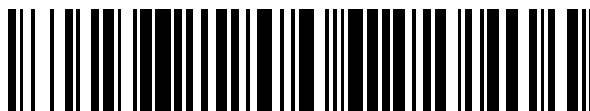


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 788 625**

51 Int. Cl.:

G01R 31/14 (2006.01)

H02M 7/493 (2007.01)

G01R 31/12 (2010.01)

G01R 27/26 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **25.01.2014 PCT/EP2014/000199**

87 Fecha y número de publicación internacional: **14.08.2014 WO14121900**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.01.2014 E 14701293 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.02.2020 EP 2954337**

54 Título: **Dispositivo de prueba móvil de alta tensión**

30 Prioridad:

08.02.2013 DE 102013002114

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

22.10.2020

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 2 788 625 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 móvil de alta tensión

5 La presente invención se refiere a un dispositivo de prueba móvil para la prueba VLF de un objeto de medición, en particular un cable de alta o media tensión, que comprende medios para generar una tensión alterna que sirve como
 10 tensión de prueba con una amplitud efectiva mayor o igual a 1 kV y una frecuencia en el intervalo entre 0,01 y 1 Hz, un elemento de conexión para conectar el objeto de medición que se cargará con la tensión de prueba y medios para medir y evaluar la tensión de prueba aplicada al objeto de medición y la corriente de prueba causada de ese modo, en el que el dispositivo de prueba se configura en un primer modo de funcionamiento para la ejecución autónoma de una prueba VLF con la tensión de prueba generada por él. Además, la presente invención se refiere a un sistema y a un procedimiento para la prueba VLF de un objeto de medición.

Dicho dispositivo de prueba móvil se conoce por la solicitud de patente DE 10 2007 034 558 A1, que divulga el preámbulo de la reivindicación 1.

15 Los dispositivos de prueba móviles (de alta tensión) del tipo mencionado en la introducción son lo suficientemente conocidos de la técnica anterior y se usan para las llamadas pruebas de "muy baja frecuencia" de objetos de medición, que pueden ser varios componentes eléctricos o electrónicos o, en particular, cables de alta o media tensión. En la prueba VLF, al objeto de medición que se va a probar se le suministra una tensión de CA generalmente sinusoidal con una tensión efectiva en el intervalo del kV y, al determinar y evaluar la tensión de prueba aplicada al objeto de medición y la corriente de prueba causada, se obtiene información sobre si el objeto de medición probado ha resistido la tensión de prueba sin descarga disruptiva durante un período de tiempo específico.
 20 En el caso de aumentos sucesivos en la tensión de prueba, también se puede determinar, por ejemplo, a partir de qué tensión de prueba se producen o se han producido descargas disruptivas relevantes para la seguridad.

Además, el llamado factor de pérdida ($\tan \delta$) del objeto de medición se puede determinar con dispositivos de prueba VLF especialmente configurados del tipo mencionado anteriormente, evaluando el cambio de fase exacto entre la tensión de prueba y la corriente de prueba, con lo cual, por medio de una prueba no destructiva, por ejemplo, se puede realizar una estimación de la calidad o el estado de envejecimiento del aislamiento de cables de alta o media tensión. Los expertos en la técnica conocen bien los algoritmos de medición y evaluación relevantes (y los circuitos de medición y evaluación requeridos para ello).
 25

Particularmente en el caso de las pruebas VLF de cables de alta o media tensión, cuanto más largo sea el cable que se probará, más estrictas serán las demandas de energía eléctrica que deben proporcionar los dispositivos de prueba VLF genéricos, en los que los costes de los dispositivos de prueba móviles del tipo genérico aumentan considerablemente con el aumento de la potencia de salida. En la práctica, por lo tanto, los dispositivos de prueba móviles del tipo mencionado en la introducción se ofrecen en varias clases de potencia, cuyos posibles usos son limitados, dependiendo de la amplitud de tensión que se puede generar con el dispositivo de prueba en cuestión y la potencia de salida disponible como resultado. Actualmente se encuentran disponibles dispositivos móviles de prueba VLF con medios para generar una tensión de prueba VLF sinusoidal en un intervalo de hasta 200 kV de tensión máxima (correspondiente a una tensión efectiva de aproximadamente 141 kV) con potencias de salida eléctrica de hasta aproximadamente 8 kW.
 30
 35

A la luz de la técnica anterior mencionada anteriormente, un dispositivo de prueba VLF y un sistema y un procedimiento del tipo mencionado en la introducción deben mejorarse en términos funcionales para proporcionar valor añadido a los usuarios.
 40

Este objetivo se logra con un dispositivo de prueba móvil de acuerdo con la reivindicación 1, que se caracteriza, además de por las características mencionadas en la introducción, por que el dispositivo de prueba tiene una interfaz de comunicación para transmitir una señal de sincronización y/o para recibir una señal de sincronización generada externamente y por que el dispositivo de prueba está configurado en un segundo modo de funcionamiento (modo de funcionamiento en paralelo) para sincronizar la tensión de prueba generada en función de la señal de sincronización con la tensión de prueba generada por al menos otro dispositivo de prueba del mismo tipo.
 45

Por tanto, un dispositivo de prueba móvil de alta tensión de acuerdo con la invención puede usarse de una manera altamente flexible tanto en un primer modo de funcionamiento (funcionamiento autónomo) para la ejecución completamente autónoma de una prueba VLF en un objeto de medición, como en un segundo modo de funcionamiento (modo de funcionamiento en paralelo) en paralelo con al menos un segundo dispositivo de prueba móvil del tipo de la invención. Debido a la sincronización de tensión de prueba proporcionada en el modo de funcionamiento en paralelo, al menos dos dispositivos de prueba de acuerdo con la invención pueden usarse simultáneamente para la prueba VLF de un objeto de medición que se conectará a ambos dispositivos de prueba. En este caso, las potencias de salida proporcionadas por los al menos dos dispositivos de prueba se suman.
 50

De este modo, un usuario o comprador de dispositivos de prueba de acuerdo con la invención tiene la oportunidad de usar al menos dos o más dispositivos de prueba móviles de acuerdo con la invención simultáneamente para llevar a cabo una prueba VLF en un mismo objeto de medición, como resultado de lo cual se incrementa la potencia
 55

eléctrica disponible para la prueba VLF multiplicada de acuerdo con el número de dispositivos usados simultáneamente en funcionamiento en paralelo.

