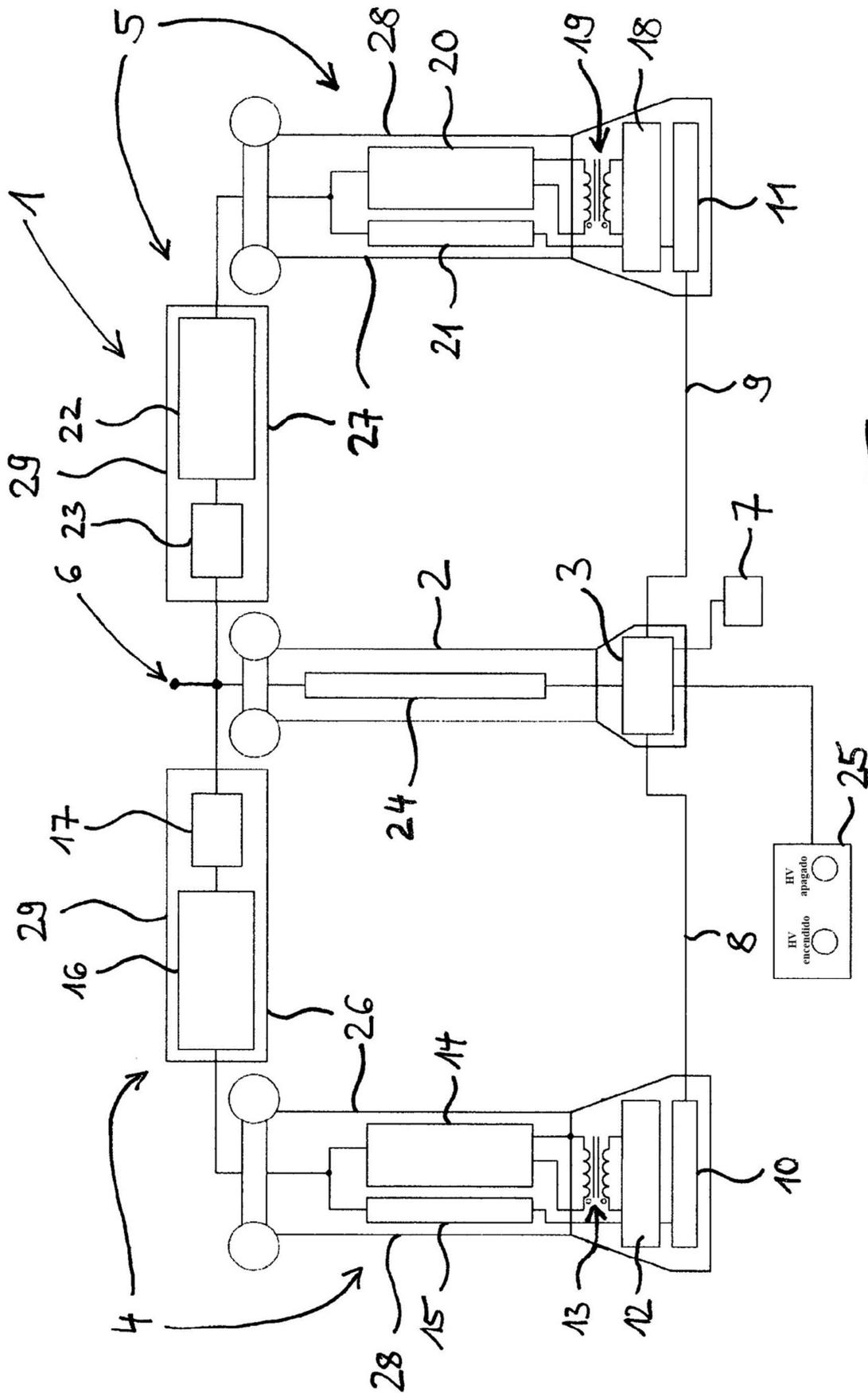


Fig. 1

