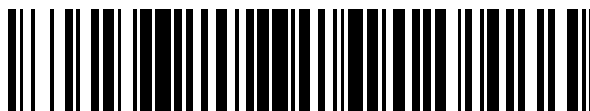


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 660 291**

51 Int. Cl.:

**H04B 3/56**

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.10.2014** **E 14189327 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.12.2017** **EP 2863553**

54 Título: **Dispositivo de acoplamiento para acoplar una unidad terminal de línea eléctrica y un dispositivo de medición a una red de energía eléctrica, así como un nodo de medición**

30 Prioridad:

**17.10.2013 DE 102013221150**

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

**21.03.2018**

73 Titular/es:

**POWER PLUS COMMUNICATIONS AG (100.0%)  
Am Exerzierplatz 2  
68167 Mannheim, DE**

72 Inventor/es:

**MAYER, EUGEN;  
RINDCHEN, MARKUS;  
GATZLAFF, SYLVIA y  
VESELCIC, MARKO**

74 Agente/Representante:

**ROEB DÍAZ-ÁLVAREZ, María**

**ES 2 660 291 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 acoplamiento para acoplar una unidad terminal de línea eléctrica y un dispositivo de medición a una red de energía eléctrica, así como un nodo de medición

5

La presente invención se refiere a un dispositivo de acoplamiento para el acoplamiento de una unidad terminal de línea eléctrica y de un dispositivo de medición en una red de energía eléctrica polifásica, particularmente una red de tensión media. La presente invención se refiere también a un nodo de medición para detectar una magnitud física en una red de energía eléctrica polifásica, particularmente una red de tensión media.

10

Una red de energía eléctrica conecta entre sí una pluralidad de generadores y consumidores que se encuentran distribuidos a lo largo de un área geográfica. La red de energía eléctrica transmite energía eléctrica desde los generadores hacia los consumidores. Para que la red de energía eléctrica permanezca estable y los consumidores conectados no sean dañados, en un punto de conexión se debe cumplir con determinados requisitos de la tensión de red. En Alemania, dichos requisitos se encuentran definidos a modo de ejemplo en la norma DIN EN 50160. En esta norma se encuentran establecidos los requisitos para la tensión de red en relación con la frecuencia, el valor de cresta, la forma de la curva y la simetría de las tensiones entre fases. Para monitorizar el cumplimiento de los requisitos, dentro de la red de energía eléctrica se deben obtener diferentes magnitudes físicas de forma regular o incluso valores de medición de forma continua. También se deben realizar mediciones en caso de mantenimiento, conservación, puesta en marcha y reparación de partes de la red. Además puede resultar necesario realizar mediciones en diferentes partes de la red de energía eléctrica para comprobar diferentes niveles de tensión, en donde generalmente la medición en el plano de la tensión media es de especial importancia (es decir, en el caso de tensiones alternas con valores eficaces entre 1 kV y 52 kV).

25

Debido a la cantidad en aumento de alimentadores de energía renovable (instalaciones de energía eólica, fotovoltaicas, de biogás, etc.) se debe monitorizar particularmente la estabilidad de la tensión y de la frecuencia. En el caso de superar valores límite o de pasar a valores inferiores a los valores límite, puede resultar necesario retirar de manera controlada un alimentador de la red, para no poner en peligro la estabilidad de la red completa.

30

Para los diferentes métodos de medición se utilizan transformadores de tensión que se encuentran conectados a las líneas de la red de energía eléctrica. De esta manera, se pueden realizar mediciones durante el funcionamiento en cables de tensión media bajo tensión. Según el tipo de instalación, debido a los costes de instalación parcialmente elevados (por ejemplo, debido a la desconexión necesaria para el montaje), en muchas instalaciones las mediciones se limitan principalmente a los casos de avería y a las puestas en marcha.

35

En las redes de tensión media de Alemania se utilizan instalaciones de distribución de diferentes modos constructivos (SF6, aisladas por aire, abiertas, encapsuladas, compactas) de hace 50 años. Las instalaciones SF6 de los últimos 10 a 15 años (es decir, las instalaciones más nuevas con hexafluoruro de azufre como gas aislante y extintor de arco) disponen generalmente de tomas de tensión capacitivas en las cuales se puede instalar equipamiento de medición sin necesidad de desconectar la instalación. Sin embargo, esta clase de instalaciones SF6 generalmente conforman sólo una pequeña fracción de una red. En el caso de la fracción principal de las instalaciones montadas, se trata de instalaciones más antiguas aisladas por aire. Esta clase de instalaciones se utilizan en particular en las zonas rurales, en donde el porcentaje de instalaciones fotovoltaicas crece constantemente. En el caso de estas instalaciones aisladas por aire, frecuentemente se reequipan con transformadores de tensión como aisladores de soporte o electrodos de acoplamiento. Esto generalmente resulta muy costoso y no siempre se puede realizar en instalaciones compactas aisladas por aire, debido al poco espacio disponible.

50

Actualmente, para las diferentes tareas de medición en la red se utilizan transformadores de tensión con capacitores de varios picofaradios. Para la puesta en marcha y la solución de fallas se utilizan capacitores para la medición que se montan y después de finalizar los trabajos se desmontan nuevamente. A estos capacitores que se encuentran presentes de manera provisoria, se conectan carros para la medición de los cables. De esta manera, por ejemplo, cuando se reparan defectos en los cables se instala un condensador en el cable en cuestión, y el cable se conecta a una fuente de tensión continua. Según el cable, existen tensiones continuas en el rango de  $U_0$  a  $5U_0$  en el cable ( $U_0$  como tensión nominal del cable en el caso de una línea de tensión media de 20 kV, por ejemplo, se obtiene el resultado  $20\text{kV}/\sqrt{3}$ ) y se miden las corrientes de descarga. De esta manera, se pueden establecer descargas parciales que pudieran existir eventualmente. Un procedimiento similar se realiza para las puestas en marcha y las reparaciones. En este caso, al capacitor se conecta un magneto generador con una tensión de  $U_0$  y se comprueban las descargas eléctricas. Sin embargo, estos condensadores no resultan apropiados para un uso duradero en la red

60

de energía eléctrica.

En el área de las comunicaciones de las líneas eléctricas en el nivel de la tensión media, se conocen otros acoplamientos capacitivos o inductivos en la red de energía eléctrica. El acoplamiento se realiza a través de acopladores de señales especiales que se encuentran a disposición en las formas de realización capacitiva o inductiva. Dichos acopladores de señales fueron desarrollados para un uso duradero en la red. El valor capacitivo se encuentra en el rango de los nanofaradios que se pueden ajustar. La transmisión se realiza en los cables mediante una fase y en sistemas de líneas aéreas mediante dos fases. Sin embargo, estos acopladores de señales se deben optimizar para la transmisión de las señales de la línea eléctrica. Dichos acopladores de señales no resultan apropiados para realizar una medición de magnitudes dentro de la red de energía eléctrica.