5 Cuando una pluralidad de dispositivos de prueba de acuerdo con la invención funciona en paralelo, se pueden someter cables de alta o media tensión más largos a una prueba VLF de lo que es posible con un único dispositivo de prueba móvil del tipo genérico o de acuerdo con la invención.

10 También se garantiza dentro del alcance de la presente invención que cada dispositivo de prueba de acuerdo con la invención sigue siendo adecuado como tal para uso autónomo, lo que significa que, por ejemplo, una empresa que posee varios dispositivos de prueba de acuerdo con la invención puede someter a diferentes objetos de medición a una prueba VLF en diferentes ubicaciones al mismo tiempo con un dispositivo de prueba cada uno o puede agrupar una pluralidad de dispositivos de prueba de acuerdo con la invención en un lugar de uso, con el fin de someter a un objeto de medición que, debido a un requisito de potencia particularmente alto para llevar a cabo una prueba VLF, no pueda probarse con un solo dispositivo de prueba, mientras que se usan simultáneamente una pluralidad de dispositivos de prueba de acuerdo con la invención para la prueba VLF deseada con la potencia eléctrica requerida.

15 En el curso de dicha prueba o proceso de medición, obviamente se debe tener cuidado para asegurarse de que el objeto de medición que se va a probar esté conectado en un circuito en paralelo a los elementos de conexión provistos para todos los dispositivos de prueba móviles usados. La sincronización lograda de la tensión de prueba generada por todos los dispositivos de prueba de acuerdo con la invención a través de una señal de sincronización asegura la provisión de una tensión de prueba VLF adecuada con el uso simultáneo de varios dispositivos de prueba, por lo que en el funcionamiento en paralelo de varios dispositivos de prueba del tipo de acuerdo con la invención, obviamente se debe tener cuidado de que todos los dispositivos de prueba sincronicen la tensión de prueba generada por ellos basándose en la misma señal de sincronización de la misma manera.

20 Por supuesto, en el funcionamiento en paralelo de una pluralidad de dispositivos de prueba en el contexto de la sincronización de la tensión alterna que generarán los dispositivos de prueba individuales, se debe tener cuidado para garantizar que todos los dispositivos de prueba proporcionen una tensión de prueba que corresponda en amplitud y frecuencia.

La tensión alterna proporcionada por los dispositivos de prueba individuales en funcionamiento en paralelo puede ser ventajosamente una tensión alterna sinusoidal, preferentemente con una frecuencia de 0,1 Hz, aunque en principio también serían concebibles otros perfiles de tensión, tales como una tensión de onda cuadrada de coseno.

30 En el caso de una tensión alterna sinusoidal, la sincronización requerida de varios dispositivos de prueba por medio de una señal de sincronización es particularmente fácil, mientras que con otros perfiles de tensión (por ejemplo, onda cuadrada de coseno) debido a cambios de tensión en escalas de tiempo más rápidas puede haber requisitos significativamente más estrictos para la sincronización.

35 La tensión alterna requerida para la prueba VLF es proporcionada por un dispositivo de prueba de acuerdo con la invención usando los medios habituales y de manera convencional, por ejemplo, mediante la conversión de frecuencia adecuada y la amplificación de una tensión de red provista en el dispositivo de prueba a través de una conexión adecuada, con el que, en principio, también es concebible el funcionamiento con batería de los dispositivos de prueba de acuerdo con la invención, como ya se sabe de la técnica anterior para dispositivos de prueba VLF genéricos.

40 La presente invención también satisface los intereses económicos de los usuarios de dispositivos de prueba VLF, ya que no tienen que adquirir y mantener un dispositivo de prueba móvil único, particularmente costoso, del tipo genérico para pruebas VLF, que solo pueden llevarse a cabo raramente, con cables de alta y media tensión particularmente largos. Más bien, una empresa especializada, por ejemplo, en pruebas de cables de alta o media tensión, cada uno con un requisito de inversión relativamente bajo, puede adquirir sucesivamente una pluralidad de dispositivos de prueba VLF de acuerdo con la invención, que se pueden usar en operaciones comerciales típicas para aplicaciones típicas en funcionamiento autónomo. Al mismo tiempo, sin embargo, la empresa en cuestión se coloca gradualmente en una posición para someter cables aún más largos a una prueba VLF si fuera necesario. A este respecto, también es ventajoso que un usuario de uno o más dispositivos de prueba de acuerdo con la invención pueda pedir prestado o alquilar al menos un dispositivo de prueba móvil adicional del tipo de acuerdo con la invención para aumentar la potencia eléctrica disponible para la prueba VLF para procesos de medición especiales, de modo que dentro del alcance de la presente invención finalmente, los medios técnicos también crean ventajas económicas para los usuarios de dispositivos de prueba VLF (de la invención).

55 La presente invención se refiere además a un sistema para la prueba VLF de un objeto de medición, que comprende al menos dos dispositivos de prueba móviles de acuerdo con la invención del tipo descrito anteriormente, en el que el sistema, cuando todos los dispositivos de prueba funcionan en modo en paralelo y el objeto de medición está conectado apropiadamente a todos los dispositivos de prueba, está configurado para garantizar que los dispositivos de prueba interactúen entre sí sincronizando la tensión alterna generada por ellos para la prueba VLF del objeto de medición de modo que el objeto de medición se someta simultáneamente a las tensiones alternas sincronizadas de todos los dispositivos de prueba.

