

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 895 061**

51 Int. Cl.:

G01R 35/00 (2006.01)

G01R 21/06 (2006.01)

H02H 3/00 (2006.01)

H02H 3/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **07.07.2016 PCT/EP2016/066100**

87 Fecha y número de publicación internacional: **12.01.2017 WO17005846**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.07.2016 E 16738111 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.09.2021 EP 3320359**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo de prueba para probar un cableado de transformadores**

30 Prioridad:

07.07.2015 AT 505862015

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

17.02.2022

73 Titular/es:

**OMICRON ELECTRONICS GMBH (100.0%)
Oberes Ried 1
Klaus, AT**

72 Inventor/es:

**KLAPPER, ULRICH y
KAISER, STEFFEN**

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 895 061 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

Procedimiento y dispositivo de prueba para probar un cableado de transformadores

5 Campo de la invención

Los ejemplos de realización de la invención se refieren a dispositivos y procedimientos para la prueba de instalaciones de sistemas de energía eléctricos, como por ejemplo dispositivos y procedimientos para la prueba de una instalación de protección, p. ej. un relé de protección. Los ejemplos de realización de la invención se refieren en particular a aquel
10 tipo de dispositivos y procedimientos, con los cuales se puede comprobar, si uno o más transformadores de corriente así como uno o más transformadores de tensión de una instalación de protección o una otra instalación secundaria están conectados y montados correctamente y/o si existen errores de polaridad.

La publicación GB 2 504 899 A describe un sistema de registro de un sistema de medición de energía eléctrico con tres fases de una red de distribución eléctrica, el cual incluye un probador de medición de energía eléctrico, un suministro de energía ajustable portátil con tres fases, un transformador de tensión trifásico, un transformador de corriente trifásico, un transformador de tensión trifásico estandarizado y un transformador de corriente trifásico estandarizado. En este caso una tensión del suministro de energía portátil se suministra al transformador de tensión trifásico y al transformador de corriente trifásico estandarizado y una corriente del suministro de energía portátil se
15 suministra al transformador de corriente trifásico y al transformador de tensión trifásico estandarizado.

La publicación DE 100 48 962 A1 divulga una instalación de prueba portátil para la prueba de piezas de ensayo que se deben operar con altas tensiones y/o corrientes. En este caso a la pieza de ensayo (p. ej. a un transformador de corriente o a un transformador de tensión) se le aplica o suministra una señal de prueba deseada por medio de un transformador de adaptación. Se registran señales de medición analógicas, las cuales se ajustan durante un proceso de prueba y describen determinadas magnitudes de medición de la pieza de ensayo.
25

Antecedentes

Las instalaciones de protección son componentes importantes de los sistemas de energía eléctricos. Las instalaciones de protección de este tipo pueden estar configuradas para en un caso de fallo posibilitar una desconexión rápida. En particular en el rango de media, alta y extra alta tensión estas instalaciones de protección pueden incluir transformadores de corriente y tensión, los cuales transforman las corrientes y tensiones del sistema primario en bajas tensiones más fáciles de manejar.
30

A modo de ejemplo para las instalaciones de protección de este tipo hay un relé de protección, el cual efectúa la evaluación de si existe un error y de qué tipo es este error para tomar una decisión sobre cuán rápido y/o en qué fase se tiene que apagar. La desconexión real puede ser realizada por disyuntores, por ejemplo disyuntores de hexafluoruro de azufre, otros disyuntores encapsulados o disyuntores no encapsulados, los cuales son controlados por el relé de protección o una otra instalación de protección.
35 40

Una decisión importante en cuanto al montaje y el funcionamiento de una instalación de protección de este tipo es la así denominada decisión hacia adelante/hacia atrás. De esta manera se determina en cuál de dos direcciones la instalación de protección se desconecta más rápido. Por ejemplo en el caso de un error en una primera sección de cable, p. ej. un cable aéreo, se puede desconectar más rápido que en el caso de un error en una segunda sección de cable situada en el lado contrario de la instalación de protección, la cual termina en una estación transformadora.
45

Un error, el cual está situado "delante" de la instalación de protección se puede desconectar más rápido que un error, el cual está situado "detrás" de la instalación de protección, ya que una desconexión de un error situado detrás del rango contemplado no tendría ningún efecto práctico. Con la decisión hacia adelante/hacia atrás se determina, en qué dirección mira de algún modo la instalación de protección, es decir en qué dirección está situada la sección de cable, para la cual en caso de detectarse un error se realiza una desconexión más rápida en caso de error.
50

A modo de ejemplo un relé de protección de cable puede mirar hacia adelante en un cable aéreo. Detrás del relé de protección de cable podría estar situada una estación transformadora. Si el error estuviera cerca delante del relé de protección de cable, esto es en el cable aéreo, el relé de protección de cable se debería desconectar lo más rápido posible. Sin embargo si el error estuviera situado detrás del relé de protección de cable, esto es en la estación transformadora, p. ej. en un transformador o en una barra colectora, una desconexión solo tendría poco efecto, ya que la estación transformadora es abastecida por muchas fuentes de señal. Para proteger las partes del equipo se pueden utilizar otros relés de protección, por ejemplo un diferencial de transformador o una protección de barra colectora.
55 60

La decisión de dirección, la cual indica, en cuál dirección la instalación de protección se desconecta rápido, es para el funcionamiento particularmente importante. Por ejemplo si el relé de protección de cable ya descrito arriba está instalado de tal manera, que él está instalado para la dirección errónea, la instalación de protección no se desconectaría en el caso de un error en el cable aéreo. Una decisión de dirección defectuosa, la cual puede estar
65

causada por un montaje defectuoso o un cableado defectuoso, puede tener consecuencias fatales para todo el sistema eléctrico.

5 Una decisión de dirección de la instalación de protección solo se puede tomar entonces de manera correcta si los transformadores de corriente y de tensión están correctamente ajustados y cableados hasta el relé de protección.

10 Hay numerosas fuentes de error, las cuales pueden conducir a una decisión de dirección incorrecta. Por ejemplo en el caso de un transformador de corriente una dirección de montaje errónea del transformador de corriente, un error de polaridad del transformador de corriente, una conexión incorrecta del transformador de corriente en un lado secundario, una inversión de los dos cables entre el transformador de corriente y un relé de protección, una conexión incorrecta de los cables en el relé de protección o una dirección de montaje erróneamente ajustada del transformador de corriente en el relé de protección pueden conducir a que una instalación de protección mire accidentalmente en la dirección incorrecta, es decir en caso de fallos en una sección de cable no se desconecta lo suficientemente rápido.

15 Alternativamente o adicionalmente una decisión de dirección incorrecta también puede estar causada por un montaje incorrecto de un transformador de tensión. Esto puede por ejemplo suceder si el cableado secundario del transformador de tensión está invertido en el trayecto del transformador de tensión hasta el relé.

20 Las decisiones de dirección no son solo relevantes para las instalaciones de protección, sino también para otras instalaciones de sistemas de energía eléctricos. Por ejemplo la dirección de un flujo de energía es relevante para indicadores en un puesto de control. No solo es importante el valor de la energía, sino que para el funcionamiento también es de importancia la dirección del flujo de energía. Similarmente existen decisiones de dirección también para contadores, para los cuales la dirección del flujo de energía es relevante.

25 Un montaje incorrecto, un cableado incorrecto o una dirección de montaje erróneamente ajustada de transformadores en la instalación secundaria, la cual procesa más las señales de salida de los transformadores, puede conducir a errores de polaridad.

30 Las instalaciones de protección como relés de protección, contadores, indicadores en el puesto de control y similares de instalaciones alimentadas por transformadores de corriente y tensión también se designan aquí en general como instalaciones secundarias, las cuales reciben parámetros del sistema primario transformados por medio de los transformadores.

35 Para la prueba de partes del cableado de este tipo de instalaciones secundarias se puede alimentar por ejemplo una corriente en un lado primario de un transformador de corriente y con un microamperímetro o una otra instalación de medición en el lado secundario del transformador de corriente se puede leer la polaridad del cableado. Las técnicas de este tipo plantean altos requisitos al personal de prueba, pueden conducir a una magnetización de un núcleo de transformador del transformador de corriente y pueden no detectar numerosas fuentes de error, por ejemplo una conexión incorrecta del transformador de corriente a un relé de protección.

40 Alternativamente en el transformador de corriente se puede aplicar una señal de conmutación. Con un detector de polaridad adaptado a la señal de conmutación se puede probar la polaridad en el lado secundario del transformador de corriente a lo largo del cableado y también en el propio relé de protección. También estos procedimientos plantean altos requisitos al personal de prueba y pueden no detectar por ejemplo cableados erróneos del transformador de tensión.

Además los procedimientos mencionados requieren mucho tiempo.

50 Resumen de la invención

Considerando las desventajas mencionadas de los procedimientos convencionales existe la necesidad de dispositivos y procedimientos, con los cuales se pueda aumentar más la seguridad de funcionamiento de las instalaciones de la técnica energética. Existe en particular una necesidad de dispositivos y procedimientos, con los cuales se pueda detectar un montaje erróneo, una inversión de cables por el lado secundario y/o una conexión errónea de transformadores de corriente o tensión de manera más sencilla.

60 Considerando las desventajas mencionadas de los procedimientos convencionales sería particularmente deseable probar el cableado entre los transformadores de corriente y tensión y un relé de protección o una otra instalación del sistema secundario en cuanto a todos los posibles errores de polaridad y descartar todas las posibles fuentes de error con una única prueba, la cual puede incluir uno o más pasos.

65 De conformidad con la invención se propone un procedimiento según la reivindicación 1 para probar un cableado de un transformador de corriente y de un transformador de tensión de una instalación de un sistema de energía eléctrico y un dispositivo de prueba según la reivindicación 11. Las reivindicaciones secundarias definen formas de realización preferidas y/o ventajosas de la invención.

Según ejemplos de realización se indican procedimientos, dispositivos y sistemas y, con los cuales se pueden detectar errores de polaridad, los cuales pueden existir durante el uso de transformadores de corriente y tensión con instalaciones de protección como relés de protección, con contadores de energía, con indicadores en un puesto de control o en otras instalaciones de sistemas energéticos.

Según ejemplos de realización simultáneamente se aplica una primera señal de prueba en un lado secundario de un transformador de tensión, el cual está conectado con una instalación de protección o una otra instalación del sistema secundario, y se aplica una segunda señal de prueba en un lado primario de un transformador de corriente, el cual está conectado con la instalación de protección o la otra instalación del sistema secundario. Una respuesta de la instalación a la primera señal de prueba y la segunda señal de prueba se puede controlar y compararse con una segunda respuesta simulada, por ejemplo una predicha aritméticamente.

Según ejemplos de realización la respuesta de la instalación puede ser una potencia, la cual es registrada por la instalación de protección o una otra instalación del sistema secundario. Un signo y opcionalmente también un valor de la potencia registrada se pueden comparar con la potencia determinada aritméticamente, la cual es esperada para las posiciones de fase de las primera y segunda señales de prueba y opcionalmente sus amplitudes.

La potencia, la cual se registra y/o determina aritméticamente como respuesta, puede ser o incluir una potencia activa. Alternativamente o adicionalmente la potencia, la cual se registra y/o determina aritméticamente como respuesta, puede ser o incluir una potencia reactiva.

Alternativamente o adicionalmente como respuesta se puede evaluar una amplitud de corriente, una amplitud de tensión así como un ángulo de fase entre la corriente y la tensión, las cuales son registradas y opcionalmente indicadas por la instalación.

Un procedimiento para la prueba de un cableado al menos de un transformador de corriente y al menos de un transformador de tensión de una instalación de un sistema de energía eléctrico se proporciona según un ejemplo de realización. El procedimiento incluye una aplicación de una primera señal de prueba en un lado secundario de un transformador de tensión de la instalación y una aplicación de una segunda señal de prueba en un lado primario de un transformador de corriente de la instalación, en donde la primera señal de prueba y la segunda señal de prueba se generan simultáneamente.

A través del procedimiento se logra una respuesta de la instalación, por ejemplo en el caso de un relé de protección o un indicador en el puesto de control. Puesto que en el caso de un transformador de corriente hay claramente más fuentes de error para errores de polaridad que en el caso de un transformador de tensión, según ejemplos de realización la alimentación de corriente en el transformador de corriente se efectúa por el lado primario. Esto permite comprobar la dirección de montaje y la polaridad del transformador de corriente así como los bornes de conexión secundarios conjuntamente en el mismo paso.

La primera señal de prueba y la segunda señal de prueba se pueden proporcionar ventajosamente de manera simultánea en un transformador de corriente y en el cableado secundario de un transformador de tensión, los cuales están conectados con la misma fase. La generación de las señales de prueba y la subsiguiente evaluación de una respuesta a las señales de prueba se puede repetir para los transformadores de corriente y transformadores de tensión de las otras fases para poder descartar también errores de cableado en las otras fases.

El procedimiento incluye una evaluación de una respuesta de la instalación a la primera señal de prueba y la segunda señal de prueba.

Para evaluar la respuesta de la instalación se puede simular una respuesta esperada a partir de una amplitud de la primera señal de prueba, una amplitud de la segunda señal de prueba y una relación de fase entre la primera señal de prueba y la segunda señal de prueba. La respuesta esperada puede depender además de una relación de transmisión del transformador de corriente.

La respuesta esperada se puede determinar automáticamente a través de un dispositivo de prueba y compararse con la respuesta de la instalación, la cual puede ser registrada por el dispositivo de prueba o un usuario.