La utilización de un sistema PLC (sistema de comunicaciones mediante cable eléctrico) en relación con la medición de magnitudes física, se revela, por ejemplo, en la patente US 2011/0118888 A1. En dicha patente se muestra en primer lugar un sistema y un método para la distribución de señales de datos a través de una red de energía eléctrica mediante un PLC. Se utiliza una unidad de bypass que proporciona una conexión entre dos segmentos de red, que de lo contrario se encontrarían separados, por ejemplo, mediante un transformador para señales del PLC. Entre otros, se menciona el paso de la tensión baja a la tensión media. Para ello, la unidad de bypass se encuentra conectada con la línea de tensión baja y la línea de tensión media, y cumple la función de una puerta de enlace entre ambas líneas. De acuerdo con una configuración, la unidad de bypass comprende un convertor análogo/digital en el que se pueden introducir valores de medición, por ejemplo, para la temperatura, potencia o tensión. No se describe la manera concreta en que se obtienen los valores de medición.

En la patente CA 2 260 486 A1 se revela otro sistema que utiliza las líneas de una red de energía eléctrica para la comunicación. Se logra una capacidad de comunicación para una pluralidad de medidores de consumo que se comunican localmente, a través de las líneas de suministro de energía eléctrica, de manera que los medidores de consumo individuales se puedan comunicar entre sí y/o con una unidad central. Esto permite la lectura a distancia de los valores de consumo.

A partir de la patente US 2008/0122642 A1 se conoce un sistema PLC en el que, entre otros, se encuentran integrados sensores para la medición de parámetros de la red de energía eléctrica. Los valores de medición determinados por los sensores se transfieren a los dispositivos de PLC y son transmitidos por dichos dispositivos al sistema de PLC.

El objetivo de la presente invención consiste en diseñar y perfeccionar un dispositivo de acoplamiento y un nodo de medición de la clase mencionada en la introducción, que permita lograr una conexión duradera de un dispositivo de medición así como de una unidad terminal de línea eléctrica a una red de energía eléctrica a un costo lo más reducido posible.

Según la invención, el objetivo precedente se resuelve mediante las características de la reivindicación 1. A continuación, el dispositivo de acoplamiento en cuestión que presenta una conexión de comunicación para conectar la unidad terminal de la línea eléctrica y una conexión de medición para conectar el dispositivo de medición, comprende:

un condensador de acoplamiento con una primera y una segunda conexión, en el que la primera conexión del condensador de acoplamiento se encuentra conectada con una de las fases de la red de energía eléctrica,

un primer circuito de acoplamiento y un segundo circuito de acoplamiento, en donde el primer y el segundo circuito de acoplamiento se encuentran conectados respectivamente del lado de la red con la segunda conexión del condensador de acoplamiento, en donde la conexión del primer circuito de acoplamiento opuesta a la red de energía eléctrica se encuentra conectada con la conexión de comunicación, y la conexión del segundo circuito de acoplamiento opuesta a la red de energía eléctrica se encuentra conectada con la conexión de medición, en donde el primer circuito de acoplamiento está diseñado para conducir señales de la línea eléctrica desde la red de energía eléctrica hacia la conexión de comunicación y de manera inversa, y en donde el segundo circuito de acoplamiento está diseñado para proporcionar una señal de medición a la conexión de medición, que es representativa para una magnitud física en la red de energía eléctrica.

En relación con un nodo de medición, el objetivo precedente se resuelve mediante las características de la reivindicación 15. A continuación, el nodo de medición comprende:

un dispositivo de acoplamiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 14, en el que el dispositivo de acoplamiento se encuentra acoplado a una o a una pluralidad de fases de la red de energía eléctrica,

un dispositivo de medición que evalúa una señal que se encuentra en la conexión de medición del dispositivo de acoplamiento, y que genera un valor digitalizado que es representativo para la señal, y una unidad terminal de línea eléctrica que se encuentra conectada con el dispositivo de medición de manera que se puedan comunicar, y que permite una comunicación a través del dispositivo de acoplamiento entre el dispositivo de

5 medición y una unidad terminal distante conectada a través de la red de energía eléctrica.  
De un modo conforme a la presente invención, en primer lugar se ha determinado que mediante la variante del acoplador de señales de línea eléctrica ya conocida a partir de la práctica, se puede crear de una manera sencilla un dispositivo de acoplamiento apropiado tanto para señales de líneas eléctricas como para señales de medición. Sin embargo, en este caso no resulta necesario diseñar un acoplador de señales conocido con un tipo de

10 dimensionamiento de compromiso, de manera que se puedan transmitir tanto señales de medición como señales de la línea eléctrica a través del acoplador de señales. Más bien, según la invención el dispositivo de acoplamiento se divide de manera que se prevén dos circuitos de acoplamiento dentro del dispositivo de acoplamiento, de los cuales uno se encuentra optimizado para la transmisión de datos (primer circuito de acoplamiento) y el otro para la tarea de medición (segundo circuito de acoplamiento).

15 Además, según la invención, al menos una parte del dispositivo de acoplamiento se utiliza para ambas finalidades conjuntamente (medición y transmisión de datos). Para ello, el dispositivo de acoplamiento según la invención comprende un condensador de acoplamiento que presenta una primera y una segunda conexión. La primera conexión del condensador de acoplamiento se encuentra conectada con una de las fases de la red de energía

20 eléctrica, mientras que la segunda conexión del condensador de acoplamiento se encuentra conectada respectivamente con una de las conexiones del primer y del segundo circuito de acoplamiento. De esta manera, la conexión del lado de la red del primer y del segundo circuito de acoplamiento se encuentra conectada con la red de energía eléctrica a través del condensador de acoplamiento, y ambos circuitos de acoplamiento se conectan en paralelo. La conexión del primer circuito de acoplamiento opuesta a la red de energía eléctrica se encuentra

25 conectada con una conexión de comunicación del dispositivo de acoplamiento; la conexión del segundo circuito de acoplamiento opuesta a la red de energía eléctrica se encuentra conectada con una conexión de medición del dispositivo de acoplamiento.