Se puede ver que el objeto de medición que se va a probar está conectado a los elementos de conexión de los al menos dos dispositivos de prueba para este fin por medio de un circuito en paralelo adecuado, de modo que el objeto de medición se somete simultáneamente a la tensión alterna sincronizada de los al menos dos dispositivos de prueba operados en modo de funcionamiento en paralelo, por lo que, en el sentido ya explicado anteriormente, la potencia eléctrica proporcionada por todos los dispositivos de prueba del sistema se suma o se multiplica correspondientemente en el caso de dispositivos de prueba con potencia de salida idéntica en cada caso.

En aras del buen orden, debe tenerse en cuenta que todos los desarrollos preferentes de un sistema de acuerdo con la invención que se describe a continuación también pueden considerarse modos de realización preferentes de un dispositivo de prueba de acuerdo con la invención, en la medida en que se relacionan con los dispositivos de prueba como tales o con sus propiedades. Asimismo, todos los aspectos y ventajas de un dispositivo de prueba de acuerdo con la invención explicados anteriormente se aplican naturalmente de la misma manera a un sistema de acuerdo con la invención compuesto por una pluralidad de (es decir, al menos dos) dispositivos de prueba de acuerdo con la invención.

Cuando se usa un sistema de acuerdo con la invención, al menos uno o, preferentemente, exactamente uno de los dispositivos de prueba operados en el modo de funcionamiento en paralelo, se puede configurar preferentemente para medir y evaluar la tensión de prueba aplicada al objeto de medición, para lo cual se puede usar el circuito de medición y evaluación también usado en el funcionamiento autónomo del dispositivo en cuestión. También se puede realizar una medición (redundante) de la tensión de prueba por varios o todos los dispositivos de prueba, pero en última instancia tiene poco sentido, ya que, en funcionamiento en paralelo, se aplica la misma tensión de prueba a cada dispositivo de prueba.

La corriente eléctrica generada (en total) sobre la base de la tensión de prueba VLF en el objeto de medición puede medirse directamente en el objeto de medición, por ejemplo, por medio de un dispositivo de medición de corriente separado, o, de nuevo preferentemente, puede determinarse por los circuitos de medición y evaluación ya presentes en los dispositivos de prueba individuales. A este respecto, a saber, la adición de las corrientes (de prueba) medidas individualmente en cada uno de los dispositivos de prueba proporciona la corriente total causada en el objeto de medición por la tensión de prueba, de modo que, en un desarrollo preferente del sistema de acuerdo con la invención, se prevé que, en modo paralelo, todos los dispositivos de prueba se configuran para medir la corriente de prueba que fluye debido a la tensión de prueba en el dispositivo de prueba en cuestión.

Además, puede preverse en un modo de realización ventajoso del sistema de acuerdo con la invención que el sistema tenga una unidad de control (central) que genera y transmite la señal de sincronización.

En principio, esta señal de sincronización puede transmitirse de forma analógica o digital y por cable o inalámbrica, por lo que, en el contexto de la presente invención, en última instancia, solo es necesario asegurarse de que todos los dispositivos de prueba en el sistema que reciben la señal en cuestión a través de su interfaz de comunicación proporcionada para este fin estén configurados en su modo de funcionamiento en paralelo de modo que sincronicen la tensión alterna generada por ellos de manera adecuada en función de la señal de sincronización.

También es ventajoso que todos los dispositivos de prueba operados en modo paralelo puedan controlarse a través de una unidad de control (central), con la cual por ejemplo, a través de la unidad de control, mientras se mantiene la sincronización, la amplitud de tensión de la tensión de prueba generada por todos los dispositivos de prueba podría cambiarse sincrónicamente, por ejemplo, con el fin de aumentar la amplitud de la tensión alterna que generarán todos los dispositivos de prueba de forma sucesiva y simultánea hasta una tensión máxima. En el caso de una señal de sincronización digital, la misma contiene ventajosamente no solo una señal de reloj y posiblemente la información sobre la frecuencia que se establecerá específicamente, sino también información sobre la amplitud de tensión que deben especificar los dispositivos de prueba.

En un desarrollo preferente adicional del sistema de acuerdo con la invención, se prevé que el sistema tenga una unidad de evaluación central a la cual se transmiten todos los valores de corriente y/o tensión requeridos para evaluar la prueba VLF y medidos por los diversos dispositivos de prueba en modo de funcionamiento en paralelo. Para este fin, todos los dispositivos de prueba del sistema obviamente deben tener una interfaz adecuada con la que puedan transmitir los datos relevantes a la unidad de evaluación, ya sea de forma inalámbrica o por cable, dicha interfaz posiblemente sea la misma interfaz de comunicación con la que los dispositivos de prueba individuales pueden recibir (o transmitir) la señal de sincronización. En el caso de la transmisión de señal por cable, los dispositivos de prueba individuales o sus interfaces (de comunicación) deben conectarse de manera adecuada a la unidad de control y/o a la unidad de evaluación o entre sí.

La unidad de control y/o la unidad de evaluación central se integran ventajosamente en uno de los dispositivos de prueba o en un dispositivo externo. En el primer caso, por ejemplo, el dispositivo de prueba que contiene la unidad de control puede generar la señal de sincronización y transmitirla a través de su interfaz de comunicación para su recepción por todos los demás dispositivos de prueba de un sistema de acuerdo con la invención, de modo que el dispositivo de prueba en cuestión funciona como un dispositivo de prueba "maestro". En este caso, dicho dispositivo de prueba "maestro" también puede incluir preferentemente la unidad de evaluación central, con la cual el dispositivo

de prueba "maestro" también puede realizar una evaluación central de una prueba VLF realizada simultáneamente por varios dispositivos de prueba.

Con respecto a la señal de sincronización proporcionada para la sincronización de tensión de acuerdo con la invención, también se puede prever que la señal de sincronización se repita de forma continua o iterativa durante la aplicación al objeto de medición de la tensión de prueba (generada por todos los dispositivos de prueba) y la prueba VLF que tiene lugar en el proceso. Sin embargo, también es posible usar una señal de sincronización, solo antes de la liberación real de alta tensión o la prueba VLF, por medio de la cual los dispositivos de prueba previamente conmutados a su modo de funcionamiento en paralelo pueden comenzar a generar una tensión alterna de una amplitud y frecuencia predeterminadas al mismo tiempo, por ejemplo, usando una función de temporizador adecuada, de modo que también se puede implementar una sincronización en el sentido de la invención especificando el tiempo de inicio de la generación de alta tensión.