La respuesta de la instalación puede incluir una potencia registrada por la instalación. En este caso se puede evaluar de todos modos un signo de la potencia registrada y opcionalmente también el valor de la potencia registrada partiendo de si estos coinciden con el signo esperado para la primera señal de prueba y la segunda señal de prueba y/o el valor correspondiente de la potencia.

La primera señal de prueba puede ser una tensión alterna. La primera señal de prueba puede ser generada por una primera fuente de señal, la cual puede estar integrada en un aparato de comprobación. La primera señal de prueba puede ser una fuente de tensión controlable.

La segunda señal de prueba puede ser una corriente alterna. La segunda señal de prueba puede ser generada por una segunda fuente de señal, la cual puede estar integrada en el aparato de comprobación. La segunda señal de prueba puede ser una fuente de corriente controlable.

5 La primera señal de prueba y la segunda señal de prueba pueden ser de fases iguales. En este caso con un cableado, el cual no presenta ningún error de polaridad, tendría que resultar un indicador de potencia en la dirección hacia adelante en el relé de protección, en el contador o en el puesto de control. A partir de un indicador de potencia con signo invertido se puede descartar la existencia de un error de polaridad en el cableado, un montaje incorrecto del transformador de corriente o una dirección de montaje erróneamente ajustada del transformador de corriente en el relé de protección o en el puesto de control.

10 La primera señal de prueba se puede aplicar en el lado secundario del transformador de tensión, el cual está asignado a una primera fase de varias fases. La segunda señal de prueba se puede aplicar en el lado primario del transformador de corriente, el cual está asignado a la primera fase.

15 La prueba del cableado de los transformadores de diferentes fases se puede realizar secuencialmente en el tiempo o de forma superpuesta. Para una comprobación secuencial en el tiempo la generación de la primera señal de prueba y la segunda señal de prueba se puede repetir, en donde respectivamente la primera señal de prueba se aplica en el lado secundario de un transformador de tensión y la segunda señal de prueba se aplica en el lado primario del transformador de corriente de la misma fase.

20 El procedimiento puede incluir una generación al menos de una otra señal de prueba para al menos un otro transformador, el cual está asignado a una otra fase de un cable multifásico distinta de la primera fase.

25 La al menos una otra señal de prueba se puede generar simultáneamente con la primera señal de prueba y la segunda señal de prueba. De esta manera la prueba del cableado de los transformadores de diferentes fases se puede realizar al menos parcialmente de forma superpuesta en el tiempo.

30 La primera señal de prueba y al menos una otra señal de tensión alterna se pueden aplicar simultáneamente en el lado secundario de al menos dos transformadores de tensión de la instalación, los cuales están asignados a diferentes fases. De esta manera la prueba del cableado de los transformadores de diferentes fases se puede realizar al menos parcialmente de forma superpuesta en el tiempo.

35 La primera señal de prueba y la al menos una otra señal de tensión alterna pueden presentar diferentes amplitudes. De esta manera la prueba simultánea del cableado de transformadores de diferentes fases se simplifica, ya que mediante las amplitudes de la potencia registrada es posible una asignación a las diferentes fases.

40 La segunda señal de prueba y al menos una otra señal de corriente alterna se pueden aplicar simultáneamente en el lado primario de al menos dos transformadores de corriente de la instalación, los cuales están asignados a diferentes fases. De esta manera la prueba del cableado de los transformadores de diferentes fases se puede realizar al menos parcialmente de forma superpuesta en el tiempo.

45 La segunda señal de prueba y la al menos una otra señal de corriente alterna pueden presentar diferentes amplitudes. De esta manera la prueba simultánea del cableado de transformadores de diferentes fases se simplifica, ya que mediante las amplitudes de la potencia registrada es posible una asignación a las diferentes fases.

50 Se pueden aplicar simultáneamente señales de prueba en el lado primario de tres transformadores de corriente y señales de prueba en el lado secundario de tres transformadores de tensión de la instalación. Las señales de prueba, las cuales están asignadas a diferentes fases, pueden en este caso presentar respectivamente diferentes amplitudes para por ejemplo poder detectar una inversión de conexiones en el relé de protección. Las señales de prueba, las cuales están asignadas a diferentes fases, pueden presentar respectivamente un desplazamiento de fase de 120° la una con respecto a la otra.

55 El al menos un transformador de tensión se puede desconectar para la prueba en el lado secundario, mientras que la primera señal de prueba se aplica en el lado secundario. De esta manera se evita un aumento de la tensión, lo cual por un lado tendría como consecuencia una demanda de potencia aumentada y por otro lado representaría un riesgo de seguridad en el equipo energético.

60 Con el procedimiento se puede comprobar el cableado de varios transformadores de corriente y tensión, los cuales están conectados con un relé de protección.

65 Con el procedimiento se puede comprobar si varios transformadores de corriente y tensión están montados y cableados de tal manera que un relé de protección en el caso de un error, el cual aparece en un primer lado preestablecido en relación con el relé de protección, se desconecta más rápido que en el caso de un error, el cual aparece en un segundo lado opuesto al primer lado en relación con el relé de protección.

Con el procedimiento se puede comprobar si varios transformadores de corriente y sus conexiones con una instalación secundaria, por ejemplo un relé de protección, presentan la polaridad correcta.

Los varios transformadores de corriente y tensión pueden conectar un sistema primario, el cual puede ser un sistema de la técnica de media o alta tensión, con la instalación, la cual puede pertenecer al sistema secundario, en el cual existen tensiones más bajas. Los varios transformadores de corriente y tensión pueden estar configurados para en el funcionamiento proporcionar tensiones en la instalación del sistema secundario, las cuales son más pequeñas que las tensiones del sistema primario, con las cuales los lados de salida de los transformadores de corriente y los transformadores de tensión están conectados.

Un dispositivo de prueba para la prueba de un cableado al menos de un transformador de corriente y al menos de un transformador de tensión de una instalación de un sistema de energía eléctrico se indica según un otro ejemplo de realización. El dispositivo de prueba incluye una primera salida para aplicar una primera señal de prueba en un lado secundario de un transformador de tensión de la instalación y una segunda salida para aplicar una segunda señal de prueba en un lado primario de un transformador de corriente de la instalación, en donde el dispositivo de prueba está configurado para generar simultáneamente la primera señal de prueba aplicada en el lado secundario del transformador de tensión y la segunda señal de prueba aplicada en el lado primario del transformador de corriente.

El dispositivo de prueba puede incluir una instalación de computación electrónica, la cual está configurada para determinar aritméticamente una respuesta esperada de la instalación a la primera señal de prueba y la segunda señal de prueba a partir de una amplitud de la primera señal de prueba, una amplitud de la segunda señal de prueba y una relación de fase entre la primera señal de prueba y la segunda señal de prueba.

La instalación de computación electrónica puede estar configurada para determinar al menos un signo de una potencia registrada por la instalación como respuesta a la primera señal de prueba y la segunda señal de prueba.

La instalación de computación electrónica puede estar configurada para determinar un valor de una potencia registrada por la instalación como respuesta a la primera señal de prueba y la segunda señal de prueba.

El dispositivo de prueba puede incluir una interfaz de salida para emitir la respuesta esperada determinada aritméticamente. Por ejemplo se puede emitir qué signo presentará una potencia determinada por la instalación, la cual se indica por ejemplo en un puesto de control, en caso de que no exista ningún error de cableado u otros errores de polaridad. En función de una comparación del signo de la potencia, la cual es determinada por la instalación, con el signo de la potencia esperado para las señales de prueba se puede determinar si existe un error de cableado o errores de polaridad.

El dispositivo de prueba puede incluir una interfaz de entrada para recibir la respuesta de la instalación. Por ejemplo el dispositivo de prueba puede estar configurado para recibir por medio de la interfaz de entrada un signo y opcionalmente también un valor de una potencia determinada por la instalación como respuesta a la primera y la segunda señal de prueba. El dispositivo de prueba puede estar configurado para evaluar la respuesta de la instalación a la primera señal de prueba y la segunda señal de prueba recibida por medio de la interfaz de entrada. Para ello el dispositivo de prueba puede estar configurado para determinar si la respuesta recibida presenta un signo y opcionalmente un valor, el cual es consistente con la respuesta esperada para la primera y segunda señal de prueba. La interfaz de entrada puede ser o incluir una interfaz de usuario, por medio de la cual el usuario puede introducir información sobre la respuesta de la instalación.

En el caso de que el dispositivo de prueba esté configurado para la prueba del cableado de transformadores de corriente y tensión de varias fases, por medio de la interfaz de salida se puede emitir más de una respuesta esperada. Por ejemplo se pueden emitir los signos y opcionalmente también los valores de varias indicaciones de potencia de un puesto de control, los cuales se esperan como respuesta a las señales de prueba para varias fases.

En el caso de que el dispositivo de prueba esté configurado para la prueba del cableado de transformadores de corriente y tensión de varias fases, por medio de la interfaz de entrada se puede recibir más de una respuesta. Por ejemplo los signos y opcionalmente también los valores de varias indicaciones de potencia de un puesto de control, los cuales se esperan como respuesta a las señales de prueba para varias fases, se pueden recibir y evaluarse además por el dispositivo de prueba.

El dispositivo de prueba puede incluir una o varias fuentes de señal controlables para generar la primera señal de prueba y la segunda señal de prueba.

Las fuentes de señal pueden ser controlables de tal manera que ellas se pueden operar selectivamente como señales de corriente y como señales de tensión.

El dispositivo de prueba puede incluir una fuente de tensión controlable para generar la primera señal de prueba.

El dispositivo de prueba puede incluir una fuente de corriente controlable para generar la segunda señal de prueba.

El dispositivo de prueba puede estar configurado para aplicar la primera señal de prueba y al menos una otra señal de tensión alterna simultáneamente en el lado secundario de al menos dos transformadores de tensión de la instalación, los cuales están asignados a diferentes fases.

5 El dispositivo de prueba puede estar configurado para generar la primera señal de prueba y la al menos una otra señal de tensión alterna de tal manera que ellas presentan diferentes amplitudes.

10 El dispositivo de prueba puede estar configurado para aplicar la segunda señal de prueba y al menos una otra señal de corriente alterna simultáneamente en el lado primario de al menos dos transformadores de corriente de la instalación, los cuales están asignados a diferentes fases.

15 El dispositivo de prueba puede estar configurado para generar la segunda señal de prueba y la al menos una otra señal de corriente alterna de tal manera que ellas presentan diferentes amplitudes.

El dispositivo de prueba puede estar diseñado como un aparato de comprobación.

El aparato de comprobación puede ser un aparato de comprobación móvil, en particular uno portátil.

20 El dispositivo de prueba puede estar configurado para la realización del procedimiento según cada uno de los ejemplos de realización descritos.

25 Un sistema según un ejemplo de realización incluye una instalación, la cual presenta al menos un transformador de corriente y al menos un transformador de tensión, y un dispositivo de prueba según un ejemplo de realización, el cual está conectado con el lado secundario de un transformador de tensión y con el lado primario de un transformador de corriente.

30 La instalación puede ser una instalación de un sistema secundario, la cual está acoplada con el sistema primario por medio del al menos un transformador de corriente y el al menos un transformador de tensión.

La instalación puede incluir un relé de protección, un indicador de potencia de un puesto de control, un contador de energía o una otra instalación.

35 En el caso de que la instalación incluya un relé de protección, con el dispositivo de prueba se puede determinar si todos los transformadores de corriente y todos los transformadores de tensión están montados y cableados de tal manera que el relé de protección en caso de un error, el cual aparece en una dirección preestablecida en relación con el relé de protección, se desconecta más rápido que en el caso de un error, el cual aparece en la dirección opuesta en relación con el relé de protección.

40 En el caso de que la instalación incluya un indicador de potencia de un puesto de control, con el dispositivo de prueba se puede determinar si todos los transformadores de corriente y todos los transformadores de tensión están montados y cableados de tal manera que la potencia se determina para cada fase respectivamente con el signo correcto.

45 En el caso de que la instalación incluya un contador de energía, con el dispositivo de prueba se puede determinar si todos los transformadores de corriente y todos los transformadores de tensión están montados y cableados de tal manera que la dirección del flujo de energía es determinada correctamente por el contador de energía.

50 En el caso de dispositivos, sistemas y procedimientos según ejemplos de realización al menos la segunda señal de prueba, la cual es alimentada en el lado primario del transformador de corriente, se puede generar con amplitudes y/o frecuencia variables en función del tiempo. De esta manera se puede reducir el riesgo de una magnetización del núcleo de transformador del transformador de corriente y/o el núcleo de transformador se puede desmagnetizar. En el caso de que la frecuencia de la segunda señal de prueba se varíe en función del tiempo, también se puede variar correspondientemente la frecuencia de la primera señal de prueba para garantizar una homogeneidad de fase entre la primera señal de prueba, la cual se aplica en el lado secundario del transformador de tensión, y la segunda señal de prueba, la cual se alimenta en el lado primario del transformador de corriente de la misma fase.

60 Dispositivos, procedimientos y sistemas según ejemplos de realización permiten comprobar de forma eficiente el cableado y otras posibles fuentes de error de polaridad, las cuales pueden existir entre transformadores de corriente y tensión y una instalación de un sistema secundario. El riesgo de que existan errores de polaridad, los cuales pueden perjudicar la capacidad de funcionamiento del sistema de energía eléctrico, se puede reducir.

Descripción breve de las figuras

65 La invención se explica a continuación con más detalle mediante formas de realización preferidas haciendo referencia a los dibujos. En los dibujos los símbolos de referencia idénticos designan elementos idénticos.

La figura 1 muestra un sistema con un dispositivo según un ejemplo de realización.

La figura 2 muestra un sistema con un dispositivo según un ejemplo de realización.