Además, el primer circuito de acoplamiento está diseñado para conducir señales de la línea eléctrica desde la red de

30 energía eléctrica hacia la conexión de comunicación o bien, señales de la línea eléctrica desde la conexión de comunicación hacia la red de energía eléctrica. De esta manera, el condensador de acoplamiento y el primer circuito de acoplamiento para señales de la línea eléctrica, establecen una conexión entre la conexión de comunicación y la red de energía eléctrica. El segundo circuito de acoplamiento está diseñado para proporcionar una señal a la salida de medición que es representativa para una magnitud física en la red de energía eléctrica. Esta magnitud física

35 puede ser, por ejemplo, el valor de cresta de la tensión de red, un valor efectivo de la tensión de red, un desarrollo en el tiempo de la tensión de red para establecer la forma de la curva de la tensión de red, la frecuencia de la tensión de red o componentes de interferencia de alta frecuencia provenientes de la red de energía eléctrica.

La utilización de un condensador de acoplamiento común permite mantener compacto el dispositivo de

40 acoplamiento, dado que sólo puede existir un condensador de acoplamiento generalmente muy voluminoso. Sin embargo, mediante la provisión de un primer y un segundo circuito de acoplamiento se puede optimizar el dispositivo de acoplamiento completo tanto para la conexión de una unidad terminal de línea eléctrica así como para la conexión de un dispositivo de medición, sin la necesidad de realizar una configuración de compromiso. Simultáneamente, el condensador de acoplamiento se puede implementar mediante condensadores de

45 acoplamiento disponibles en el mercado para acopladores de señales, con lo cual se crea un dispositivo relativamente económico. Mediante la combinación de tareas de medición y de comunicación en un dispositivo de acoplamiento, se reducen los trabajos de instalación. En particular, el sector de las redes de tensión media actualmente se abre en gran medida para las tareas de comunicación. Mediante el dispositivo de acoplamiento conforme a la presente invención, con la instalación del acoplador de señales se puede añadir simultáneamente la

50 funcionalidad de la captación de señales de medición, sin la necesidad de instalar dos dispositivos por separado.

Preferentemente, en este caso el condensador de acoplamiento, el primer circuito de acoplamiento y el segundo

55 circuito de acoplamiento se encuentran dispuestos en una carcasa en común. De esta manera, se obtienen dispositivos compactos que también se pueden instalar en instalaciones de distribución de proporciones reducidas.

Para obtener un dispositivo lo más robusto posible, la carcasa se fabrica preferentemente de metal, como por ejemplo, aluminio, acero inoxidable o chapa de acero galvanizado. La carcasa en común presenta entonces, al menos, tres conexiones conducidas hacia el exterior: una conexión para conectar con la red de energía eléctrica, una conexión de comunicación para conectar una unidad terminal de línea eléctrica, y una conexión de medición

60 para conectar una unidad de medición. Además, las conexiones pueden estar diseñadas de diferentes maneras. De

esta manera, también resultan concebibles los cables que se conducen hacia el exterior de la carcasa, por ejemplo, para la conexión de red, así como la utilización de conectores hembra, por ejemplo, para la conexión de medición y/o de comunicación.

- 5 El dispositivo de acoplamiento puede estar diseñado también para el acoplamiento en una pluralidad de fases de la red de energía eléctrica. En el caso de dicha configuración, para cada fase en la que se debe encontrar acoplado el dispositivo de acoplamiento, se prevé un condensador de acoplamiento. Si el dispositivo de acoplamiento se debiera acoplar, por ejemplo, a las tres fases de la red de corriente trifásica, el dispositivo de acoplamiento presentaría, por lo tanto, tres condensadores de acoplamiento. Simultáneamente, para cada condensador de acoplamiento se prevé
- 10 un primer circuito de acoplamiento y/o un segundo circuito de acoplamiento. De esta manera, en el ejemplo mencionado anteriormente resulta concebible que los valores de medición de las tres fases se utilicen para la comunicación. En este ejemplo el dispositivo de acoplamiento podría presentar tres condensadores de acoplamiento, un primer circuito de acoplamiento y tres segundos circuitos de acoplamiento. En el caso de una realización polifásica del dispositivo de acoplamiento, el dispositivo de acoplamiento puede presentar una pluralidad
- 15 de conexiones de comunicación y una pluralidad de conexiones de medición. En correspondencia, por ejemplo, en el caso que existieran dos primeros circuitos de comunicación y la modulación deseada de las señales de la línea eléctrica, entre dos fases existirían dos conexiones de comunicación. La unidad terminal de la línea eléctrica se conectaría, por lo tanto, con ambas conexiones de comunicación y se efectuaría una modulación entre ambas conexiones de comunicación. Para la simplificación de la conexión de la unidad terminal de la línea eléctrica o bien,
- 20 del dispositivo de medición, la pluralidad de conexiones de comunicación o bien, la pluralidad de conexiones de medición se pueden encontrar reunidas en un conector hembra multipolar en común.

En una configuración particularmente preferida, el primer circuito de acoplamiento está diseñado para transmitir señales de la línea eléctrica de banda ancha. En las variantes usuales de la actualidad para líneas eléctricas de

25 banda ancha, se utiliza una banda de frecuencias de entre 1 MHz y 30 MHz. En la banda de frecuencias se conforman una pluralidad de subcanales en los que se modulan las señales.

En dicha configuración preferida, el primer circuito de acoplamiento está diseñado preferentemente como una red de acoplamiento, como se conoce del estado de la técnica. Además, se utilizan principalmente componentes pasivos,

30 preferentemente transmisores (es decir, un transformador con una relación de transmisión 1:1), transformadores, capacitores y/o bobinas. En principio, estos componentes pasivos se pueden encontrar conectados de cualquier manera. Los circuitos correspondientes se conocen a partir de la práctica. El primer circuito de acoplamiento se puede adaptar especialmente, en combinación con el condensador de acoplamiento, a las señales de la línea eléctrica a transmitir. En conjunto, el condensador de acoplamiento y la primera red de acoplamiento impiden el paso

35 de la tensión de red a la conexión de comunicación y conducen las señales de la línea eléctrica (de alta frecuencia) desde la red de energía eléctrica hacia la conexión de comunicación, y en el sentido inverso.

Según la función deseada del segundo circuito de acoplamiento, este circuito puede comprender componentes activos y/o pasivos. Cuando se utilizan componentes pasivos, el segundo circuito de acoplamiento presenta

40 preferentemente transmisores, transformadores, capacitores y/o bobinas que se pueden encontrar conectados en diferentes combinaciones. Dado que en el caso de una conexión en serie de capacitores se reduce la capacidad de suma, la capacidad de acoplamiento máxima convencionalmente seleccionada para los fines de comunicación se reduce a valores reducidos mediante un capacitor adicional conectado en serie al condensador de acoplamiento del dispositivo de acoplamiento. De esta manera, se obtiene una clase de divisor de tensión capacitivo.