Dicha señal de sincronización puede ser generada, por ejemplo, por un dispositivo de prueba "maestro" conmutado al modo de funcionamiento en paralelo en forma de una tensión alterna con características específicas, con los medios para generar una tensión alterna que sirve como tensión de prueba, que ya están presentes en el dispositivo de prueba, por lo que dichos medios para generar la tensión alterna simultáneamente como una interfaz de comunicación sirven para enviar la señal de sincronización. Esta señal de sincronización puede ser reconocida o recibida por los medios para medir y evaluar la tensión de prueba aplicada al objeto de medición, que también están presentes en cualquier caso en los otros dispositivos de prueba, de modo que los medios para medir y evaluar la tensión de prueba en los otros dispositivos de prueba, sirven simultáneamente como una interfaz de comunicación para la recepción de la señal de sincronización externa. Esta variante de modo de realización tiene la ventaja de que no se tiene que proporcionar una interfaz de comunicación adicional para este fin en los dispositivos de prueba individuales y que la estructura conductora o distribuidora, que se proporciona en cualquier caso para suministrar al objeto de medición la tensión de prueba y conecta los dispositivos de prueba individuales entre sí, se puede usar para la transmisión por cable de la señal de sincronización.

Además, puede preverse ventajosamente en el contexto de la presente invención que la unidad de control (central) y/o la unidad de evaluación central estén integradas en un dispositivo externo, por ejemplo, un dispositivo móvil de procesamiento de datos, tal como un ordenador portátil, ya que también es posible en este caso una sincronización, control y/o evaluación centrales de la prueba VLF de manera particularmente simple.

Como ya se explicó anteriormente, la señal de sincronización también se puede transmitir de manera ventajosa de forma inalámbrica, lo que significa que las interfaces de comunicación de los diversos dispositivos (de prueba) que se proporcionan para transmitir/recibir la señal de sincronización deben configurarse para la comunicación inalámbrica. Dicha comunicación puede basarse en un estándar común para la comunicación inalámbrica, que puede ser, por ejemplo, Bluetooth, W-LAN u otros estándares de radio. En particular, debe mencionarse que es posible una sincronización de la tensión alterna que generarán los dispositivos de prueba, que también es suficientemente precisa en términos de tiempo, a través de los estándares mencionados, ya que tiene una frecuencia en un intervalo de solo 0,01 a 1 Hz, ventajosamente 0,1 Hz, con lo cual la sincronización con una precisión en el intervalo de milisegundos puede ser suficiente.

Dentro del alcance de la presente invención, se puede garantizar de una manera particularmente ventajosa que el sistema se puede expandir mediante un dispositivo de prueba adicional de acuerdo con la invención, comenzando desde el número dado de al menos dos dispositivos de prueba móviles hasta un número máximo predeterminado de dispositivos de prueba, lo que hace que se obtenga una configuración del sistema que se puede adaptar de manera particularmente flexible a diferentes situaciones de medición. El sistema de acuerdo con la invención puede expandirse convenientemente para incluir dispositivos de prueba individuales hasta que la potencia eléctrica total disponible sea suficiente para una prueba VLF en el objeto de medición específico que se va a probar.

En la práctica, el número máximo de dispositivos de prueba VLF que se pueden operar en funcionamiento en paralelo dentro del alcance de la presente invención se puede limitar, por ejemplo, a un número en el intervalo entre 10 y 25 dispositivos por la configuración específica del sistema, de modo que con un sistema de acuerdo con la invención cuando se usan dispositivos de prueba VLF con potencias de salida de aproximadamente 2 kW cada uno en modo de funcionamiento en paralelo de 10 a 25 dispositivos de prueba, ya se pueden obtener potencias eléctricas de 20 a 50 kW.

Dado que el objeto de medición que se va a probar siempre debe estar conectado en un circuito en paralelo a todos los dispositivos de prueba de un sistema de acuerdo con la invención, es ventajoso que el sistema tenga una estructura distribuidora (prefabricada) para este fin con un número máximo predeterminado de dispositivos de prueba que se pueden conectar a ella, y que conecte los elementos de conexión proporcionados para el objeto de medición en los al menos dos dispositivos de prueba y el objeto de medición que se va a probar en forma de un circuito en paralelo.

Además, dentro del alcance de la invención, se debe tener cuidado de manera particularmente conveniente de que los al menos dos dispositivos de prueba estén conectados a un potencial de tierra común.

En un desarrollo preferente adicional del sistema de acuerdo con la invención, finalmente se prevé que cada dispositivo de prueba esté configurado para la prueba VLF simultánea de tres fases de un cable de alta o media tensión con la misma tensión de prueba, lo que significa que los cables trifásicos de alta y/o media tensión también se pueden someter a pruebas VLF de una manera que particularmente ahorra tiempo.

5 La presente invención también se refiere a un procedimiento para la prueba VLF de un objeto de medición usando al menos dos dispositivos de prueba de acuerdo con la invención o un sistema de acuerdo con la invención del tipo descrito anteriormente, que comprende las siguientes etapas:

A) conectar el objeto de medición a los elementos de conexión respectivos de todos los dispositivos de prueba por medio de un circuito en paralelo

10 B) activar el modo de funcionamiento en paralelo para todos los dispositivos de prueba

C) generar y transmitir una señal de sincronización

D) generar simultáneamente una tensión alterna sincronizada basándose en la señal de sincronización con todos los dispositivos de prueba

15 E) medir y evaluar la tensión de prueba aplicada al objeto de medición y la corriente de prueba causada de este modo en el objeto de medición o en los dispositivos de prueba individuales.

20 No hace falta decir que, por ejemplo, el orden de las etapas del proceso (B) y (C) no es crítico y que todas las ventajas y configuraciones preferentes ya explicadas anteriormente en relación con los dispositivos de prueba de acuerdo con la invención o el sistema de acuerdo con la invención, en particular con respecto a su funcionalidad y operación, son igualmente aplicables al procedimiento de la invención, a lo que se hace referencia en el presente documento para evitar repeticiones.