5 La figura 3 muestra un sistema con un dispositivo según un ejemplo de realización.

La figura 4 muestra un sistema con un dispositivo según un ejemplo de realización.

10 La figura 5 muestra un sistema con un dispositivo según un ejemplo de realización.

La figura 6 muestra señales de tensión alterna, las cuales pueden ser generadas por dispositivos y procedimientos según ejemplos de realización para la prueba simultánea de varias fases.

15 La figura 7 es un diagrama de flujo de un procedimiento según un ejemplo de realización.

La figura 8 es un diagrama de flujo de un procedimiento según un ejemplo de realización.

La figura 9 es un diagrama de flujo de un procedimiento según un ejemplo de realización.

20 Descripción detallada de ejemplos de realización

A continuación la presente invención se explica con más detalle mediante formas de realización preferidas haciendo referencia a los dibujos. En las figuras los símbolos de referencia iguales designan elementos iguales o similares. Las figuras son representaciones esquemáticas de distintas formas de realización de la invención. Los elementos representados en los dibujos no están necesariamente representados a escala. Más bien los distintos elementos representados en las figuras están reproducidos de tal manera que su funcionamiento y su finalidad se hacen comprensibles para el experto.

25 Las conexiones y acoplamientos representados en las figuras entre unidades y elementos funcionales también se pueden implementar como conexión o acoplamiento indirecto. Una conexión o acoplamiento puede ser implementada con cables o sin cables.

Mientras que los ejemplos de realización se describen en el contexto de transformadores de corriente y transformadores de tensión, cuya salida está conectada con una instalación de protección, por ejemplo un relé de protección, los procedimientos y dispositivos también se pueden usar para otras instalaciones en particular de la tecnología secundaria de sistemas de energía eléctricos, en el caso de los cuales la polaridad correcta del montaje y de la conexión entre transformadores de corriente y la instalación así como la polaridad correcta de la conexión entre transformadores de tensión y la instalación son de importancia para el correcto funcionamiento. Ejemplos para instalaciones de este tipo son contadores, otras instalaciones de medición e indicadores de potencia, por ejemplo uno de un puesto de control.

A continuación se describen dispositivos y procedimientos, con los cuales se puede comprobar que la conexión entre transformadores de corriente y una instalación de protección o una otra instalación del sistema secundario así como la conexión entre transformadores de tensión y la instalación de protección o la otra instalación del sistema secundario es correcta y no presenta ningún error de cableado, es decir ninguna inversión de los cables de conexión. Otros errores de polaridad, por ejemplo un montaje de uno o varios transformadores de corriente con polaridad incorrecta o una polaridad del transformador de corriente erróneamente ajustada en el puesto de control o en el relé de protección, también se pueden detectar.

30 Para probar se proporcionan simultáneamente una primera señal de prueba en un lado secundario de un transformador de tensión y una segunda señal de prueba en un lado primario de un transformador de corriente. La primera señal de prueba se puede aplicar en el cableado secundario entre el transformador de tensión y la instalación secundaria, sin que ella deba ajustarse en ambas conexiones de salida del transformador de tensión. Con aplicar la primera señal de prueba "en el lado secundario del transformador de tensión" se entiende un proceso, en el cual la primera señal de prueba se aplica en el cableado entre el transformador de tensión y la instalación.

Una respuesta de la instalación de protección, por ejemplo un signo y opcionalmente un valor de una potencia determinada por la instalación de protección como reacción a la primera señal de prueba y la segunda señal de prueba, la cual puede ser una potencia activa o una potencia reactiva, se puede evaluar para comprobar si tanto el transformador de corriente como también el transformador de tensión están montados y cableados de tal manera que no existe ningún error de polaridad. La respuesta de la instalación de protección se puede comparar con una respuesta determinada aritméticamente, por ejemplo con un signo determinado aritméticamente por un dispositivo de prueba para la potencia, la cual debe ser registrada por la instalación de protección, para determinar si existen errores de cableado, en el caso de los cuales los cables fueron invertidos, u otros errores de polaridad. Alternativamente o adicionalmente como respuesta se pueden evaluar una amplitud de corriente, una amplitud de tensión así como un ángulo de fase entre la corriente y la tensión, las cuales son registradas y opcionalmente indicadas por la instalación.

La prueba se puede realizar secuencialmente o simultáneamente para transformadores de corriente y tensión, los cuales están asignados a diferentes fases, p. ej. tres fases de un cable trifásico, como será descrito más detalladamente.

Los transformadores de corriente y tensión presentan respectivamente un lado primario y un lado secundario. El lado primario está en este caso respectivamente definido como aquel lado, el cual está conectado con el sistema primario, por ejemplo el sistema de media, alta o extra alta tensión. El lado secundario está respectivamente definido como aquel lado, el cual está conectado con una instalación del sistema secundario, por ejemplo una instalación de protección, un puesto de control o un contador. El lado secundario de cada transformador puede estar respectivamente separado galvánicamente del lado primario.

La figura 1 muestra un sistema 1 según un ejemplo de realización. El sistema 1 incluye una instalación de protección 30 en un sistema secundario del sistema de energía eléctrico. La instalación de protección 30 puede presentar entradas 39, las cuales están conectadas con conductividad por medio de un cableado 9 con un transformador de tensión o varios transformadores de tensión 10, 18, 19 así como con un transformador de corriente o varios transformadores de corriente 20, 28, 29. Incluso si solo está representado esquemáticamente de forma respectiva un cable, se entiende que las salidas de los transformadores pueden estar conectadas con las entradas 39 de la instalación de protección 30 con respectivamente dos cables.

La instalación de protección 30 puede incluir un relé de protección. La instalación de protección 30 puede estar configurada para la detección de casos de error, para el control de un flujo de energía o para procesar más para otros fines las señales de salida del al menos un transformador de tensión 10, 18, 19 y del al menos un transformador de corriente 20, 28, 29.

Por ejemplo la instalación de protección 30 puede incluir uno o varios circuitos 34, 35, 36, los cuales están configurados para a partir de las señales de salida del al menos un transformador de tensión 10, 18, 19 y del al menos un transformador de corriente 20, 28, 29 determinar una potencia que fluye en el sistema primario. La instalación de protección 30 puede incluir uno o más circuitos 34, 35, 36, los cuales están configurados para a partir de las señales de salida del al menos un transformador de tensión 10, 18, 19 y del al menos un transformador de corriente 20, 28, 29 determinar si un disyuntor 37 se tiene que controlar de tal manera que se realiza una desconexión. El disyuntor 37 puede ser controlado de forma distinta por un relé de protección, dependiendo de si un error se detecta en un primer lado 8 o en un segundo lado 7 opuesto a este en relación con el lugar, en el cual la instalación de protección 30 está acoplada con el sistema primario por medio de los transformadores. Con el dispositivo de prueba 40 según ejemplos de realización se puede comprobar si el cableado 9 y la polaridad de los transformadores de corriente 20, 28, 29 está seleccionada de tal manera que se realiza una desconexión más rápida en un caso de error, el cual existe en un primer lado 8 predefinido en relación con la instalación de protección 30. Por ejemplo el primer lado 8 puede ser aquel lado, en el cual hay presente un cable aéreo, mientras que el segundo lado 7 es aquel lado, en el cual hay a escasa distancia una estación transformadora 2, cuyo(s) transformador(es) 3 son alimentados por una o varias centrales eléctricas. La decisión de polaridad de la instalación de protección 30, la cual determina, en cuál de las dos direcciones se realiza una desconexión más rápida en caso de error, se puede comprobar con el dispositivo de prueba 40.

La instalación de protección 30 puede incluir uno o varios indicadores 31, 32, 33, los cuales indican una potencia en el sistema primario. La potencia puede ser indicada con signo positivo o negativo dependiendo de en qué dirección se realiza un flujo de energía en el sistema primario. La decisión de dirección de la medición de potencia, la cual indica, en cuál dirección el flujo de potencia en el sistema primario se registra como potencia positiva, depende del cableado 9 correcto y del montaje correcto de los transformadores de corriente 20, 28, 29. Esta decisión de dirección del registro de potencia, la cual determina, en cuál de las dos direcciones un flujo de energía en el sistema primario se registra como potencia positiva, se puede comprobar con el dispositivo de prueba 40. Esto es asimismo válido si el registro de potencia se realiza independientemente de una instalación de protección 30, por ejemplo en un indicador en un puesto de control.

En vez de o adicionalmente a la instalación de protección 30 también puede estar acoplado a los transformadores un contador con salidas. Un flujo de energía registrado se puede contar con signo positivo o negativo en función de en cuál dirección se realiza el flujo de energía en el sistema primario. La decisión de dirección del contador, la cual indica, en cuál dirección el flujo de energía en el sistema primario conduce a un incremento de la energía registrada, depende del correcto cableado 9 y del correcto montaje de los transformadores de corriente 20, 28, 29. Esta decisión de dirección del contador, la cual determina, en cuál de las dos direcciones un flujo de energía en el sistema primario conduce a un aumento de la energía contada, se puede comprobar con el dispositivo de prueba 40.

El dispositivo de prueba 40 está configurado para proporcionar simultáneamente señales alternas en el lado secundario de un transformador de tensión y el lado primario del transformador de corriente, el cual está asignado a la misma fase como el transformador de tensión.

El dispositivo de prueba 40 presenta una primera salida para la conexión con el lado secundario de un transformador de tensión 10, el cual está asignado a una fase 4. El dispositivo de prueba puede presentar una primera fuente de

señal 41 para por medio de la primera salida aplicar una primera señal de prueba en el lado secundario del transformador de tensión 10, el cual está asignado a la fase 4. La primera fuente de señal 41 puede ser una fuente de tensión alterna. La primera fuente de señal 44 puede ser controlable de tal manera que ella se puede operar opcionalmente como fuente de tensión o como fuente de corriente. La primera señal de prueba puede ser una señal de tensión alterna.

El dispositivo de prueba 40 presenta una segunda salida para la conexión con el lado secundario de un transformador de corriente 20, el cual está asignado a la fase 4. El dispositivo de prueba puede presentar una segunda fuente de señal 42 para por medio de la segunda salida alimentar una segunda señal de prueba en el lado primario del transformador de corriente 20, el cual está asignado a la fase 4. La segunda fuente de señal 42 puede ser una fuente de corriente alterna. La segunda fuente de señal 42 puede ser controlable de tal manera que ella se puede operar opcionalmente como fuente de tensión o como fuente de corriente.

La primera fuente de señal 41 y la segunda fuente de señal 42 pueden estar configuradas como unidades separadas. Alternativamente una señal de salida de la misma fuente de señal se puede suministrar por medio de diferentes circuitos tanto al lado secundario del transformador de tensión 10 como también al lado primario del transformador de corriente 20 de la misma fase 4. La primera fuente de señal 41 y la segunda fuente de señal 42 pueden estar dispuestas en una carcasa de un aparato de comprobación o pueden disponerse en carcasas separadas.

El dispositivo de prueba 40 puede estar configurado para realizar una prueba, en el caso de la cual una primera señal de prueba se aplica en el lado secundario de un transformador de tensión y una segunda señal de prueba se aplica en el lado primario del transformador de corriente, secuencialmente en el tiempo para las varias fases 4, 5, 6. El dispositivo de prueba 40 puede incluir conexiones, las cuales están configuradas para conectar el dispositivo de prueba 40 simultáneamente con los lados primarios de varios transformadores de corriente 20, 28, 29, los cuales están asignados a diferentes fases 4, 5, 6, y con los lados secundarios de varios transformadores de tensión 10, 18, 19, los cuales están asignados a diferentes fases 4, 5, 6.

El dispositivo de prueba 40 puede incluir una disposición de interruptores controlables eléctricamente, la cual está configurada para conectar la primera fuente de señal 41 con el lado secundario de diferentes transformadores de tensión 10, 18, 19, sin que para ello se deba efectuar un recableado entre el dispositivo de prueba 40 y los transformadores de tensión 10, 18, 19. El dispositivo de prueba 40 puede incluir una disposición de interruptores controlable eléctricamente, la cual está configurada para conectar la segunda fuente de señal 42 con el lado primario de diferentes transformadores de corriente 20, 28, 29, sin que para ello se deba efectuar un recableado entre el dispositivo de prueba 40 y los transformadores de corriente 20, 28, 29.

Alternativamente o adicionalmente el dispositivo de prueba 40 puede estar configurado para aplicar simultáneamente señales de tensión alterna de igual o diferente amplitud en los lados secundarios de al menos dos transformadores de tensión 10, 18, 19 y para aplicar simultáneamente señales de corriente alterna de igual o diferente amplitud en los lados primarios de al menos dos transformadores de corriente 20, 28, 29.

Por ejemplo una primera señal de tensión alterna se puede aplicar en el lado secundario de un transformador de tensión 10, el cual está asignado a una primera fase 4, mientras que una segunda señal de tensión alterna se aplica en el lado secundario de un otro transformador de tensión 18, 19, el cual está asignado a una otra fase 5, 6 distinta de la primera fase 4. Simultáneamente una primera señal de corriente alterna se puede alimentar en el lado primario de un transformador de corriente 10, el cual está asignado a la primera fase 4, mientras que una segunda señal de corriente alterna se alimenta en el lado primario de un otro transformador de corriente 18, 19, el cual está asignado a la otra fase 5, 6 distinta de la primera fase 4. La primera señal de tensión alterna es una implementación de la primera señal de prueba, y la primera señal de corriente alterna es una implementación de la segunda señal de prueba.

La segunda señal de tensión alterna puede presentar una otra amplitud que la primera señal de tensión alterna. Alternativamente o adicionalmente la segunda señal de corriente alterna puede presentar una otra amplitud que la primera señal de corriente alterna. El dispositivo de prueba 40 puede estar configurado de tal manera que un producto de la amplitud de la primera señal de tensión alterna y la amplitud de la primera señal de corriente alterna es distinto de un producto de la amplitud de la segunda señal de tensión alterna y la amplitud de la segunda señal de corriente alterna.