45

Los componentes activos pueden comprender, por ejemplo, transistores, amplificadores operacionales o microprocesadores. En este caso resulta esencial que dichos elementos se encuentren lo suficientemente protegidos contra la tensión de red, para que los componentes activos no sean dañados. A partir de la práctica,

50 sobre este tema se conocen medidas suficientemente apropiadas.

El segundo circuito de acoplamiento puede comprender un transformador de tensión. Los transformadores de tensión se utilizan para transformar la tensión elevada de la red (tensión alta) en una tensión notablemente más reducida (tensión baja) que puede ser utilizada a continuación por dispositivos de medición convencionales. Resulta concebible, por ejemplo, que una tensión alta de 20 kV se reduzca a un nivel de tensión de 100 V. De esta manera,

55 en la salida de medición se pueden conectar dispositivos de medición de tensión convencionales. Esta clase de transformadores de tensión están conformados convencionalmente por componentes pasivos, por ejemplo, en forma de un divisor de tensión capacitivo.

De forma alternativa o adicional, el segundo circuito de acoplamiento puede presentar un circuito de protección,

60 mediante el cual se protege un dispositivo de medición conectado a la conexión de medición. Un circuito de

protección de esta clase puede evitar, por ejemplo, el paso de sobretensiones durante un tiempo reducido debido a un rayo o a pulsos de conmutación. También resulta concebible un circuito de protección que limite la corriente que fluye a través de la conexión de medición. En principio se pueden utilizar los diferentes circuitos de protección conocidos a partir de la práctica, en donde se debe prestar atención a que el circuito de protección no influya en la propia señal de medición o que sólo influya en una medida lógica. Esta clase de circuitos de protección comprenden usualmente componentes pasivos, frecuentemente también elementos semiconductores pasivos.

El segundo circuito de protección puede presentar un circuito para la preparación de la señal de medición que es representativa para la magnitud física en la red de energía eléctrica. Una preparación de esta clase se puede realizar mediante componentes pasivos, como por ejemplo, mediante filtros pasabajos o filtros pasabanda. Simultáneamente se pueden utilizar también elementos activos con los que, por ejemplo, se amplifica la señal de medición. También resulta concebible digitalizar la señal de medición y emitir a través de la salida de medición la señal digital como una señal de medición preparada. De esta manera resultaría concebible, por ejemplo, que en el segundo circuito de acoplamiento se realice en primer lugar un filtrado mediante el filtro pasabajos, a continuación se amplifique la señal filtrada con el filtro pasabajos y se someta a un diezmado, y a continuación se suministre a un procesador de señal digital avanzado (ADSP). El procesador de señal digital avanzado puede realizar una transformación discreta de Fourier, seleccionar una banda de frecuencias a partir de la señal y, a continuación, transformar nuevamente en una señal de tiempo digitalizada con una transformación de Fourier inversa. La señal de medición digitalizada de esta manera y filtrada con el filtro pasabanda se emite a continuación en la salida de medición. De esta manera, mediante la configuración correspondiente del segundo circuito de acoplamiento, se pueden afrontar de manera flexible las más variadas circunstancias.

En una configuración preferida, el segundo circuito de acoplamiento está diseñado de manera que se pueda adaptar. Dicha adaptación se puede realizar, por una parte, en la instalación del dispositivo de acoplamiento, en el que, por ejemplo, se ajusta un potenciómetro o se seleccionan componentes existentes de manera discreta mediante puentes enchufables. También puede existir una adaptación particularmente cuando se utilizan componentes activos en el segundo circuito de acoplamiento, mediante el ajuste de un factor de amplificación o mediante la definición de un ancho de banda de la señal de medición que se encuentra en la salida de medición. De manera alternativa y adicional, el ajuste se puede realizar durante el funcionamiento en la red de energía eléctrica. De esta manera, en el dispositivo de acoplamiento puede existir una conexión de parametrización a la que se conecta, por ejemplo, el dispositivo de medición. Por lo tanto, el dispositivo de medición puede actuar sobre el dispositivo de acoplamiento a través de la conexión de parametrización, de manera que en el dispositivo de acoplamiento se adapten parámetros para una medición determinada. El dispositivo de medición puede obtener la información necesaria para ello, también a partir de la red de energía eléctrica a través de las comunicaciones de la línea eléctrica. Por lo tanto, una unidad terminal de la línea eléctrica recibe una señal de la línea eléctrica a través del primer circuito de acoplamiento y de la conexión de comunicación, que contiene información para el ajuste de parámetros del segundo circuito de acoplamiento. La unidad terminal de la línea eléctrica convierte la información de forma apropiada y la transmite al dispositivo de medición. De esta manera, el segundo circuito de acoplamiento se puede ajustar de forma flexible, por ejemplo, desde una sala de control.

El dispositivo de acoplamiento puede estar diseñado para conectar los diferentes dispositivos de medición. En una configuración preferida, la salida de medición está diseñada para la conexión de un dispositivo de medición de tensión, de un dispositivo de medición de frecuencia y/o de un analizador de red. Por lo tanto, el segundo circuito de acoplamiento o bien, los segundos circuitos de acoplamiento están diseñados de manera que en la salida de medición se pueda proporcionar una señal de medición apropiada para estos dispositivos de medición. En el caso que se conecte un analizador de red, esto significaría, por ejemplo, que se proporcionan señales de medición para la tensión en cada fase de la red de energía eléctrica. Simultáneamente se deben encontrar a disposición señales de medición que admitan conclusiones sobre las corrientes que fluyen en la red de energía eléctrica. Esto se puede realizar, por ejemplo, mediante cálculo a través de un valor de tensión determinado o mediante la medición de la corriente. Por último, se puede utilizar adicionalmente un transformador de corriente que se encuentre dispuesto alrededor de un conductor de corriente de la red de energía eléctrica. Para una medición trifásica podrían existir también tres transformadores de corriente. Por lo tanto, la señal de medición del transformador de corriente o de los transformadores de corriente, que es representativa para la corriente que fluye en el conductor, se puede introducir, por ejemplo, directamente en el analizador de red.

La salida de medición también puede estar diseñada como una interfaz de  $U_0$ . En la interfaz de  $U_0$  se puede encontrar conectado, por ejemplo, un relé de puesta a tierra que se acciona cuando se excede una tensión de desplazamiento en la red de energía eléctrica. En el caso que, por ejemplo, uno de los conductores de un sistema de corriente trifásica se conduzca a tierra debido a un daño, dicho conductor ya no conduce prácticamente tensión alguna con respecto a tierra. Los conductores "sanos" del sistema de corriente trifásica conducen tensiones en

triángulo mayores con respecto a tierra. De esta manera, se desplaza el punto neutro del sistema de corriente trifásica, con lo cual se produce una tensión de desplazamiento con respecto al potencial de tierra. Mediante un transformador sumador se puede detectar esta tensión de desplazamiento y a través de la interfaz de  $U_0$  se puede entregar a un relé de puesta a tierra. En este caso, el dispositivo de acoplamiento se diseñaría para conectar en todas las fases de la red de energía eléctrica. Los segundos circuitos de acoplamiento comparan entre sí las tensiones en las fases individuales y se emite una señal a través de la interfaz de  $U_0$ , cuando la tensión de desplazamiento excede un valor predeterminado.