Dos modos de realización ejemplares de la invención se explican con más detalle a continuación con referencia al dibujo. A este respecto muestra

La figura 1 un primer modo de realización ejemplar de un sistema de acuerdo con la invención que comprende un total de cuatro dispositivos de prueba de acuerdo con la invención y

25 La figura 2 un segundo modo de realización ejemplar de un sistema de acuerdo con la invención que comprende un total de cuatro dispositivos de prueba de acuerdo con la invención.

30 La figura 1 muestra esquemáticamente un primer modo de realización ejemplar de un sistema 1 de acuerdo con la invención que comprende un total de cuatro dispositivos de prueba móviles 2 de acuerdo con la invención de diseño idéntico para la prueba VLF de un objeto de medición 3, en el presente caso en forma de un cable blindado de alta o media tensión con tres fases 4, 5, 6, cuyo blindaje 7, que generalmente tiene la forma de un cable trenzado, debe conectarse adecuadamente a una conexión a tierra de protección, a cuyo potencial también se encuentra la conexión a tierra para los dispositivos de prueba 2.

35 Cada uno de los dispositivos de prueba móviles 2 tiene en su carcasa 8 los medios habituales, y no mostrados en la figura, para generar una tensión alterna que sirve como tensión de prueba con una amplitud efectiva mayor o igual a 1 kV y una frecuencia en el intervalo entre 0,01 y 1 Hz. Además, se proporciona un elemento de conexión 9 en cada dispositivo de prueba 2 para conectar el objeto de medición 3 que se cargará con la tensión de prueba, con lo que, en el presente caso, cada dispositivo de prueba 3 está configurado para la prueba VLF simultánea de las tres fases 4, 5, 6 del cable de alta o media tensión 3 con la misma tensión de prueba.

40 Además, cada dispositivo de prueba 2 tiene en su carcasa 8 los medios habituales, tampoco mostrados en la figura, a saber, un circuito de medición y evaluación adecuado para medir y evaluar la tensión de prueba aplicada a los objetos de medición 3 (o sus tres fases 4, 5, 6) y la corriente de prueba causada de este modo (dentro del dispositivo de prueba 2).

45 Cada dispositivo de prueba 2 también tiene un elemento de conexión adicional 10, a través del cual cada dispositivo de prueba 2 puede conectarse a tierra o todos los dispositivos de prueba 2 pueden conectarse a un potencial de conexión a tierra común 11.

50 Cada uno de los dispositivos de prueba 2 se configura en un primer modo de funcionamiento para la implementación completamente autónoma de una prueba VLF en un objeto de medición 3 con la tensión de prueba generada por él, es decir, puede funcionar de forma autónoma, produciendo una tensión alterna de VLF preferentemente sinusoidal (tensión efectiva > 1 kV; frecuencia entre 0,01 y 1 Hz, preferentemente aproximadamente 0,1 Hz), para realizar una prueba VLF del tipo habitual, si es necesario también de manera habitual, determinar el factor de pérdida (tan delta) en un objeto de medición 3 conectado al elemento de conexión 9 del dispositivo de prueba 2.

Para controlar el dispositivo de prueba respectivo 2 en funcionamiento autónomo o para cambiar el dispositivo de prueba respectivo 2 entre el primer modo de funcionamiento (funcionamiento autónomo) y un segundo modo de

funcionamiento (modo de funcionamiento en paralelo) y para mostrar los datos determinados durante una prueba VLF, cada dispositivo de prueba 2 tiene elementos de visualización y control adecuados en un área de panel de control 12.

5 En la disposición representada en la figura, en la que en el presente caso el objeto de medición 3 está conectado en paralelo por medio de una estructura distribuidora 13 ilustrada esquemáticamente a los elementos de conexión 9 de los cuatro dispositivos de prueba 2, los dispositivos de prueba 2 deben ser operados en su segundo modo de funcionamiento, es decir, el modo de funcionamiento en paralelo.

10 Para este fin, se proporciona una unidad de control central 14, que está integrada en un dispositivo externo 15, en el presente caso un ordenador portátil, o está formada por este. La unidad de control central 14 está equipada con una interfaz de comunicación inalámbrica 16, en el presente caso una interfaz Bluetooth integrada en el ordenador portátil 15, a través de la cual se transmite una señal de sincronización S generada por la unidad de control central 14 a todos los dispositivos de prueba 2 del sistema 1, y es recibida por ellos como señal de sincronización externa S en las correspondientes interfaces de comunicación 17 de los dispositivos de prueba individuales 2.

15 Los dispositivos de prueba 2 y la señal de sincronización S están configurados de modo que cada dispositivo de prueba 2, en modo de funcionamiento en paralelo, es capaz de sincronizar la tensión alterna a generar por él para una prueba VLF (preferentemente sinusoidal; tensión efectiva > 1 kV; frecuencia entre 0,01 y 1 Hz, preferentemente aproximadamente 0,1 Hz), sobre la base de la señal de sincronización S con respecto a su posición de fase (y ventajosamente también con respecto a su frecuencia y amplitud de tensión, siempre que estas no hayan sido predeterminadas por los dispositivos de prueba VLF individuales). Por supuesto, para este fin también podría tener
20 lugar una transmisión por cable de la señal de sincronización S, para lo cual los dispositivos de prueba individuales 2 tendrían que conectarse a la unidad de control central 14 a través de las líneas de datos o señales correspondientes, posiblemente a través de un enrutador no representado.