El dispositivo de prueba 40 puede estar configurado de tal manera que la primera señal de tensión alterna y la segunda señal de tensión alterna presentan un primer desplazamiento de fase en relación la una con la otra. El dispositivo de prueba 40 puede estar configurado de tal manera que la primera señal de corriente alterna y la segunda señal de corriente alterna presentan un segundo desplazamiento de fase en relación la una con la otra. El dispositivo de prueba 40 puede estar configurado de tal manera que el segundo desplazamiento de fase es igual al primer desplazamiento de fase. El dispositivo de prueba 40 puede estar configurado de tal manera que el primer y el segundo desplazamiento de fase son ambos igual a $+120^\circ$ o son ambos igual a -120° .

El dispositivo de prueba 40 puede estar configurado para simular una respuesta de la instalación de protección 30 o de la otra instalación del sistema secundario a la primera señal de prueba y la segunda señal de prueba. Para ello por

ejemplo el dispositivo de prueba 40 puede determinar cuál tensión debería ser registrada por la instalación de protección 30. El dispositivo de prueba 40 puede estar configurado para en función de la situación de fase entre la primera señal de prueba, la cual se aplica en el lado secundario del transformador de tensión 10, y la segunda señal de prueba, la cual se alimenta en el lado primario del transformador de corriente 20 asignado a la misma fase 4, determinar al menos un signo de una potencia registrada por la instalación de protección 30. El dispositivo de prueba 40 puede estar configurado para en función de la situación de fase entre la primera señal de prueba, la cual se aplica en el lado secundario del transformador de tensión 10, y la segunda señal de prueba, la cual se alimenta en el lado primario del transformador de corriente 20 asignado a la misma fase 4, determinar si el relé de protección debería desconectar más rápido o menos rápido el disyuntor 37, es decir si el relé de protección asigna la primera señal de prueba y la segunda señal de prueba a un caso de error en el primer lado 8 o el segundo lado 7 opuesto en relación con el relé de protección 30.

El dispositivo de prueba 40 puede estar configurado para tener en cuenta las amplitudes de la primera y la segunda señal de prueba y opcionalmente también parámetros al menos del transformador de tensión 10 durante la determinación aritmética de la respuesta esperada de la instalación de protección 30. Por ejemplo a partir del producto de las amplitudes de la primera y la segunda señal de prueba y la relación de transmisión del transformador de tensión 10 se puede determinar cuál valor debería presentar la potencia registrada por la instalación de protección 30. La relación de transmisión del transformador de tensión 10 puede ser introducida de forma definida por el usuario por medio de una interfaz del dispositivo de prueba 40 y/o puede estar almacenada para cada uno de varios transformadores de tensión de forma no volátil en una memoria del dispositivo de prueba 40.

Una comparación de la respuesta esperada determinada aritméticamente por el dispositivo de prueba 40 y la respuesta real de la instalación de protección 30 puede ser realizada automáticamente por el dispositivo de prueba 40. Para ello el dispositivo de prueba 40 puede presentar una interfaz para la conexión con la instalación de protección 30, por medio de la cual la respuesta de la instalación de protección 30 a la primera señal de prueba y la segunda señal de prueba puede ser leída. La comparación de la respuesta esperada determinada aritméticamente por el dispositivo de prueba 40 y la respuesta real de la instalación de protección 30 también puede ser realizada por un usuario.

Cada transformador de tensión, en cuyo lado secundario se aplica la primera señal de prueba, se puede desconectar durante la prueba respectivamente en el lado secundario. La potencia necesaria en total para la prueba se puede mantener baja de esta manera.

El funcionamiento y más características del dispositivo de prueba 40 según ejemplos de realización se describen más haciendo referencia de la figura 2 a la figura 9.

La figura 2 es una representación de un sistema 1 según un ejemplo de realización. Un transformador de tensión 10 y un transformador de corriente 20 están acoplados por el lado de entrada con la misma fase, por ejemplo una fase 4 preestablecida de un cable trifásico.

Las conexiones de salida 13, 14 en el lado secundario del transformador de tensión 10 están conectadas con entradas de una instalación secundaria 30 por medio de cables 15. Una conexión de entrada 11 del transformador de tensión 10 puede estar conectada con la fase 4. El transformador de tensión 10 presenta además una conexión de tierra 12 por el lado de entrada.

Las conexiones de salida 23, 24 en el lado secundario del transformador de corriente 20 están conectadas con más entradas de la instalación secundaria 30 por medio de más cables 25. Las conexiones de salida 21, 22 del transformador de tensión 20 pueden estar conectadas con la misma fase 4, con la cual también está conectada la conexión de entrada 11 del transformador de tensión 10.

La instalación secundaria 30 es una instalación del sistema secundario de un sistema de energía eléctrico. La instalación secundaria puede incluir por ejemplo un indicador de tecnología de control, un relé de protección o una instalación de medición (contador). Un indicador 31 de la instalación secundaria 30 puede indicar una potencia registrada por la instalación secundaria 30.

El dispositivo de prueba presenta una fuente de tensión 41, la cual se puede conectar con el cableado secundaria 15 del transformador de tensión 10 para alimentar una primera señal de prueba en el lado secundario del transformador de tensión 10. El transformador de tensión 10 puede durante la prueba estar desconectado en el lado secundario 13, de manera que la primera señal de prueba 41 no está ajustada entre las conexiones de salida 13, 14 del transformador de tensión 10, sino que solo se comprueba el cableado hasta la instalación secundaria 30.

El dispositivo de prueba 40 presenta una fuente de corriente 42, la cual se puede conectar con el lado primario del transformador de corriente 20. La fuente de corriente 42 puede estar configurada para una conexión con las conexiones de entrada 21, 22 del transformador de corriente 20. 15 del transformador de tensión 10 se puede conectar para alimentar una primera señal de prueba en el lado secundario del transformador de tensión 10. El transformador de tensión 10 puede durante la prueba estar desconectado en el lado secundario 13, de manera que la primera señal

de prueba 41 no está ajustada entre las conexiones de salida 13, 14 del transformador de tensión 10, sino que solo se comprueba el cableado hasta la instalación secundaria 30.

La fuente de tensión 41 y la fuente de corriente 42 pueden estar contenidas en aparatos de comprobación móviles independientemente el uno del otro separados. En este caso se realiza ventajosamente una comunicación entre los dos aparatos, con la cual se garantiza que la segunda señal de prueba generada por la fuente de corriente 42 está en una relación de fase deseada con respecto a la primera señal de prueba generada por la fuente de tensión 41. Por ejemplo a través de la comunicación entre los aparatos de comprobación se puede garantizar que la primera señal de prueba y la segunda señal de prueba son de fases iguales. Una instalación de control electrónica en uno de los aparatos de comprobación puede garantizar el ajuste de la situación de fase entre la segunda señal de prueba generada por la fuente de corriente 42 y la primera señal de prueba generada por la fuente de tensión 41. Para ello la instalación de control electrónica, la cual puede estar diseñada como procesador o controlador, puede enviar señales de control al respectivamente otro aparato de comprobación, las cuales son evaluadas por este para generar una situación de fase predefinida entre la primera señal de prueba y la segunda señal de prueba. Los diferentes aparatos de comprobación pueden presentar una interfaz, la cual permite el intercambio de información de sincronización para la sincronización. Para proporcionar la fuente de tensión 41 y la fuente de corriente 42 dos transformadores se pueden conectar con el mismo cable de red para mantener una fuente de tensión 41 y una fuente de corriente 42 con relación de fase fija.

En función de una respuesta de la instalación secundaria 30, por ejemplo en función de un signo de un indicador de potencia en la instalación de indicación 31, se puede comprobar que el transformador de corriente 20 está montado con polaridad correcta, los cables de cableado 15 entre el transformador de tensión 10 y las entradas de la instalación secundaria 30 están tendidos correctamente, en particular sin inversión accidental y los otros cables de cableado 25 entre el transformador de corriente 20 y las entradas de la instalación secundaria 30 están tendidos correctamente, en particular sin inversión accidental.

El dispositivo de prueba puede estar configurado para realizar el correcto cableado de transformadores de corriente y tensión secuencialmente en el tiempo o simultáneamente para transformadores de corriente y tensión, los cuales están asignados a diferentes fases. Para ello el dispositivo de prueba puede estar diseñado para la generación simultánea de más de dos señales de prueba, y/o puede aplicar secuencialmente en el tiempo una primera señal de prueba y una segunda señal de prueba en los transformadores de diferentes fases, como esto fue descrito haciendo referencia a la figura 1.

El dispositivo de prueba puede incluir una instalación de computación electrónica, la cual puede estar diseñada como procesador, controlador, microprocesador u otro circuito semiconductor integrado. La instalación de computación electrónica puede estar configurada para determinar aritméticamente una respuesta de la instalación secundaria a la primera señal de prueba y la segunda señal de prueba. Para ello se puede simular el comportamiento de la instalación secundaria 30. En el caso de que por ejemplo se realice un cálculo de una potencia por parte de la instalación secundaria 30, a partir de la diferencia de fase entre la segunda señal de prueba y la primera señal de prueba se puede predecir cuál signo debe presentar la potencia registrada en el caso de cableado secundario correcto. A partir de las amplitudes de la primera y la segunda señal de prueba, la diferencia de fase entre la segunda señal de prueba y la primera señal de prueba y la relación de transmisión del transformador de corriente 20 se puede predecir el valor de la potencia.

La instalación de computación electrónica puede realizar alternativamente o adicionalmente otros cálculos. Por ejemplo en función de la primera señal de prueba, la segunda señal de prueba e información sobre el tipo de un relé de protección, la cual puede ser introducida de forma definida por el usuario, se puede determinar si el relé de protección debería accionar un interruptor de protección como reacción a la primera señal de prueba y la segunda señal de prueba en el caso de cableado secundario correcto de los transformadores. Opcionalmente en función de la primera señal de prueba, la segunda señal de prueba e información sobre el tipo de un relé de protección, la cual puede ser introducida de forma definida por el usuario, se puede determinar cuán rápido debería dispararse el relé de protección. El tiempo de disparo del relé de protección como reacción a la primera señal de prueba y la segunda señal de prueba se puede comparar con la respuesta determinada aritméticamente.

Otros diseños y características del dispositivo de prueba y del sistema de la figura 2 pueden corresponder a las características descritas haciendo referencia a la figura 1.

La figura 3 es una representación de un sistema 1 según un ejemplo de realización, el cual incluye un dispositivo de prueba 40 diseñado como aparato de comprobación, el cual está conectado con conductividad con el lado primario de un transformador de corriente 20 y el cableado secundario de un transformador de tensión 10. Las características, las cuales pueden presentar los diseños y efectos descritos haciendo referencia a la figura 1 y figura 2, están designadas con los mismos símbolos de referencia como en la figura 1 y figura 2.

El dispositivo de prueba 40 incluye la primera fuente de señal 41, la cual puede ser una fuente de tensión alterna, y la segunda fuente de señal 42, la cual puede ser una fuente de corriente alterna. La primera fuente de señal 41 y la

segunda fuente de señal 42 pueden estar alojadas en la misma carcasa del dispositivo de prueba 40. El dispositivo de prueba 40 puede ser móvil, en particular portátil.

El dispositivo de prueba 40 está configurado para con el fin de probar el cableado correcto del transformador de corriente 20 y del transformador de tensión 10 así como la correcta dirección de montaje del transformador de corriente 20 controlar la primera fuente de señal 41 y la segunda fuente de señal de tal manera que simultáneamente se aplica una primera señal de prueba en el cableado secundario 15 del transformador de tensión 10 y se alimenta una segunda señal de prueba en el lado primario del transformador de corriente 20. El dispositivo de prueba 40 puede presentar una instalación de computación electrónica 50, la cual está configurada para controlar la primera fuente de señal 41 y la segunda fuente de señal 42. La instalación de computación electrónica 50 puede estar configurada para controlar la primera fuente de señal 41 y la segunda fuente de señal 42 de tal manera que ellas emiten señales alternas de fases iguales. La instalación de computación electrónica puede incluir un procesador, un controlador, un microprocesador o una combinación de las unidades mencionadas u otros circuitos semiconductores integrados.

El dispositivo de control 40 solo puede incluir también una fuente de señal, la cual está configurada para generar tanto la primera señal de prueba como también la segunda señal de prueba. El dispositivo de prueba 40 puede incluir dos o más fuentes de señal y puede estar configurado para alimentar en los lados primarios de al menos dos transformadores de corriente y aplicar en el cableado secundario de al menos dos transformadores de tensión simultáneamente señales de prueba.

La instalación de computación electrónica 50 puede estar configurada para simular la respuesta esperada de la instalación secundaria 30 a la primera señal de prueba y la segunda señal de prueba. Para ello se puede determinar por ejemplo un signo de una potencia determinada por la instalación secundaria 30, un comportamiento de disparo de un relé de protección u otra magnitud característica, la cual describe el comportamiento de la instalación secundaria 30 como respuesta a la primera señal de prueba y la segunda señal de prueba, por parte de la instalación de computación electrónica 50. Para ello la instalación de computación electrónica 50 puede determinar por ejemplo la potencia, la cual debería ser registrada por la instalación secundaria en el caso de cableado secundario correcto de los transformadores 10, 20, como ya fue descrito en detalle.