En otra configuración, el segundo circuito de acoplamiento está diseñado para conectar un dispositivo de medición para la determinación de descargas parciales. Para ello, el segundo circuito de acoplamiento puede, por ejemplo, filtrar un rango reducido de ancho de banda de señales de interferencia de la red de energía eléctrica y monitorizar dichas señales en relación con una característica particular. Esto se puede realizar, por ejemplo, mediante la determinación y la comprobación de la relación de tiempo de las señales de interferencia detectadas con respecto a la tensión de red. Las descargas parciales conducen siempre a interferencias sincronizadas con la red, que se puede detectar de esta manera.

Para lograr un dispositivo de acoplamiento particularmente universal, el segundo circuito de acoplamiento también puede proporcionar sólo una primera preparación de una señal de medición en la conexión de medición. Un módulo conectado a la conexión de medición puede realizar a continuación una preparación adicional de la señal de medición, por ejemplo, un filtrado mediante el filtro pasabanda o una digitalización del valor de medición.

Preferentemente, el condensador de acoplamiento presenta un valor entre 1 nanofaradio (nF) y 10 nanofaradios, es decir, que el valor del condensador de acoplamiento se encuentra en el rango de nF de un dígito o, al menos, próximo a este rango.

Para una capacidad de evaluación particularmente simple de la señal de medición, el condensador de acoplamiento y el segundo circuito de acoplamiento están diseñados preferentemente de manera que conjuntamente presentan una curva característica lineal o una curva característica en gran parte lineal, por encima del rango de medición de las magnitudes físicas. De esta manera, se puede prescindir de las costosas medidas de linealización en la evaluación de la señal de medición. En este caso también resulta concebible que el segundo circuito de acoplamiento esté diseñado de manera que la señal de medición recibida a través del condensador de acoplamiento sea sometida a la linealización. Esto se puede realizar particularmente durante la preparación de la señal de medición.

Antes de la instalación de los dispositivos de acoplamiento, se pueden realizar mediciones de calibración, con las que se registra el comportamiento del segundo circuito de acoplamiento ante diferentes magnitudes de entrada. De esta manera, se puede determinar una curva característica, con lo cual se permite una linealización de la señal de medición. Por lo tanto, la curva característica se puede almacenar y utilizar en el segundo circuito de acoplamiento o en el dispositivo de medición.

Mediante la utilización de un primer y un segundo circuito de acoplamiento en un dispositivo de acoplamiento en común, en principio es posible que el proceso de comunicación y el proceso de medición se influyan de manera recíproca. Para evitar una influencia de esta clase, el primer y el segundo circuito de acoplamiento se conforman preferentemente de forma blindada uno de otro. Esto se puede realizar mediante un blindaje, por ejemplo, con un revestimiento metalizado del primer y/o del segundo circuito de acoplamiento. Resultaría concebible dividir la carcasa del dispositivo de acoplamiento en dos partes separadas por una pared metálica, en donde en una parte se encuentra dispuesto el primer circuito de acoplamiento y en la otra parte el segundo circuito de acoplamiento.

De manera adicional o alternativa, se puede evitar una interferencia recíproca de un proceso de comunicación y de un proceso de medición mediante el hecho de que el proceso de comunicación y/o el proceso de medición se encuentran coordinados entre sí. Esto se puede realizar, por ejemplo, mediante el hecho de que ante una señal de medición de una banda estrecha, el rango de frecuencias de la señal de medición en el espectro de la señal de la línea eléctrica no se utiliza para la comunicación. Sin embargo, una coordinación recíproca también se puede lograr mediante el hecho de siempre que se ejecuta un proceso de medición, la comunicación se desactiva por un periodo de tiempo reducido. Esto resulta particularmente importante cuando un proceso de medición se ejecuta sólo por un periodo de tiempo reducido y con una frecuencia de repetición reducida, y se finaliza en un periodo de tiempo reducido. De esta manera, se puede evitar o, al menos, reducir considerablemente una interferencia recíproca.

De acuerdo con otro aspecto de la presente invención, el dispositivo de acoplamiento según la invención se utiliza en un nodo de medición que está diseñado para detectar una magnitud física en una red de energía eléctrica

polifásica. En este caso, la red de energía eléctrica es preferentemente una red de tensión media. El nodo de medición comprende un dispositivo de acoplamiento, una unidad terminal de línea eléctrica y un dispositivo de medición. El dispositivo de acoplamiento está diseñado para el acoplamiento en una o en una pluralidad de fases de la red de energía eléctrica. Como se ha descrito anteriormente, esto depende de la respectiva finalidad de medición del dispositivo de medición. El dispositivo de acoplamiento se encuentra conectado en correspondencia con una o una pluralidad de fases. El dispositivo de medición se encuentra conectado a la conexión de medición del dispositivo de acoplamiento. La unidad terminal de la línea eléctrica se encuentra conectada con la conexión de comunicación del dispositivo de acoplamiento. Adicionalmente, el dispositivo de medición y la unidad terminal de la línea eléctrica se encuentran conectados entre sí de manera que se puedan comunicar. La unidad terminal de la línea eléctrica puede estar diseñada, por ejemplo, como un modem de línea eléctrica que también se puede encontrar integrado en la carcasa del dispositivo de medición.

Durante el funcionamiento de un nodo de medición de esta clase, el dispositivo de medición recibe una señal de medición a través del condensador de acoplamiento y del segundo circuito de acoplamiento, que es representativa para la magnitud física a medir. El dispositivo de medición evalúa esta señal de medición y la digitaliza de forma apropiada. El valor de medición que se obtiene a partir de dicha señal, una agregación de varios valores de medición o un valor característico determinado a partir de uno o varios valores de medición, se pueden enviar a un ordenador remoto a través de la unidad terminal de la línea eléctrica, el primer circuito de acoplamiento, el condensador de acoplamiento y un canal de comunicación que está conformado en una o en una pluralidad de fases de la red de energía eléctrica. El ordenador remoto puede comprender, por ejemplo, un ordenador de evaluación en una sala de control de la red de energía eléctrica, en el que se evalúa el valor de medición o el valor característico. El nodo de medición se puede encontrar montado, por ejemplo, en una instalación fotovoltaica que suministra energía del nivel de tensión medio. También se puede conformar una ruta de comunicación desde la sala de control a través del canal de comunicación, el condensador de acoplamiento, el primer circuito de acoplamiento y la unidad terminal de la línea eléctrica, a través de la cual, por ejemplo, se pueden realizar ajustes en el ondulator de la instalación o se puede desconectar la instalación. En principio, la tecnología de la línea eléctrica con banda ancha, puede comunicar también a cables sin tensión a través del dispositivo de acoplamiento. En este caso, sólo se debe poner a disposición temporalmente un suministro de tensión para la unidad terminal de la línea eléctrica y el dispositivo de medición.