A continuación, se realiza una prueba VLF en funcionamiento en paralelo de los dispositivos de prueba 2 de modo que después de cambiar todos los dispositivos de prueba 2 al modo de funcionamiento en paralelo y establecer la
25 conexión del objeto de medición 3 a todos los dispositivos de prueba 2 en el circuito en paralelo que se muestra, todos los dispositivos de prueba 2 proporcionan una tensión alterna de VLF que se basa en la señal de sincronización S y, por lo tanto, está sincronizada entre ellos, para que el objeto de medición 3 esté sujeto simultáneamente a la tensión de prueba (sincronizada) de todos los dispositivos de prueba 2, en cuyo caso, durante la prueba VLF que tiene lugar a continuación, al menos un dispositivo de prueba 2 determina la tensión de prueba aplicada al objeto de medición 3 y todos los dispositivos de prueba 2 determinan, en base a la tensión de prueba, las
30 corrientes de prueba generadas o que fluyen en el dispositivo de prueba 2. Dentro del alcance de la invención, una determinación de carga que en general tiene lugar antes de la prueba VLF real, por medio de la cual, por ejemplo, se pueden determinar los parámetros de control para la prueba VLF real, puede ser realizada primero por uno de los dispositivos de prueba 2.

35 Los datos de medición obtenidos sobre la tensión de prueba durante la prueba VLF y las corrientes de prueba determinadas por los respectivos dispositivos de prueba se pueden transmitir a través de la interfaz de comunicación respectiva 17, que está configurada bidireccionalmente para este fin, a la unidad de control central 14, que también funciona como la unidad de evaluación central 18 y que reconoce cualquier descarga disruptiva en el objeto de medición 3 mediante evaluación de los datos medidos de la manera habitual y, si es necesario, llevan a cabo una
40 determinación del factor de pérdida del objeto de medición 3.

El resultado de la prueba VLF, que puede derivarse de la tensión de prueba medida y las corrientes de prueba sumadas, puede ser representado o emitido de manera adecuada por la unidad de evaluación central 18.

45 La continuación punteada de la estructura distribuidora 13 ilustrada esquemáticamente, para conectar los dispositivos de prueba 2 al objeto de medición 3, que en el presente caso también sirve para la conexión a tierra común de todos los dispositivos de prueba, indica que el sistema 1 de acuerdo con la invención está configurado de modo que es simple de expandir por un dispositivo de prueba adicional 2, es decir simplemente conectando un dispositivo de prueba adicional 2 y cambiándolo al modo de funcionamiento en paralelo, en cuyo caso, la detección automática de todos los dispositivos de prueba a controlar a través de esto se puede realizar mediante la configuración adecuada del software de la unidad de control central 14. En la práctica, tiene sentido limitar el número
50 máximo de dispositivos de prueba 2 que pueden interconectarse de acuerdo con la invención en un sistema 1 a, por ejemplo, 10, 15, 20 o 25 dispositivos de prueba 2.

La figura 2 muestra un segundo modo de realización ejemplar de un sistema 1' de acuerdo con la invención, que comprende a su vez un total de cuatro dispositivos de prueba 2, 2' de acuerdo con la invención y que en muchos aspectos no difiere del de la figura 1, de modo que con respecto a los aspectos correspondientes para evitar la repetición, se hace referencia a los modos de realización anteriores en relación con la figura 1.
55

La diferencia con el sistema 1 de la figura 1 es que en el sistema 1' de la figura 2, la unidad central de control 14 que genera la señal de sincronización S y la unidad central de evaluación 18 no están en un dispositivo externo, sino que están integradas en uno de los dispositivos de prueba 2, a saber, el dispositivo de prueba 2' representado en la parte

inferior derecha de la figura 2. En este dispositivo de prueba 2', que se conoce como "maestro", su interfaz de comunicación 17 está configurada, por tanto, para transmitir la señal de sincronización S, que a continuación es recibida como señal externa por todos los dispositivos de prueba adicionales 2 del sistema 1' a través de su interfaz de comunicación respectiva 17.

5 Los datos de medición relacionados con la tensión de prueba y las corrientes de prueba de todos los dispositivos de prueba 2, 2' pueden evaluarse de manera convencional a través de la unidad de evaluación 18, que también está integrada en el dispositivo de prueba "maestro" 2', o, si es necesario, enviarse a un dispositivo externo (no representado) (por ejemplo, un ordenador portátil).

10 En este caso, los datos de medición transmitidos por los otros dispositivos de prueba 2 a través de su interfaz de comunicación (bidireccional) 17 se reciben en la interfaz de comunicación (bidireccional) 17 del dispositivo de prueba maestro, lo que es posible mediante el uso de un protocolo de comunicación adecuado.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo de prueba móvil (2, 2') para la prueba VLF de un objeto de medición (3), en particular un cable de alta o media tensión, que comprende

- 5 - medios para generar una tensión alterna que sirve como tensión de prueba con una amplitud efectiva mayor o igual a 1 kV y una frecuencia en el intervalo entre 0,01 y 1 Hz,
- un elemento de conexión (9) para conectar el objeto de medición (3) que se va a cargar con la tensión de prueba y
- medios para medir y evaluar la tensión de prueba aplicada al objeto de medición y la corriente de prueba causada de este modo,

10 en el que el dispositivo de prueba (2, 2') se configura en un primer modo de funcionamiento para la ejecución autónoma de una prueba VLF con la tensión de prueba generada por él,

caracterizado por

que el dispositivo de prueba (2, 2') también tiene una interfaz de comunicación (17) para transmitir una señal de sincronización (S) y/o para recibir una señal de sincronización generada externamente (S) y

15 **que** el dispositivo de prueba (2, 2') está configurado en un segundo modo de funcionamiento, el modo de funcionamiento en paralelo, para sincronizar la tensión de prueba generada en función de la señal de sincronización (S) con la tensión de prueba generada por al menos otro dispositivo de prueba (2, 2') del mismo tipo.

2. Sistema (1, 1') para la prueba VLF de un objeto de medición (3) que comprende al menos dos dispositivos de prueba móviles (2, 2') de acuerdo con la reivindicación 1,

20 en el que el sistema (1, 1'), cuando todos los dispositivos de prueba (2, 2') funcionan en modo de funcionamiento en paralelo y el objeto de medición (3) está conectado adecuadamente a todos los dispositivos de prueba (2, 2'), se configura de modo que los dispositivos de prueba (2, 2') interactúen por sincronización de la tensión alterna generada por ellos para la prueba VLF del objeto de medición (3) de modo que el objeto de medición (3) esté simultáneamente sujeto a las tensiones alternas sincronizadas de todos los dispositivos de prueba (2, 2').