La instalación de computación electrónica 50 puede presentar una interfaz de salida 51. Por medio de la interfaz de salida 51 se puede emitir información sobre la respuesta determinada aritméticamente. Por ejemplo el dispositivo de prueba 40 puede estar configurado para por medio de la interfaz de salida 51 emitir cuál signo y opcionalmente también cuál valor debería presentar una potencia indicada en un indicador de potencia 31 de la instalación secundaria 30, la cual se determina como reacción a la primera señal de prueba y la segunda señal de prueba.

Una comparación de la respuesta real de la instalación secundaria 30 con la respuesta predicha por la instalación de computación electrónica para un cableado secundario correcto de los transformadores se puede realizar por parte de un usuario. Por ejemplo un usuario puede comprobar si el signo del indicador de potencia en un puesto de control coincide con el signo predicho aritméticamente del indicador de potencia del puesto de control.

La figura 4 es una representación de un sistema 1 según un ejemplo de realización, el cual incluye un dispositivo de prueba 40 diseñado como aparato de comprobación, el cual está conectado con conductividad con el lado primario de un transformador de corriente 20 y el cableado secundario de un transformador de tensión 10. Las características, las cuales pueden presentar los diseños y efectos descritos haciendo referencia a las figuras anteriores, están designadas con los mismos símbolos de referencia como en las figuras anteriores.

El dispositivo de prueba 40 presenta una interfaz de entrada 52. La interfaz de entrada 52 está configurada para una conexión por cable o sin cable con la instalación secundaria 30. La interfaz de entrada 52 está configurada para recuperar información por parte de la instalación secundaria 30 sobre la respuesta de la instalación secundaria 30 a la primera señal de prueba y la segunda señal de prueba.

La instalación de computación electrónica 50 está acoplada con la interfaz de entrada 52 y está configurada para en función de la información recuperada por medio de la interfaz de entrada 52 sobre la respuesta de la instalación secundaria 30 así como en función de información sobre la primera señal de prueba y la segunda señal de prueba comprobar automáticamente si el cableado secundario 15 del transformador de tensión 10 y el cableado secundario 25 del transformador de corriente 20 está realizado correctamente.

La figura 5 es una representación de un sistema 1 según un ejemplo de realización, el cual incluye un dispositivo de prueba 40 diseñado como aparato de comprobación, el cual está conectado con conductividad con el lado primario de un transformador de corriente 20 y el cableado secundario de un transformador de tensión 10. Las características, las cuales pueden presentar los diseños y efectos descritos haciendo referencia a las figuras anteriores, están designadas con los mismos símbolos de referencia como en las figuras anteriores.

El dispositivo de prueba 40 está configurado para aplicar simultáneamente señales de prueba en al menos dos transformadores de tensión, los cuales están asignados a diferentes fases, y a los transformadores de corriente conectados con las fases respectivas.

El dispositivo de prueba 40 incluye al menos una fuente de señal 41, 42, la cual está configurada para proporcionar simultáneamente la primera señal de prueba en el cableado secundario del transformador de tensión 10 y la segunda señal de prueba en el lado primario del transformador de corriente 20. El transformador de corriente 20 está en este caso conectado por el lado de entrada con la misma fase, por ejemplo la fase 4 en la figura 1, como el transformador de tensión 10.

El dispositivo de prueba 40 está configurado para aplicar o alimentar simultáneamente una otra señal de tensión alterna en el cableado secundario de un otro transformador de tensión 18 y una otra señal de tensión alterna en el lado primario del transformador de corriente conectado con la misma fase como el transformador de tensión 18. De esta manera se pueden aplicar simultáneamente señales de prueba en al menos dos transformadores de corriente y en al menos dos transformadores de tensión. El cableado correcto y el montaje correcto de dos transformadores de tensión y dos transformadores de corriente se puede comprobar simultáneamente en un paso de la prueba.

El dispositivo de prueba 40 puede incluir salidas, las cuales están configuradas para aplicar simultáneamente señales de tensión alterna en el cableado secundario de al menos dos transformadores de tensión y para alimentar simultáneamente señal de corriente alterna en los lados primarios de al menos dos transformadores de corriente. El dispositivo de prueba 40 puede presentar salidas para la conexión con el cableado secundario de dos, tres o más de tres transformadores de tensión y más salidas para la conexión con el lado primario de dos, tres o más de tres transformadores de corriente.

El dispositivo de prueba 40 puede incluir al menos una otra fuente de tensión alterna 43. La fuente de tensión alterna 41 y la al menos una otra fuente de tensión alterna 43 pueden estar configuradas para aplicar simultáneamente señales de tensión alterna como señales de prueba en el cableado secundario de dos transformadores de tensión 10, 18 diferentes, cuyos lados primarios están conectados con diferentes fases del sistema primario.

El dispositivo de prueba 40 puede incluir al menos una otra fuente de corriente alterna 44. La fuente de corriente alterna 42 y la al menos una otra fuente de corriente alterna 44 pueden estar configuradas para aplicar simultáneamente señales de corriente alterna como señales de prueba en el lado primario de dos transformadores de corriente 20, 28 diferentes, cuyos lados primarios están conectados con diferentes fases del sistema primario.

La instalación de computación electrónica 50 del dispositivo de prueba 40 puede estar configurada para controlar las fuentes de señal para la prueba del cableado de transformadores, los cuales están conectados con diferentes fases del sistema primario, de tal manera que ellas generan señales de prueba simultáneamente o secuencialmente. En este caso de manera ventajosa se aplican simultáneamente señales de prueba en uno, dos o tres pares de transformadores de corriente y tensión, los cuales están conectados con diferentes fases del sistema primario.

Si simultáneamente se generan señales de prueba para transformadores, los cuales están conectados con al menos dos fases diferentes, la instalación de computación electrónica 50 puede controlar las fuentes de señal 41-44 de tal manera que en diferentes transformadores de corriente y/o en diferentes transformadores de tensión se emiten señales de prueba con diferentes amplitudes. Por ejemplo la instalación de computación electrónica 50 puede estar configurada para controlar las fuentes de señal 41-44 de tal manera que la señal de tensión alterna aplicada en el cableado secundario del otro transformador de tensión 18 presenta una amplitud, la cual es más pequeña que la amplitud de la primera señal de prueba aplicada en el cableado secundario del transformador de tensión 10. Alternativamente o adicionalmente la instalación de computación electrónica 50 puede estar configurada para controlar las fuentes de señal 41-44 de tal manera que la señal de corriente alterna alimentada en el lado primario del otro transformador de corriente 28 presenta una amplitud, la cual es más pequeña que la amplitud de la segunda señal de prueba alimentada en el lado primario del transformador de corriente 20.

La instalación de computación electrónica 50 puede estar configurada para controlar las fuentes de señal 41-44 de tal manera que en el caso de la generación simultánea de señales de prueba para transformadores, los cuales están conectados con diferentes fases, el producto a partir de la amplitud de la señal de tensión alterna aplicada en el cableado secundario del transformador de tensión y la amplitud de la señal de corriente alterna aplicada en el lado primario del transformador de corriente asignado a la misma fase depende de con cuál fase del sistema primario están conectados por el lado de entrada el transformador de corriente y el transformador de tensión.

Alternativamente o adicionalmente a un cambio de las amplitudes de fase a fase la instalación de computación electrónica 50 también puede estar configurada para controlar las fuentes de señal 41-44 de tal manera que una diferencia de fase entre la señal de tensión alterna aplicada en el cableado secundario del transformador de tensión y la señal de corriente alterna aplicada en el lado primario del transformador asignado a la misma fase depende de con cuál fase del sistema primario están conectados por el lado de entrada el transformador de corriente y el transformador de tensión.

La instalación de computación electrónica 50 puede estar configurada para controlar las fuentes de señal 41-44 de tal manera que para cada una de las fases la señal de tensión alterna aplicada en el cableado secundario del transformador de tensión y la señal de corriente alterna aplicada en el lado primario del transformador de corriente

asignado a la misma fase presentan la misma frecuencia. La instalación de computación electrónica 50 puede estar configurada para controlar las fuentes de señal 41-44 de tal manera que para cada una de las fases la señal de tensión alterna aplicada en el cableado secundario del transformador de tensión y la señal de corriente alterna aplicada en el lado primario del transformador de corriente asignado a la misma fase son de fases iguales.

La instalación de computación electrónica 50 puede estar configurada para controlar las fuentes de señal 41-44 de tal manera que las señales de tensión alterna están desfasadas la una frente a la otra, las cuales se aplican en el cableado secundario de los transformadores de tensión 10, 18, los cuales están asignados a diferentes fases. Por ejemplo la señal de tensión alterna, la cual es aplicada por la fuente de tensión alterna 43 en el cableado secundario del otro transformador de tensión 18, puede estar desfasada con respecto a la señal de tensión alterna, la cual es aplicada por la fuente de tensión alterna 41 en el cableado secundario del transformador de tensión 10, en $+120^\circ$ o en -120° .

Adicionalmente la instalación de computación electrónica 50 puede estar configurada para controlar las fuentes de señal 41-44 de tal manera que las señales de corriente alterna están desfasadas la una frente a la otra, las cuales se alimentan en los lados primarios de los transformadores de corriente 20, 28, los cuales están asignados a diferentes fases. Por ejemplo la señal de corriente alterna, la cual es alimentada por la fuente de corriente alterna 44 en el lado primario del otro transformador de corriente 28, puede estar desfasada con respecto a la señal de corriente alterna, la cual es alimentada por la fuente de corriente alterna 42 en el lado primario del transformador de corriente 20, en $+120^\circ$ o en -120° .

Si se generan simultáneamente señales de prueba para transformadores, los cuales están conectados con todas las tres fases 4, 5, 6, las señales de tensión alterna aplicadas en el cableado secundario de diferentes transformadores de tensión pueden estar desfasadas respectivamente en $+120^\circ$ o en -120° la una frente a la otra. Las señales de corriente alterna alimentadas en los lados primarios de los transformadores de corriente correspondientes pueden estar desfasadas correspondientemente de forma respectiva en $+120^\circ$ o en -120° la una frente a la otra. Las señales de prueba, las cuales se proporcionan en transformadores de tensión y corriente conectados con la misma fase, pueden ser respectivamente de fases iguales.

Los diseños descritos aquí de un dispositivo de prueba y un procedimiento de prueba, en el caso de los cuales se proporcionan simultáneamente señales de prueba en transformadores conectados con diferentes fases, facilitan la asignación de las respuestas esperadas para las diferentes fases de la instalación secundaria 30 y las respuestas reales respectivas de la instalación secundaria 30. Por ejemplo se pueden leer más de un indicador de potencia 31, 32. La respuesta esperada y real se puede comparar por parte de un usuario o automáticamente por parte del dispositivo de prueba 40 para detectar errores de cableado y un montaje de transformadores de corriente con errores de polaridad.

La figura 6 muestra a modo de ejemplo señales de prueba 71, 72, las cuales pueden ser aplicadas por el dispositivo de prueba 40 simultáneamente en el cableado secundario de transformadores de tensión, cuyos lados primarios están conectados con diferentes fases 4, 5, 6.

Las señales de prueba 71, 72 pueden ser respectivamente señales de tensión alterna, las cuales pueden presentar la misma frecuencia. La señal de prueba 71, la cual se aplica en el cableado secundario del transformador de tensión 10 conectado con una primera fase 4, presenta una primera amplitud. La otra señal de prueba 72, la cual se aplica en el cableado secundario del transformador de tensión 18, 19 conectado con una fase 5, 6 distinta de la primera fase, presenta una segunda amplitud. La segunda amplitud es distinta de la primera amplitud.

Alternativamente o adicionalmente al uso de diferentes amplitudes de señales de tensión alterna, las cuales se aplican en el cableado secundario de diferentes transformadores de tensión, también se pueden seleccionar de forma distinta las amplitudes de las señales de corriente alterna, las cuales se alimentan en los lados primarios de diferentes transformadores de corriente.

Como está igualmente representado en la figura 6, la otra señal de prueba 72, la cual se aplica en el cableado secundario del transformador de tensión 18, 19 conectado con una fase 5, 6 distinta de la primera fase, puede presentar un desplazamiento de fase de $+120^\circ$ o de -120° en relación con la señal de prueba 71, la cual se aplica en el cableado secundario del transformador de tensión 10 conectado con una primera fase 4.

Las señales de corriente alterna, las cuales se alimentan en los lados primarios de los transformadores de corriente conectados con diferentes fases, pueden presentar igualmente un desplazamiento de fase de $+120^\circ$ o de -120° en relación la una con la otra.

La figura 7 es un diagrama de flujo 80 de un procedimiento según un ejemplo de realización. El procedimiento se puede realizar usando el dispositivo de prueba 40 según un ejemplo de realización, en particular usando un dispositivo de prueba 40 con uno de los diseños descritos haciendo referencia a las figuras anteriores.

El procedimiento se puede utilizar para la prueba del cableado al menos de un transformador de corriente y al menos de un transformador de tensión, cuyos lados primarios están conectados con una fase de un sistema primario. Los

lados secundarios del transformador de corriente y del transformador de tensión pueden estar conectados con entradas de una instalación de protección, una instalación de medición, un puesto de control o una otra instalación secundaria.

5 En el caso de 81 una primera señal de prueba se aplica en el lado secundario de un transformador de tensión. La primera señal de prueba se puede aplicar en el cableado secundario, el cual conecta el transformador de tensión con entradas de la instalación secundaria 30. La primera señal de prueba puede ser una señal de tensión alterna. El cableado secundario puede durante la prueba estar desconectado en el lado secundario del transformador de tensión.

10 En el caso de 82 simultáneamente con la primera señal de prueba se genera una segunda señal de prueba. La segunda señal de prueba se aplica en el lado primario del transformador de corriente, el cual está conectado por el lado de entrada con la misma fase del sistema primario como el transformador de tensión. La segunda señal de prueba puede ser una señal de corriente alterna. La segunda señal de prueba puede ser de fase igual con la primera señal de prueba.