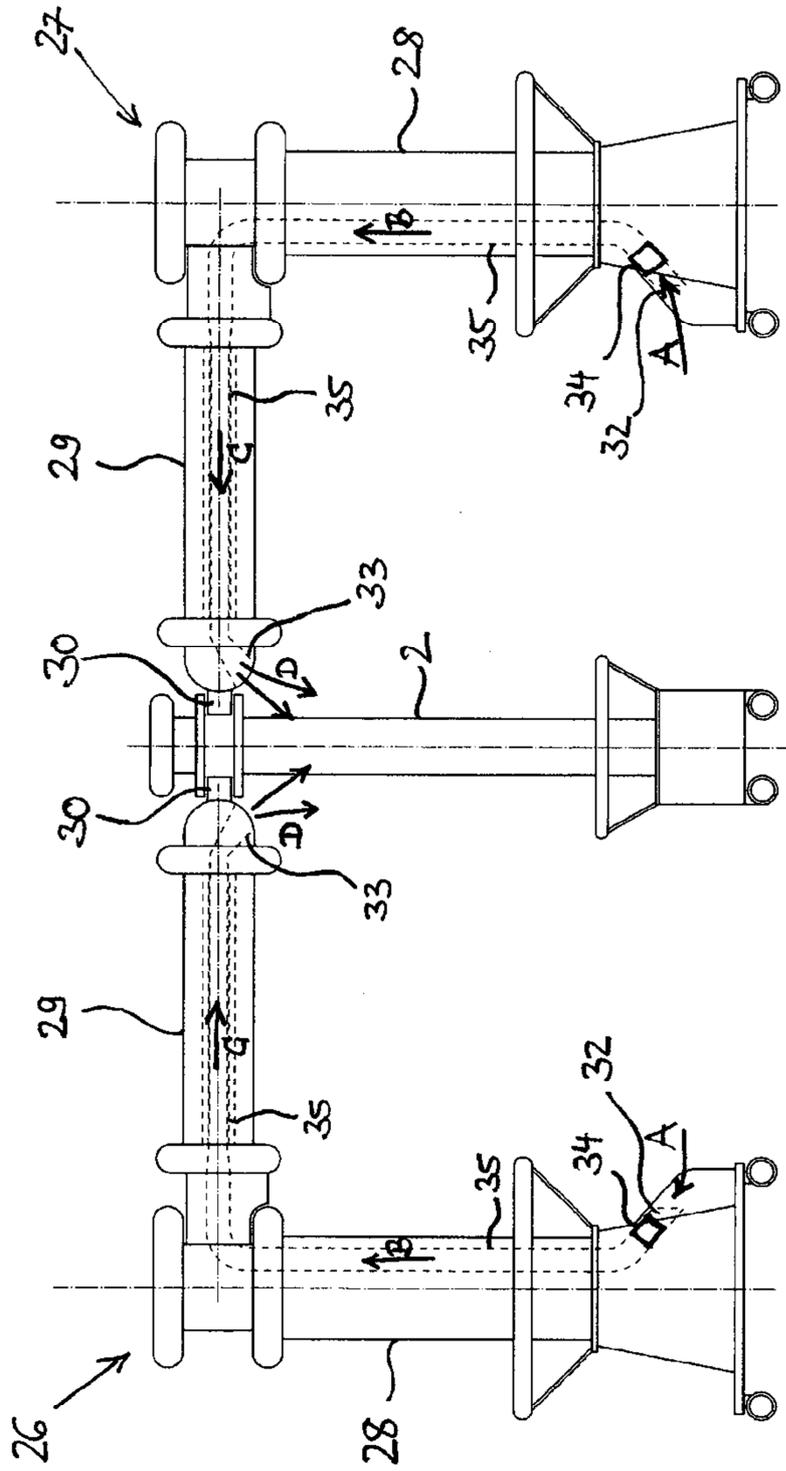


Fig. 3