25 3. Sistema de acuerdo con la reivindicación 2,

caracterizado por

que al menos uno de los dispositivos de prueba (2, 2') operados en el modo de funcionamiento en paralelo está configurado para medir la tensión de prueba aplicada al objeto de medición y

30 **que** en el modo de funcionamiento en paralelo, todos los dispositivos de prueba (2, 2') están configurados para medir la corriente de prueba que fluye en el dispositivo de prueba en cuestión (2, 2') debido a la tensión de prueba.

4. Sistema de acuerdo con la reivindicación 2 o 3,

caracterizado por

que el sistema (1, 1') tiene una unidad de control (14) que genera y transmite la señal de sincronización.

5. Sistema de acuerdo con la reivindicación 4,

35 **caracterizado por**

que todos los dispositivos de prueba (2, 2') operados en modo de funcionamiento en paralelo pueden controlarse a través de la unidad de control (14).

6. Sistema de acuerdo con una de las reivindicaciones 2 - 5,

caracterizado por

40 **que** el sistema tiene una unidad de evaluación central (18) a la cual se transmiten todos los valores de corriente y/o tensión requeridos para evaluar la prueba VLF y medidos por los diversos dispositivos de prueba (2, 2') en modo de funcionamiento en paralelo.

7. Sistema de acuerdo con una de las reivindicaciones 4 - 6,

caracterizado por

que la unidad de control (14) y/o la unidad de evaluación central (18) está integrada en uno de los dispositivos de prueba (2') o en un dispositivo externo (15).

8. Sistema de acuerdo con una de las reivindicaciones 2 - 7,

caracterizado por

5 **que** la señal de sincronización (S) se transmite de forma inalámbrica.

9. Sistema de acuerdo con una de las reivindicaciones 2 - 8,

caracterizado por

10 **que** el sistema (1, 1'), partiendo del número dado de al menos dos dispositivos de prueba móviles (2, 2'), es ampliable hasta un número máximo predeterminado de dispositivos de prueba (2, 2'), en cada caso por un dispositivo de prueba adicional (2) de acuerdo con la reivindicación 1.

10. Sistema de acuerdo con una de las reivindicaciones 2 - 9,

caracterizado por

15 **que** el sistema (1, 1') tiene una estructura distribuidora (13) con un número máximo predeterminado de dispositivos de prueba (2, 2') que se pueden conectar a la misma, que conecta los elementos de conexión (9) provistos para el objeto de medición (3) en los al menos dos dispositivos de prueba (2, 2') y el objeto de medición (3) que se va a probar en forma de circuito en paralelo.

11. Sistema de acuerdo con una de las reivindicaciones 2 - 10,

caracterizado que

que los al menos dos dispositivos de prueba (2, 2') están conectados a un potencial de tierra común (11).

20 12. Sistema de acuerdo con una de las reivindicaciones 2 - 11,

caracterizado por

que cada dispositivo de prueba (2, 2') está configurado para la prueba simultánea VLF de tres fases (4, 5, 6) de un cable de alta o media tensión (3) con la misma tensión de prueba.

25 13. Procedimiento para la prueba VLF de un objeto de medición (3) usando al menos dos dispositivos de prueba móviles (2, 2') de acuerdo con la reivindicación 1 o un sistema (1, 1') de acuerdo con una de las reivindicaciones 2 a 12, que comprende las siguientes etapas:

A) conectar el objeto de medición (3) a los elementos de conexión respectivos (9) de todos los dispositivos de prueba (2, 2') por medio de un circuito en paralelo

B) activar el modo de funcionamiento en paralelo para todos los dispositivos de prueba (2, 2')

30 C) generar y transmitir una señal de sincronización (S)

D) generar simultáneamente una tensión de prueba sincronizada basándose en la señal de sincronización (S) con todos los dispositivos de prueba (2, 2')

E) medir y evaluar la tensión de prueba aplicada al objeto de medición (3) y la corriente de prueba causada de este modo en el objeto de medición (3) o en los dispositivos de prueba individuales (2).