15 En el caso de 83 se registra una respuesta de la instalación secundaria, la cual puede incluir por ejemplo un relé de protección. El registro de la respuesta puede incluir una lectura de un signo y opcionalmente también de un valor de una potencia determinada por la instalación secundaria, la cual la instalación secundaria determina como respuesta a la primera señal de prueba y la segunda señal de prueba. El registro de la respuesta puede incluir un registro de una duración de tiempo, en la cual un relé de protección desconecta un disyuntor. El registro de la respuesta puede incluir una lectura de un indicador de potencia en un puesto de control.

20 En el caso de 84 se puede simular una respuesta esperada de la instalación de protección. Para ello se puede determinar aritméticamente un signo de una potencia, el cual debería ser registrado por la instalación secundaria, si el transformador de corriente está montado sin errores de polaridad y tanto el transformador de corriente como también el transformador de tensión están cableados sin errores con la instalación de protección. Opcionalmente se puede determinar aritméticamente un valor de una potencia, el cual debería ser registrado por la instalación secundaria, si el transformador de corriente está montado sin errores de polaridad y tanto el transformador de corriente como también el transformador de tensión están cableados sin errores con la instalación de protección. En el caso de que se alimenten simultáneamente señales de prueba en los transformadores de varias fases, también se pueden determinar magnitudes relativas de los valores de tensión, los cuales se esperan, si los transformadores de corriente están montados sin errores de polaridad y tanto los transformadores de corriente como también los transformadores de tensión están cableados sin errores con la instalación de protección.

25 En el caso de 85 la respuesta esperada se puede comparar con la respuesta registrada real. En el caso de una concordancia se puede deducir un montaje correcto del transformador de corriente sin errores de polaridad y un cableado correcto de los transformadores con las entradas de la instalación de protección. En el caso de una diferencia se puede determinar que existe un error de cableado o que el transformador de corriente fue montado con polaridad incorrecta. Por ejemplo con un error de este tipo se puede deducir si el signo de la potencia determinada por la instalación de protección es opuesto a un signo esperado de la potencia para la primera y segunda señal de prueba.

30 Adicionalmente a la prueba del cableado con el procedimiento también se puede determinar si los ajustes por dentro de la instalación secundaria 30 están fijados correctamente y/o los transformadores están conectados a las entradas asignadas a la fase correspondiente de la instalación secundaria 30. Por ejemplo se puede comprobar si la alimentación de señales de prueba en los transformadores, los cuales están conectados con una primera fase 4 del sistema primario, también conduce a un indicador de potencia correspondiente en un puesto de control, o si la potencia se indica erróneamente para una otra fase 5, 6 del sistema primario.

35 El cableado y el montaje correcto de transformadores, cuyo lado primario está acoplado con diferentes fases del sistema primario, se pueden comprobar secuencialmente o simultáneamente.

40 La figura 8 es un diagrama de flujo 90 de un procedimiento según un ejemplo de realización. El procedimiento se puede realizar usando el dispositivo de prueba 40 según un ejemplo de realización, en particular usando un dispositivo de prueba 40 con uno de los diseños descritos haciendo referencia a las figuras anteriores.

45 El procedimiento se puede utilizar para probar el cableado de transformadores de corriente y tensión secuencialmente para varias fases.

50 En el caso de 91 simultáneamente se aplica una primera señal de prueba en el cableado secundario de un transformador de tensión, cuyo lado de entrada está conectado con una fase del sistema primario, y se alimenta una segunda señal de prueba en el lado primario del transformador de corriente, el cual está conectado con la misma fase. Esto se puede realizar como está descrito haciendo referencia a los pasos 81 y 82 del procedimiento de la figura 7.

55 La respuesta de la instalación secundaria a la primera señal de prueba y la segunda señal de prueba se puede registrar. Esto se puede realizar como está descrito haciendo referencia al paso 83 del procedimiento de la figura 7.

En el caso de 92 se puede comprobar si las mediciones ya fueron realizadas en los transformadores de todas las fases. En el caso de que la medición no se haya realizado aún en los transformadores de todas las fases, el procedimiento regresa al paso 91. Las señales de prueba se alimentan ahora en el cableado secundario de un transformador de tensión y el lado primario de un transformador de corriente, los cuales están conectados con una otra fase del sistema primario.

En el caso de que en el paso 92 se determine que las mediciones fueron realizadas en los transformadores de todas las fases, el procedimiento continúa al paso 93. En el caso de 93 se puede comprobar si la respuesta de la instalación secundaria, la cual fue registrada respectivamente como reacción a la primera señal de prueba y la segunda señal de prueba para cada par de transformadores, coincide con la respuesta esperada. De esta manera se puede determinar si existen errores de cableado o polaridad. Adicionalmente se puede determinar, en cuál par de transformadores de corriente y tensión existe el error correspondiente.

La figura 9 es un diagrama de flujo 100 de un procedimiento según un ejemplo de realización. El procedimiento se puede realizar usando el dispositivo de prueba 40 según un ejemplo de realización, en particular usando un dispositivo de prueba 40 con uno del diseño descrito haciendo referencia a las figuras anteriores.

El procedimiento se puede utilizar para probar el cableado de transformadores de corriente y tensión para varias fases simultáneamente en una medición. Los varios transformadores de corriente y tensión están conectados en este caso entre tres fases de un cable trifásico y la instalación secundaria, por ejemplo un relé de protección. Para la prueba los lados secundarios de los transformadores de tensión se pueden desconectar respectivamente en solo un borne.

En el caso de 101 se aplican simultáneamente señales de tensión alterna en los lados secundarios de varios transformadores de tensión. Cada una de las señales de tensión alterna se puede aplicar en el cableado secundario, el cual conecta respectivamente un transformador de tensión con entradas de la instalación secundaria 30. El cableado secundario puede durante la prueba estar desconectado en un borne en el lado secundario del transformador de tensión.

Las diferentes tensiones alternas pueden presentar distintas amplitudes la una de la otra. Las diferentes tensiones alternas pueden estar desfasadas la una frente a la otra. Las diferentes tensiones alternas pueden presentar un desplazamiento de fase de $+120^\circ$ o de -120° la una con respecto a la otra.

En el caso de 102 simultáneamente con la aplicación de las tensiones alternas se alimentan varias señales de corriente alterna en los lados primarios de varios transformadores de corriente. En este caso una alimentación de una corriente alterna en el lado primario de cada transformador de corriente se puede realizar si en el cableado secundario del transformador de tensión conectado con la misma fase se aplica una tensión alterna. La señal de corriente alterna, la cual se aplica en un transformador de corriente, puede ser de fase igual con la señal de tensión alterna, la cual se aplica en el cableado secundario del transformador de tensión conectado con la misma fase.

Las diferentes corrientes alternas pueden presentar distintas amplitudes la una de la otra. Las diferentes corrientes alternas pueden estar desfasadas la una frente a la otra. Las diferentes corrientes alternas pueden presentar un desplazamiento de fase de $+120^\circ$ o de -120° la una con respecto a la otra.

En el caso de 103 se registra una respuesta de la instalación secundaria, la cual puede incluir por ejemplo un relé de protección. El registro de la respuesta puede incluir una lectura de un signo y opcionalmente también de un valor de varias potencias determinadas por la instalación secundaria, las cuales la instalación secundaria determina como respuesta a las señales de tensión alterna y las señales de corriente alterna para las diferentes fases. El registro de la respuesta puede incluir un registro de una duración de tiempo, en la cual un relé de protección apaga un disyuntor. El registro de la respuesta puede incluir una lectura de un indicador de potencia en un puesto de control para varias fases.

En el caso de 104 se puede simular una respuesta esperada de la instalación de protección. La determinación de la respuesta esperada se puede realizar como en el caso del paso 84 del procedimiento de la figura 7, en donde potencias esperadas se pueden determinar por ejemplo de forma separada para varias fases.

En el caso de 105 la respuesta esperada se puede comparar con la respuesta registrada real. Para ello por ejemplo para cada una de las tres fases un signo de una potencia determinada respectivamente por la instalación de protección se puede comparar con aquel signo, el cual se espera como reacción a la tensión alterna y a la corriente alterna en el caso de cableado correcto de los transformadores. Esta comparación se puede realizar para cada una de las tres fases. En el caso de una concordancia se puede deducir un montaje correcto del transformador de corriente sin errores de polaridad y un cableado correcto de los transformadores con las entradas de la instalación de protección. En el caso de una diferencia se puede determinar que existe un error de cableado o que el transformador de corriente fue montado con polaridad incorrecta. Por ejemplo un error de este tipo se puede deducir si el signo de la potencia determinada por la instalación de protección es opuesto a un signo de la potencia esperado para la primera y segunda señal de prueba.

- Adicionalmente a la prueba del cableado con el procedimiento también se puede determinar si los ajustes por dentro de la instalación secundaria 30 están fijados correctamente y/o los transformadores están conectados a las entradas asignadas a la fase correspondiente de la instalación secundaria 30. Por ejemplo mediante las diferentes amplitudes de las tensiones alternas y/o corrientes alternas, las cuales se aplican como señales de prueba, se puede comprobar si la alimentación de señales de prueba en los transformadores, los cuales están conectados con una primera fase 4 del sistema primario, también conduce a un indicador de potencia correspondiente en un puesto de control, o si esta potencia se indica defectuosamente para una otra fase 5, 6 del sistema primario.
- Mientras que los procedimientos, dispositivos y sistemas fueron descritos detalladamente haciendo referencia a las figuras, se pueden utilizar características adicionales o alternativas en el caso de ejemplos de realización. Por ejemplo el dispositivo de prueba 40 puede estar configurado de tal manera que una amplitud y/o frecuencia al menos de la segunda señal alimentada en el lado primario del transformador de corriente se cambia en función del tiempo para evitar una magnetización del transformador de corriente.
- Mientras que fueron descritos ejemplos de realización, en el caso de los cuales señales alternas sinusoidales fueron usadas como señales de prueba, también se pueden usar como señales de prueba otras señales alternas, por ejemplo señales rectangulares o triangulares, o señales de tensión continua y corriente continua.
- Los procedimientos, dispositivos y sistemas se pueden usar para detectar un montaje defectuoso de transformadores de corriente y/o un cableado defectuoso entre transformadores y las entradas de la instalación del sistema secundario. Adicionalmente con los procedimientos, dispositivos y sistemas divulgados se pueden comprobar también los ajustes por dentro de la instalación del sistema secundario. Por ejemplo mediante el comportamiento de disparo de un relé de protección se puede comprobar si se realiza una desconexión rápida en el caso de un error, el cual aparece en una dirección predefinida, por ejemplo en un cable aéreo, en relación con el relé de protección.
- Los dispositivos, procedimientos y sistemas según ejemplos de realización se pueden usar en particular para instalaciones secundarias, las cuales están acopladas tanto por medio de uno o varios transformadores de corriente como también por medio de uno o varios transformadores de tensión con el sistema primario de una red de energía, una estación transformadora o una central eléctrica para realizar funciones de comprobación y/o protección.
- Los dispositivos, procedimientos y sistemas según ejemplos de realización reducen el riesgo de que debido a un montaje defectuoso o un cableado defectuoso de transformadores de corriente y tensión, los cuales están conectados con un relé de protección o una otra instalación del sistema secundario, se puedan producir casos de error en un sistema de energía eléctrico.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la prueba de un cableado al menos de un transformador de corriente (20, 28, 29) y al menos de un transformador de tensión (10, 18, 19) de una instalación (30) de un sistema de energía eléctrico (1), que incluye aplicar una primera señal de prueba (71) en un lado secundario (15) de un transformador de tensión (10) y
5 aplicar una segunda señal de prueba en un lado primario de un transformador de corriente (20), en donde la primera señal de prueba (71) y la segunda señal de prueba se generan simultáneamente, y
10 evaluar una respuesta de la instalación (30) a la primera señal de prueba (71) y la segunda señal de prueba.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, en donde la evaluación de la respuesta de la instalación (30) incluye: calcular una respuesta esperada en función de una amplitud de la primera señal de prueba (71), una amplitud de la segunda señal de prueba y una situación de fase entre la primera señal de prueba y la segunda señal de prueba.
- 15 3. Procedimiento según la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en donde la respuesta de la instalación (30) incluye un signo y/o un valor de una potencia registrada por la instalación.
4. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, en donde la primera señal de prueba (71) es una tensión alterna y en donde la segunda señal de prueba es una corriente alterna.
20
5. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, en donde la primera señal de prueba y la segunda señal de prueba son de fases iguales.
- 25 6. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, en donde la primera señal de prueba (71) se aplica en el lado secundario del transformador de tensión (10), el cual está asignado a una primera fase (4) de varias fases (4-6), y
30 en donde la segunda señal de prueba se aplica en el lado primario del transformador de corriente (20), el cual está conectado con la primera fase (4).
7. Procedimiento según la reivindicación 6, que incluye además: generar al menos una otra señal de prueba (72) para la prueba del cableado al menos de un otro transformador (18, 19, 28, 29), el cual está conectado con otra fase (5, 6) distinta de la primera fase (4), en donde preferiblemente la al
35 menos una otra señal de prueba (72) se genera simultáneamente con la primera señal de prueba (71) y la segunda señal de prueba.
8. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, en donde la primera señal de prueba (71) y al menos una otra señal de tensión alterna (72) se aplican simultáneamente
40 en el lado secundario de al menos dos transformadores de tensión (10, 18) de la instalación, los cuales están asignados a diferentes fases (4, 5), en donde preferiblemente la primera señal de prueba (71) y la al menos una otra señal de tensión alterna (72) presentan diferentes amplitudes.
9. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, en donde la segunda señal de prueba y al menos una otra señal de corriente alterna se aplican simultáneamente en
45 el lado primario de al menos dos transformadores de corriente (20, 28) de la instalación (30), los cuales están asignados a diferentes fases (4, 5), en donde preferiblemente la segunda señal de prueba y la al menos una otra señal de corriente alterna presentan diferentes amplitudes.
- 50 10. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, en donde la instalación incluye un relé de protección, un indicador de potencia en un puesto de control o una instalación de medición.
11. Dispositivo de prueba para la prueba de un cableado al menos de un transformador de corriente (20, 28, 29) y al
55 menos de un transformador de tensión (10, 18, 19) de una instalación (30) de un sistema de energía eléctrico, que incluye
una primera salida para aplicar una primera señal de prueba (71) en un lado secundario (15) de un transformador de tensión (10), y
60 una segunda salida para aplicar una segunda señal de prueba en un lado primario de un transformador de corriente (20),
en donde el dispositivo de prueba (40) está configurado para generar simultáneamente la primera señal de prueba aplicada en el lado secundario del transformador de tensión (10) y la segunda señal de prueba aplicada en el lado primario del transformador de corriente (20), y
65 en donde el dispositivo de prueba (40) está configurado para evaluar una respuesta de la instalación (30) a la primera señal de prueba (71) y la segunda señal de prueba.