Existen diferentes opciones de configuración y de variantes ventajosas para la exposición de la presente invención. Para ello, por una parte se debe remitir a las reivindicaciones subordinadas a la reivindicación 1 y, por otra parte, a la siguiente explicación de un ejemplo de realización preferido de la invención, mediante los dibujos. En relación con la explicación de los ejemplos de realización preferidos de la invención mediante los dibujos, también se explican en general configuraciones y variantes preferidas de la exposición. Los dibujos muestran:

Fig. 1 una representación esquemática de un dispositivo de acoplamiento según la invención, para el acoplamiento en una red de tensión media, y

Fig. 2 una representación esquemática de un nodo de medición según la invención, con un dispositivo de acoplamiento según la invención.

La figura 1 muestra una representación esquemática de un dispositivo de acoplamiento según la invención, en la que el dispositivo de acoplamiento está diseñado como monofásico. El dispositivo de acoplamiento 1 se encuentra dispuesto en una carcasa 2 y presenta tres conexiones que se conducen hacia el exterior: una conexión de red 3, una conexión de comunicación 4 y una conexión de medición 5. La conexión de red 3 se encuentra conectada con una fase de la red de energía eléctrica (no representada en el dibujo). En el interior de la carcasa 2, una primera conexión 6 de un condensador de acoplamiento 7 se encuentra conectada con la conexión de red 3. La segunda conexión 8 del condensador de acoplamiento se encuentra conectada con un primer circuito de acoplamiento 9 y un segundo circuito de acoplamiento 10. De esta manera, el primer y el segundo circuito de acoplamiento se encuentran conectados en paralelo.

La conexión del primer circuito de acoplamiento opuesta a la red de energía eléctrica, se encuentra conectada con la conexión de comunicación 4. En correspondencia, el primer circuito de acoplamiento 9 está configurado para transmitir señales de la línea eléctrica desde la red de energía eléctrica, que se reciben a través del condensador de acoplamiento 7, a la conexión de comunicación 4 (y una unidad terminal de la línea eléctrica conectada en dicho lugar). De manera inversa, el primer circuito de acoplamiento 9 también está configurado para transmitir señales de la línea eléctrica que en la conexión de comunicación 4 son recibidas por una unidad terminal de la línea eléctrica allí conectada, a través del condensador de acoplamiento 7 a la red de energía eléctrica.



La conexión del segundo circuito de acoplamiento 10 opuesta a la red de energía eléctrica, se encuentra conectada con la conexión de medición 5. El segundo circuito de acoplamiento 10 está configurado para emitir una señal de medición en la conexión de medición 5, que es representativa para una magnitud física a medir dentro de la red de energía eléctrica.

5

La figura 2 muestra una representación esquemática de un nodo de medición 11 según la invención. El nodo de medición comprende un dispositivo de acoplamiento 1 según la invención, con tres conexiones de red 3 que se encuentran conectadas respectivamente con una de las fases L1, L2, L3 de una red de energía eléctrica 12. En correspondencia con ello, en el interior del dispositivo de acoplamiento 1 se encuentran dispuestos tres condensadores de acoplamiento que se encuentran conectados respectivamente con una de las conexiones de red. En la conexión de comunicación 4 del dispositivo de acoplamiento se encuentra conectada una unidad terminal de la línea eléctrica 13, y en la conexión de medición 5 se encuentra conectado un dispositivo de medición 14. Por razones de claridad en la representación, en el dibujo sólo se representa un enlace entre la conexión de comunicación 4 y la unidad terminal de la línea eléctrica 13 o bien, entre la salida de medición 5 y el dispositivo de medición 14. Sin embargo, se ha demostrado que los enlaces también se pueden conformar como polifásicos, de manera que el dispositivo de medición puede determinar, por ejemplo, valores de medición de las tres fases L1, L2, L3. La unidad terminal de la línea eléctrica 13 y el dispositivo de medición 14 se encuentran conectados entre sí de manera que se puedan comunicar. Resultaría concebible, por ejemplo, un enlace a través de Ethernet o USB (bus de serie universal). El dispositivo de acoplamiento 1 presenta tres conexiones de red.

10

15

20

En la conexión de medición se puede conectar equipamiento de medición para diferentes tareas de medición, por ejemplo:

- Mediciones de tensión y de frecuencia para cuando se exceden o no se alcanzan valores límite
- Conexiones para analizadores de red
- Sistemas de comprobación de tensión con una resistencia alta o baja
- En combinación con transformadores sumadores, conexiones para relés direccionales de puesta a tierra

25

De esta manera, el dispositivo de acoplamiento según la invención se puede utilizar tanto como acoplador de señales así como acoplador de medición. Además, se ha comprobado que la exigencia de una capacidad mayor para el acoplador de señales representa una ventaja para el acoplamiento de medición. La conexión de medición se puede ajustar o bien, medir antes o durante la puesta en funcionamiento, para conocer la influencia sobre el resultado de medición y para considerar en la evaluación de las mediciones. La conexión de medición puede estar diseñada como un transformador de tensión para proporcionar conexiones apropiadas para dispositivos de medición de tensión e interfaces de  $U_0$  para relés de puesta a tierra.

30

35

El segundo circuito de acoplamiento cumple preferentemente con los siguientes requisitos:

- Lineal en el rango de medición
- Adaptado y calibrado
- Circuito de protección para la conexión de dispositivos de medición

40

Las posibles mediciones son, por ejemplo:

- Medición de tensión a través del divisor de tensión capacitivo
- Medición de la descarga parcial

45

En relación con otras configuraciones ventajosas del dispositivo de acoplamiento según la invención, para evitar repeticiones se remite a la parte general de la descripción así como a las reivindicaciones adjuntas.

50

Finalmente, se ha demostrado de manera expresa que el ejemplo de realización descrito anteriormente del dispositivo de acoplamiento según la invención, sólo sirve como comentario de la exposición reivindicada que, sin embargo, no limita la presente exposición al ejemplo de realización.