35

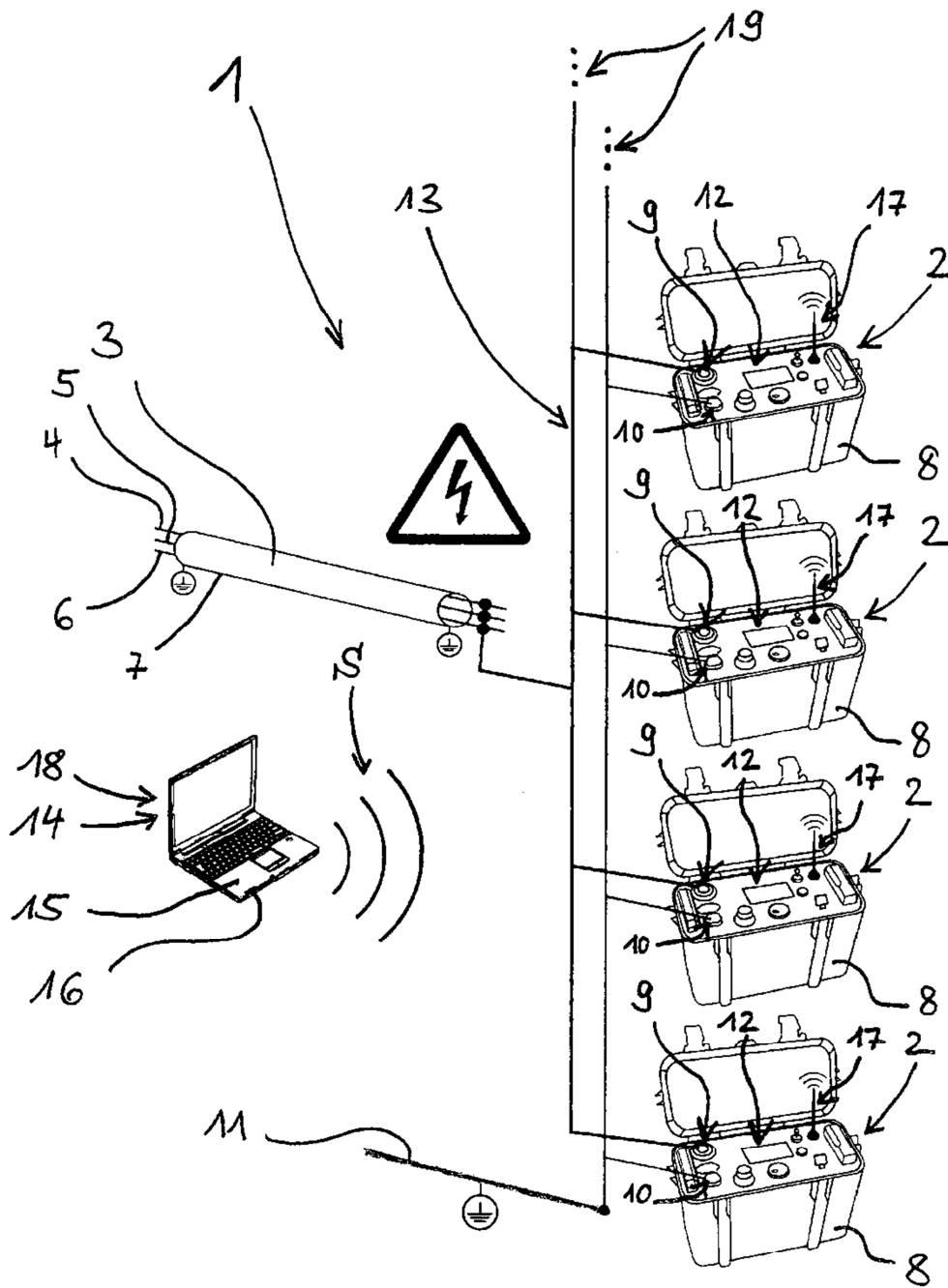


Fig. 1

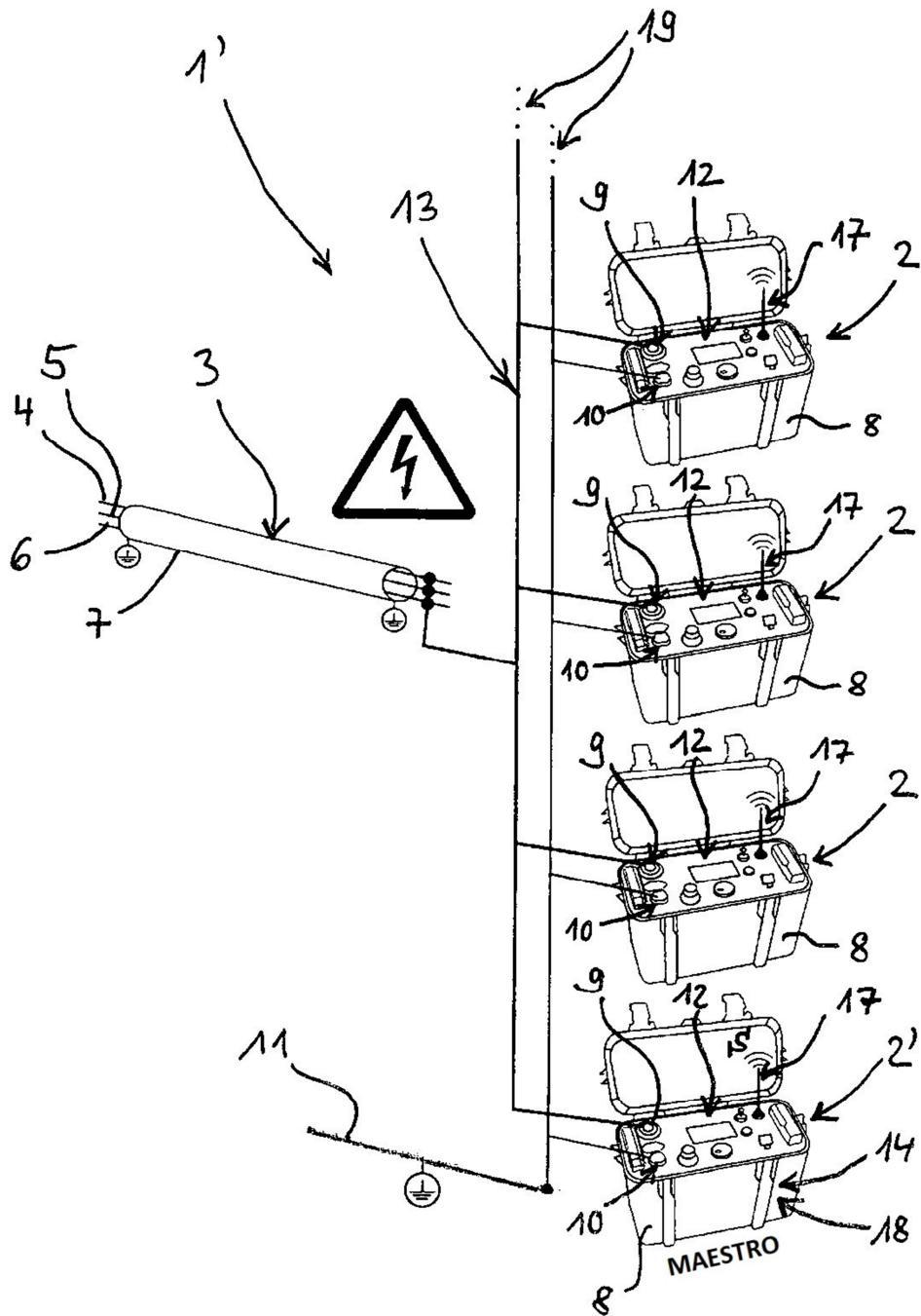


Fig. 2