- 5 12. Dispositivo de prueba según la reivindicación 11, que incluye una instalación de computación electrónica (50), la cual está configurada para determinar aritméticamente una respuesta esperada de la instalación (30) a la primera señal de prueba (71) y la segunda señal de prueba a partir de una amplitud de la primera señal de prueba (71), una amplitud de la segunda señal de prueba y una relación de fase entre la primera señal de prueba (71) y la segunda señal de prueba.
- 10 13. Dispositivo de prueba según la reivindicación 12, que incluye una interfaz de salida (51) para emitir la respuesta esperada determinada aritméticamente y/o una interfaz de entrada (52) para recibir la respuesta de la instalación (30).
- 15 14. Dispositivo de prueba según una de las reivindicaciones 11 a 13, en donde el dispositivo de prueba (40) está diseñado para realizar el procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 10.
- 20 15. Sistema, que incluye una instalación (30), la cual presenta entradas, las cuales se pueden conectar con conductividad con al menos un transformador de corriente (20, 28, 29) y al menos un transformador de tensión (10, 18, 19), y un dispositivo de prueba (40) según una de las reivindicaciones 11 a 14, el cual está conectado con un cableado secundario (15) de un transformador de tensión (10) del al menos un transformador de tensión (10, 18, 19) y con el lado primario de un transformador de corriente (20) del al menos un transformador de corriente (20, 28, 29).