Lista de símbolos de referencia

55

1. Dispositivo de acoplamiento
2. Carcasa (del dispositivo de acoplamiento)
3. Conexión de red
4. Conexión de comunicación
5. Conexión de medición

60

- 6. Primera conexión (del condensador de acoplamiento)
  - 7. Condensador de acoplamiento
  - 8. Segunda conexión (del condensador de acoplamiento)
  - 9. Primer circuito de acoplamiento
  - 5 10. Segundo circuito de acoplamiento
  - 11. Nodo de medición
  - 12. Red de energía eléctrica
  - 13. Unidad terminal de la línea eléctrica
  - 14. Dispositivo de medición
- 10

**REIVINDICACIONES**

1. Dispositivo de acoplamiento para el acoplamiento de una unidad terminal de línea eléctrica y de un dispositivo de medición en una red de energía eléctrica polifásica, en el que el dispositivo de acoplamiento (1) presenta una conexión de comunicación (4) para conectar la unidad terminal de línea eléctrica (13) y una conexión de medición (5) para conectar el dispositivo de medición (14), en el que el dispositivo de acoplamiento (1) comprende:
- un condensador de acoplamiento (7) con una primera y una segunda conexión (6, 8), en el que la primera conexión (6) del condensador de acoplamiento (7) se encuentra conectada con una de las fases (L1, L2, L3) de la red de energía eléctrica (12), y
- un primer circuito de acoplamiento (9) que del lado de la red se encuentra conectado con la segunda conexión (8) del condensador de acoplamiento (7), en el que la conexión del primer circuito de acoplamiento (9) opuesta a la red de energía eléctrica (12) se encuentra conectada con la conexión de comunicación (4), y en el que el primer circuito de acoplamiento (9) está diseñado para conducir señales de línea eléctrica desde la red de energía eléctrica (12) hacia la conexión de comunicación (4) y en el sentido inverso,
- caracterizado por un segundo circuito de acoplamiento (10), en el que el segundo circuito de acoplamiento (10) del lado de la red se encuentra conectado con la segunda conexión (8) del condensador de acoplamiento (7), en el que la conexión del segundo circuito de acoplamiento (10) opuesta a la red de energía eléctrica (12) se encuentra conectada con la conexión de medición (5), y en el que el segundo circuito de acoplamiento (10) está diseñado para proporcionar una señal de medición a la conexión de medición (5), que es representativa para una magnitud física en la red de energía eléctrica (12).
2. Dispositivo de acoplamiento de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque el dispositivo de acoplamiento (1) para el acoplamiento en diferentes fases (L1, L2, L3) de la red de energía eléctrica (12), presenta una pluralidad de condensadores de acoplamiento (7) y una pluralidad de primeros circuitos de acoplamiento (9) y/o una pluralidad de segundos circuitos de acoplamiento (10).
3. Dispositivo de acoplamiento de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, caracterizado porque el primer circuito de acoplamiento (9) está diseñado como una red de acoplamiento para la transmisión de señales de línea eléctrica de banda ancha, en el que la red de acoplamiento presenta un transmisor, un transformador, uno o una pluralidad de capacitores y/o una o una pluralidad de bobinas.
4. Dispositivo de acoplamiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque el segundo circuito de acoplamiento (10) presenta un transmisor, un transformador, uno o una pluralidad de capacitores y/o una o una pluralidad de bobinas.
5. Dispositivo de acoplamiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado porque el segundo circuito de acoplamiento (10) comprende un transformador de tensión.
6. Dispositivo de acoplamiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado porque el segundo circuito de acoplamiento (10) presenta un circuito de protección para proteger los dispositivos de medición (14) conectados a la conexión de medición.
7. Dispositivo de acoplamiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado porque el segundo circuito de acoplamiento (10) presenta un circuito para proporcionar una señal de medición que es representativa para la magnitud física en la red de energía eléctrica (12), y porque la señal de medición proporcionada se encuentra en la salida de medición (5) del dispositivo de acoplamiento (1).
8. Dispositivo de acoplamiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado porque el segundo circuito de acoplamiento (10) está diseñado de manera que se pueda adaptar para una medición determinada.
9. Dispositivo de acoplamiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizado porque la salida de medición (5) está diseñada para conectar un dispositivo de medición de tensión, un dispositivo de medición de frecuencia y/o un analizador de red, o porque la salida de medición (5) está diseñada como una interfaz de  $U_0$ .
10. Dispositivo de acoplamiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 9, caracterizado porque el

segundo circuito de acoplamiento (10) y la salida de medición (5) están diseñados para conectar un dispositivo de medición para la determinación de descargas parciales.

11. Dispositivo de acoplamiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 10, caracterizado porque el condensador de acoplamiento (7) presenta un valor entre 1 nF y 10 nF.

12. Dispositivo de acoplamiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 11, caracterizado porque el segundo circuito de acoplamiento (10) está diseñado de manera que el condensador de acoplamiento (7) y el segundo circuito de acoplamiento (10) conjuntamente presentan una curva característica lineal por encima del rango de medición de las magnitudes físicas.

13. Dispositivo de acoplamiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 12, caracterizado porque el primer y el segundo circuito de acoplamiento (9, 10) se conforman de forma blindada uno de otro, para evitar una interferencia recíproca de un proceso de comunicación y de un proceso de medición.

14. Dispositivo de acoplamiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 13, caracterizado porque el primer y el segundo circuito de acoplamiento (9, 10) para evitar una interferencia recíproca de un proceso de comunicación y de un proceso de medición, están diseñados para lograr una coordinación recíproca del proceso de comunicación y del proceso de medición.

15. Nodo de medición para detectar una magnitud física en una red de energía eléctrica polifásica, que comprende:

un dispositivo de acoplamiento (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 14, en el que el dispositivo de acoplamiento (1) se encuentra acoplado a una o a una pluralidad de fases (L1, L2, L3) de la red de energía eléctrica (12),

un dispositivo de medición (14) que evalúa una señal que se encuentra en la conexión de medición (5) del dispositivo de acoplamiento (1), y que genera un valor digitalizado que es representativo para la señal, y

una unidad terminal de línea eléctrica (13) que se encuentra conectada con el dispositivo de medición (14) de manera que se puedan comunicar, y que permite una comunicación a través del dispositivo de acoplamiento (1) entre el dispositivo de medición (14) y una unidad terminal distante conectada a través de la red de energía eléctrica (12).

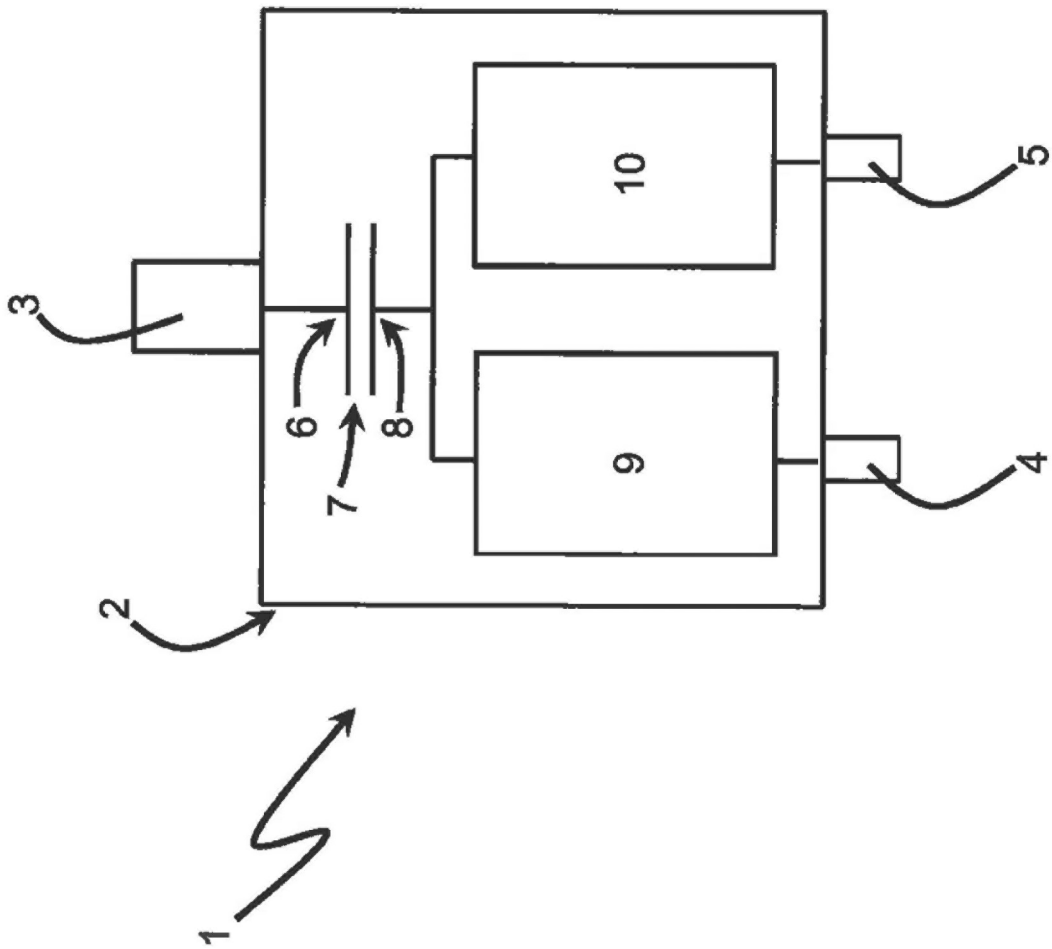


Fig. 1

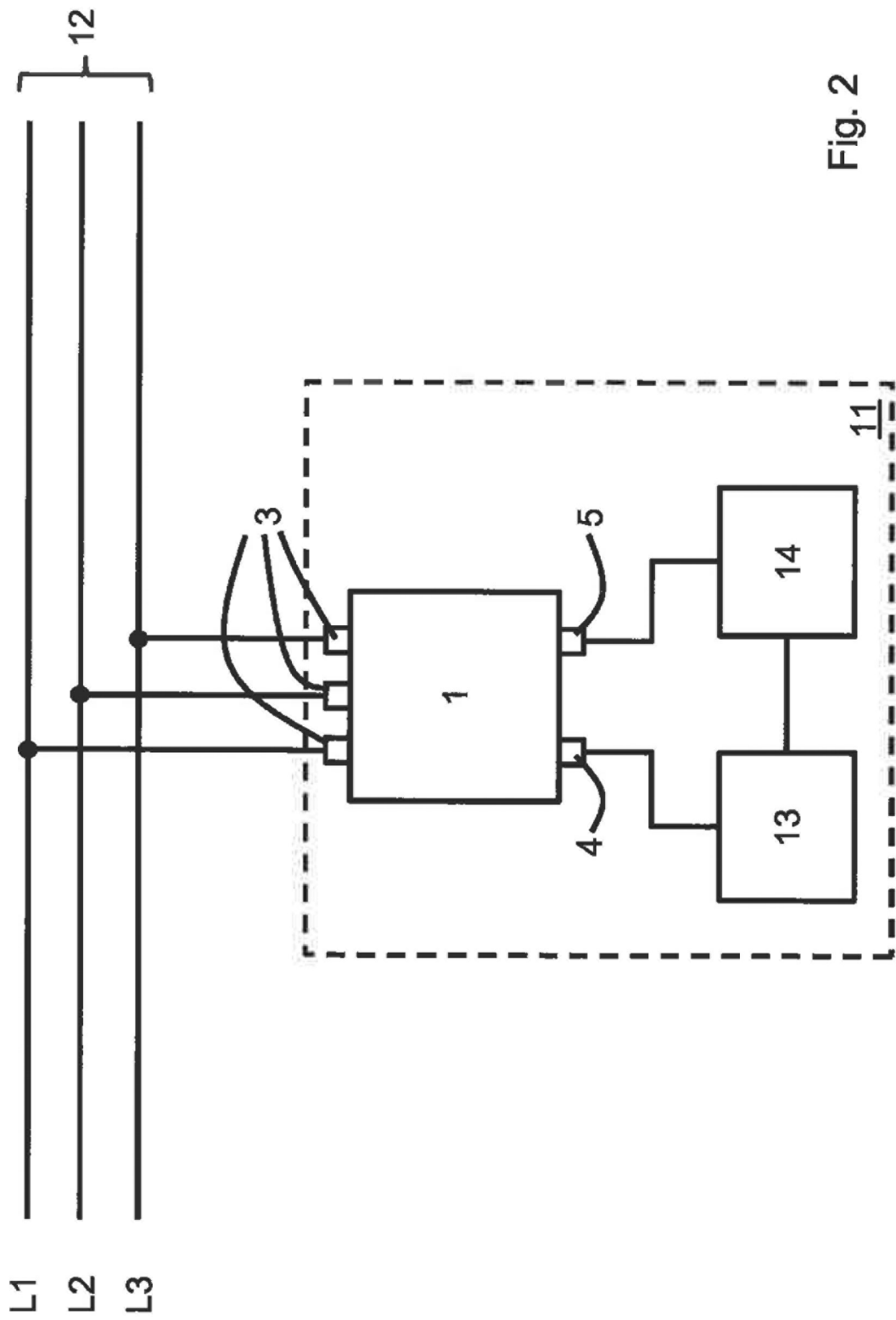


Fig. 2