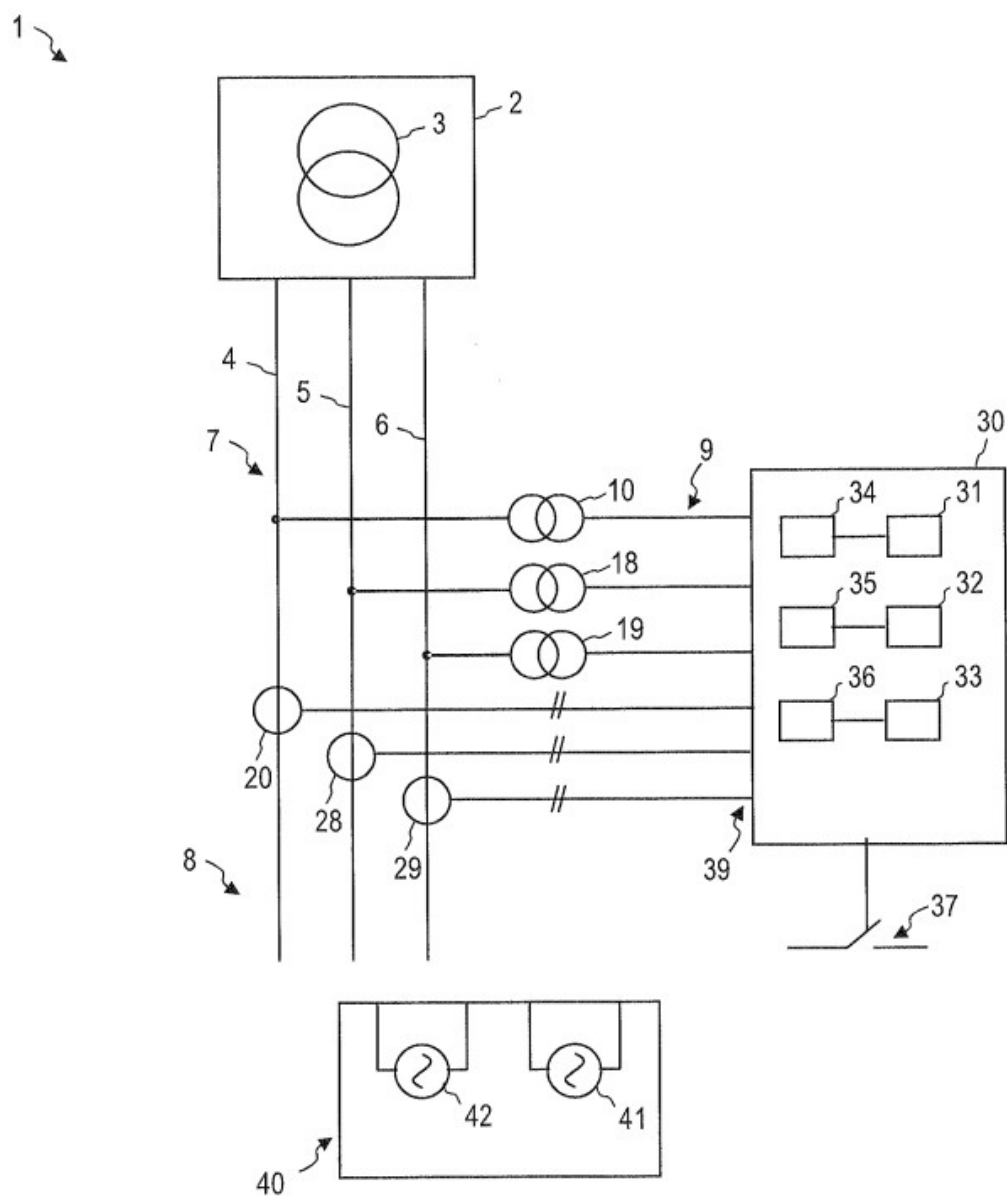


FIG. 1

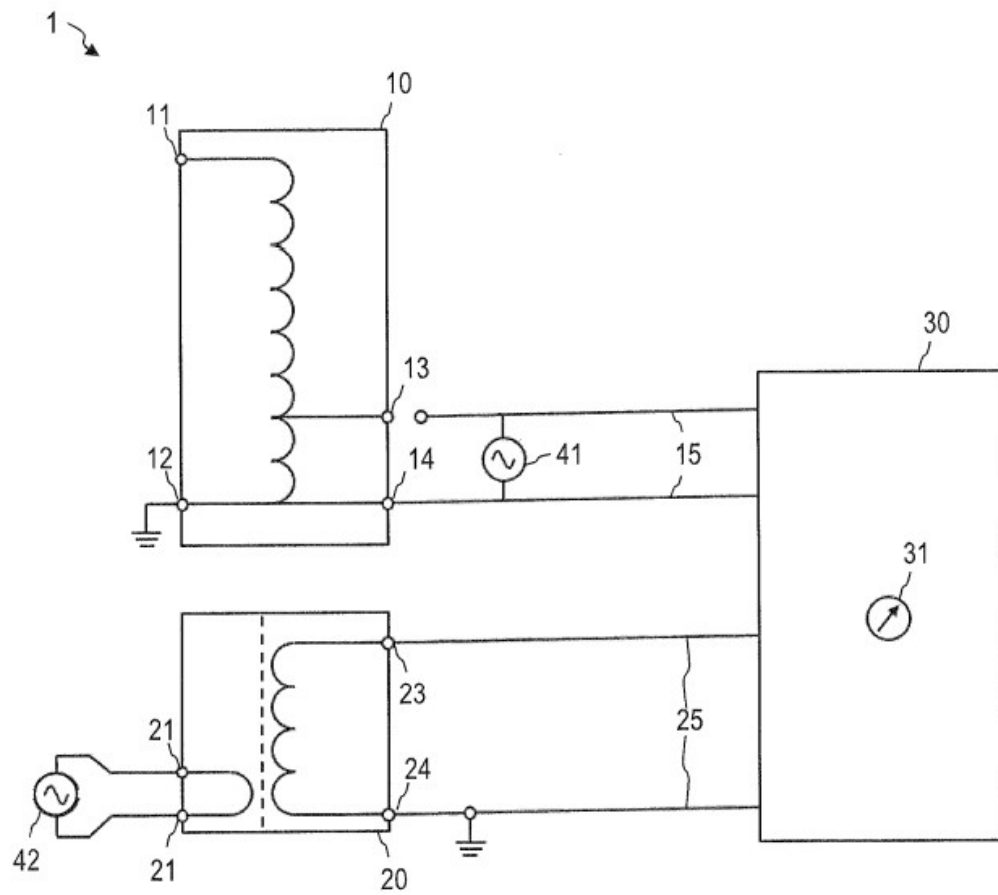


FIG. 2

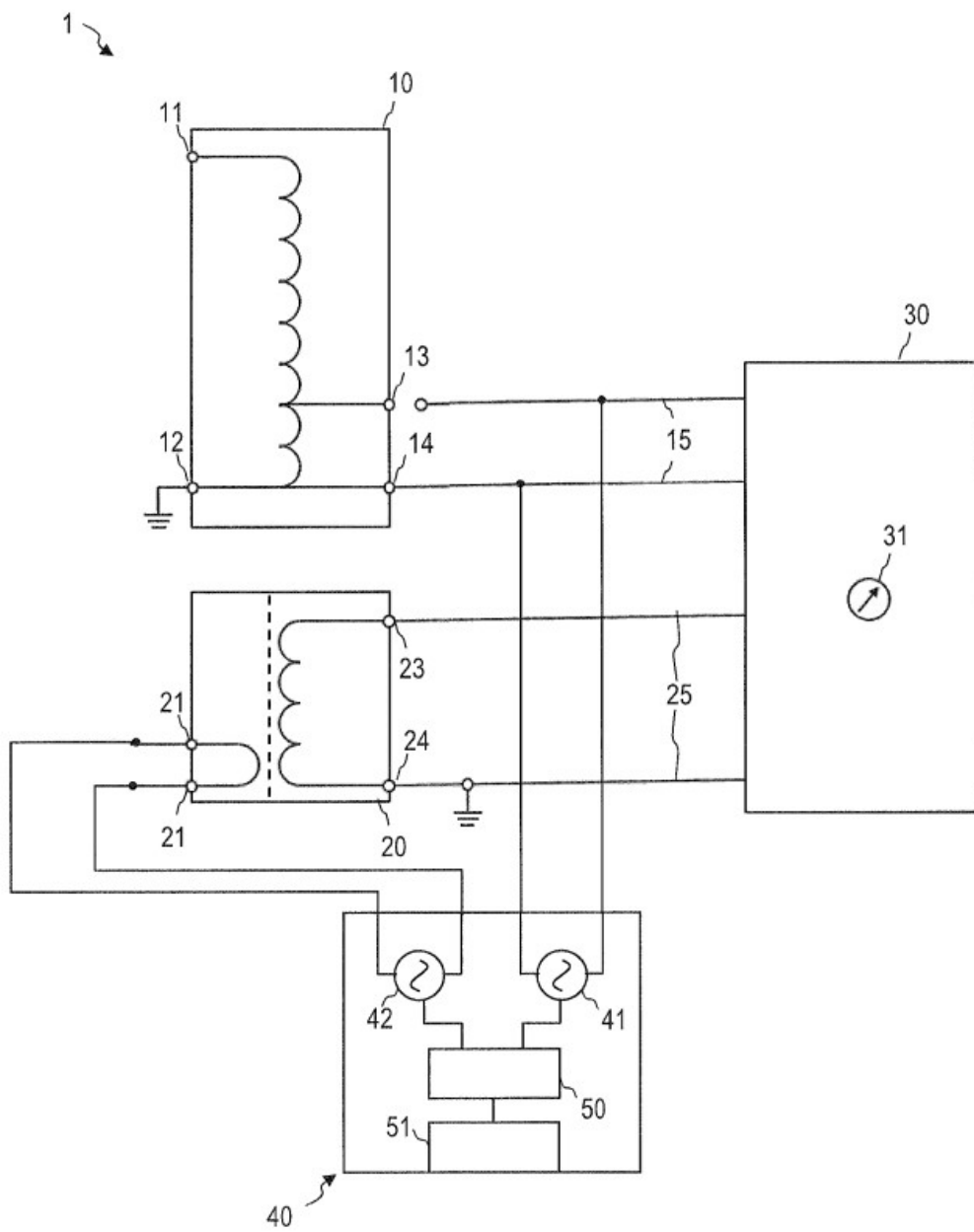


FIG. 3

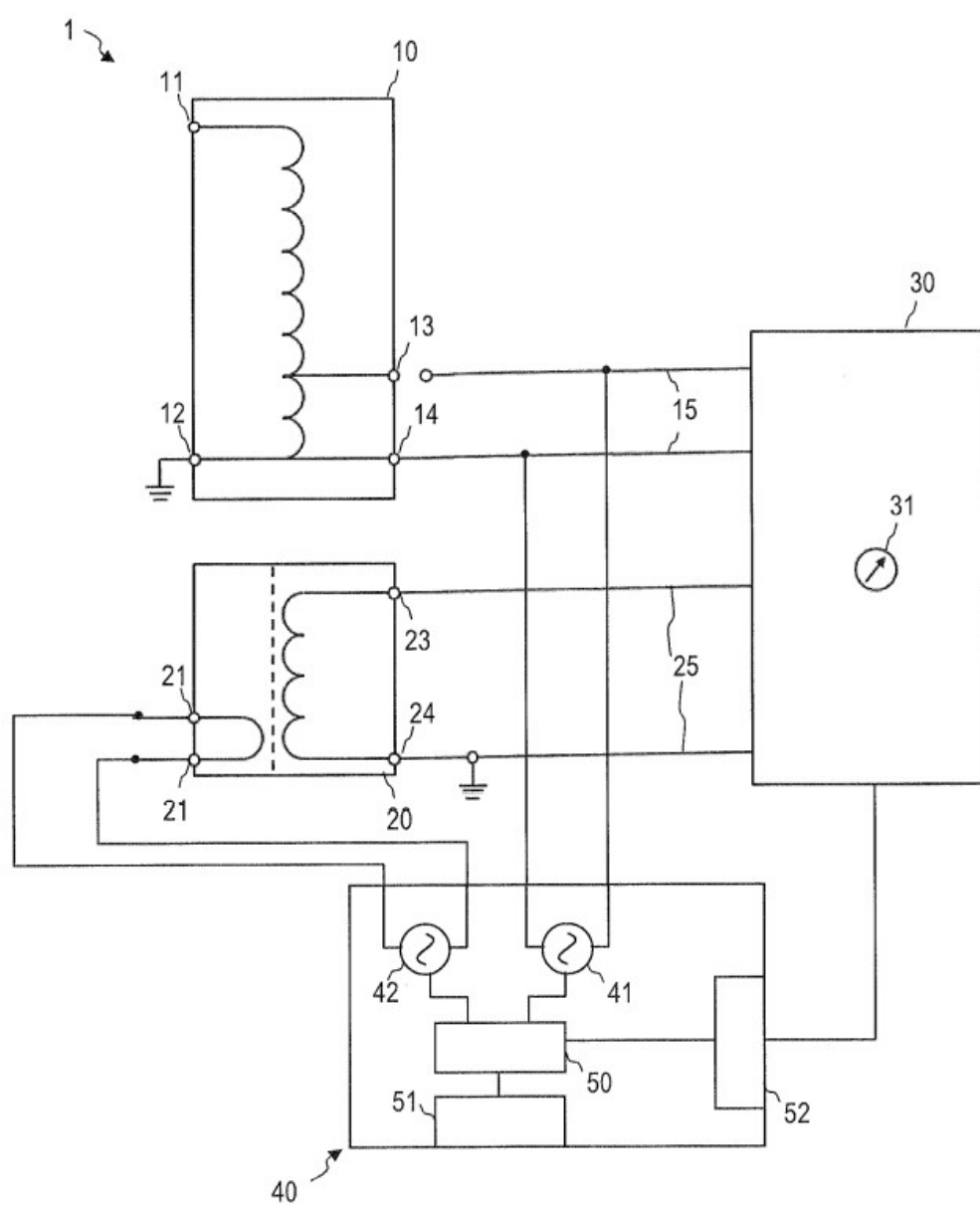


FIG. 4

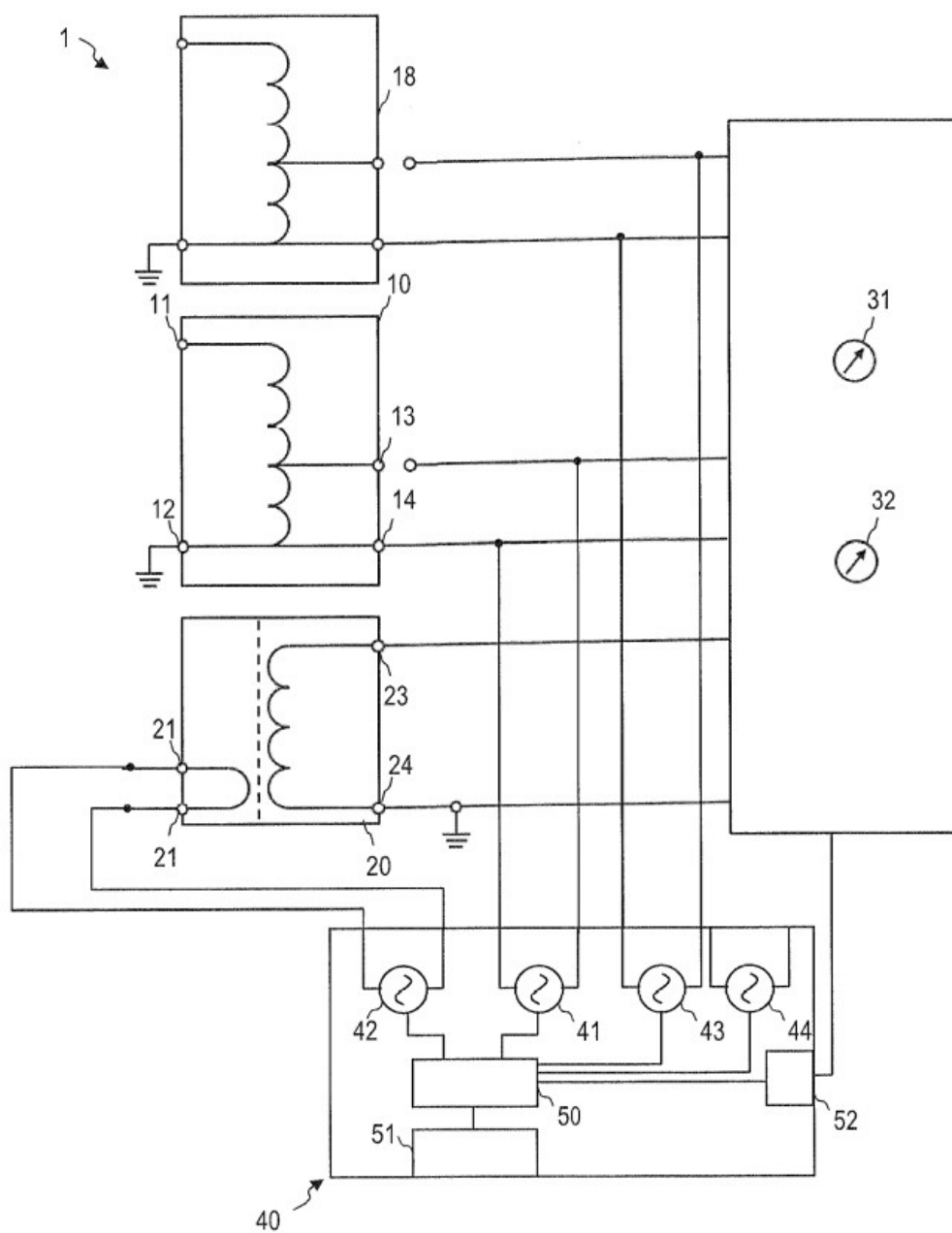


FIG. 5

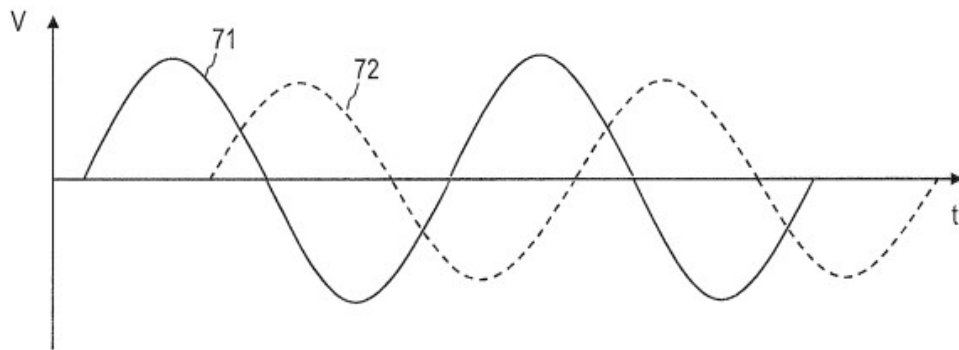


FIG. 6

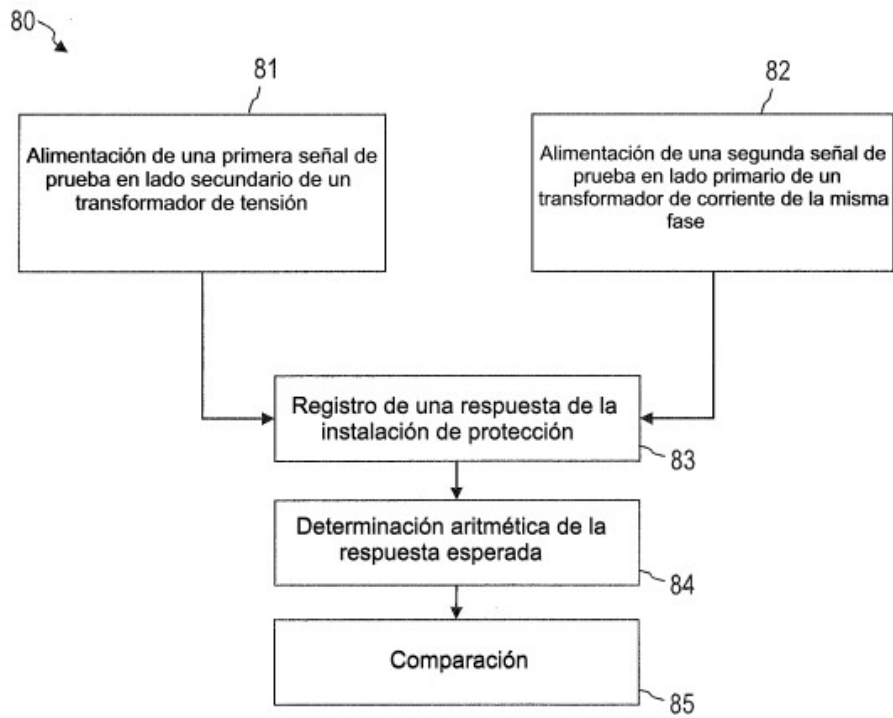


FIG. 7

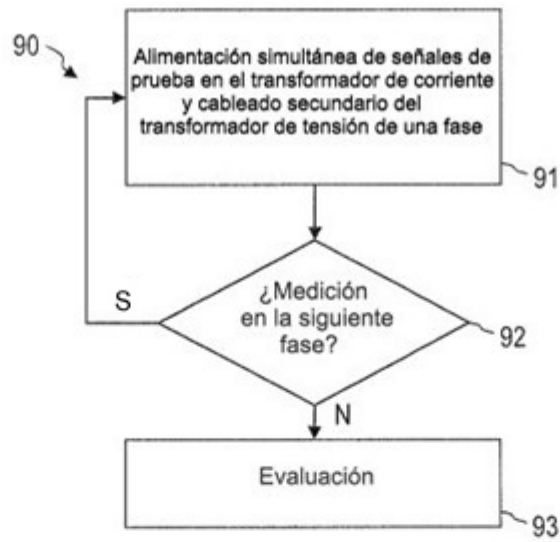


FIG. 8

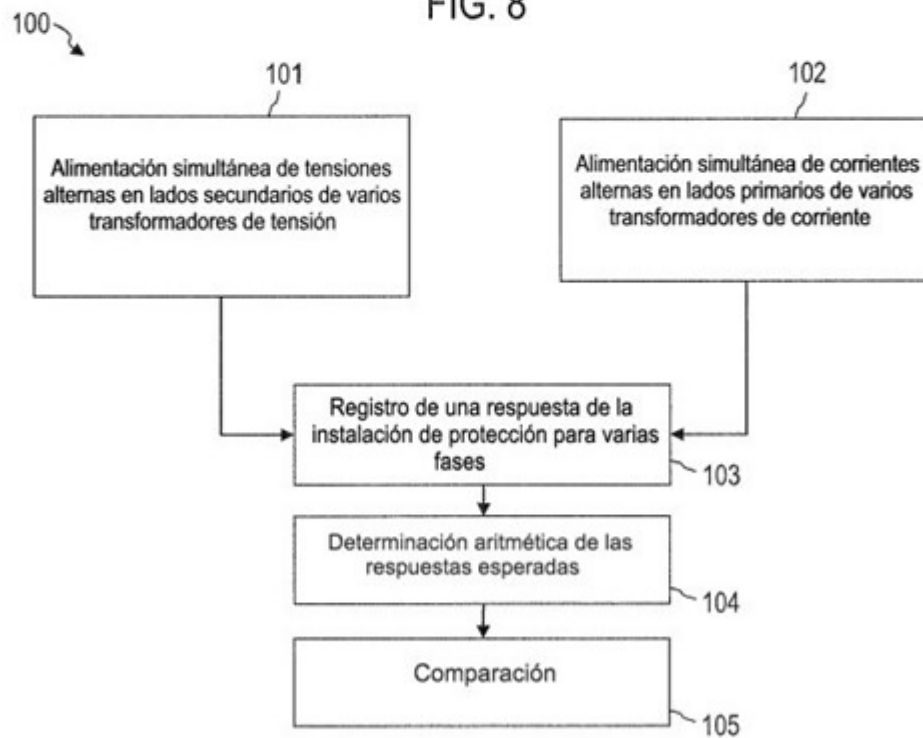


FIG. 9