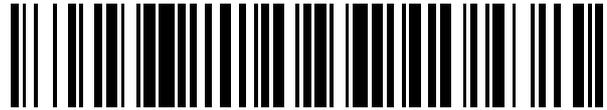


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 952 513**

51 Int. Cl.:

G01R 31/62 (2010.01)

G01R 31/72 (2010.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **20.05.2016 PCT/EP2016/061401**

87 Fecha y número de publicación internacional: **22.12.2016 WO16202523**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.05.2016 E 16723770 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.07.2023 EP 3311179**

54 Título: **Dispositivo de prueba y procedimiento de funcionamiento de un dispositivo de prueba**

30 Prioridad:

17.06.2015 AT 505032015

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

31.10.2023

73 Titular/es:

OMICRON ELECTRONICS GMBH (100.0%)

**Oberes Ried 1
6833 Klaus, AT**

72 Inventor/es:

**KAUFMANN, REINHARD y
FLAX, DIRK**

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 952 513 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Dispositivo de prueba y procedimiento de funcionamiento de un dispositivo de prueba

5 Campo de la invención

Los ejemplos de realización de la invención se refieren a un dispositivo de prueba para probar equipos de ingeniería de potencia, por ejemplo un transformador, y procedimientos para operar tales dispositivos de prueba. En particular, los ejemplos de realización de la invención se refieren a tales dispositivos y procedimientos con los que se puede determinar al menos una variable característica de un transformador.

Antecedentes

Los transformadores se utilizan como componentes de las redes de suministro de energía. Los transformadores pueden utilizarse para la conversión de tensión de un primer valor en un lado de alta tensión a un segundo valor, menor que el primer valor, en un lado de baja tensión.

La determinación de las características del transformador mediante un ensayo en el que uno o varios parámetros característicos del transformador se determinan por medición es necesaria, por ejemplo, para garantizar la seguridad de funcionamiento, con fines de control o por otros motivos. Ejemplos de tales mediciones incluyen la determinación de una resistencia estática, una relación de transformación, una inductancia de fuga o una reactancia de fuga. Los bancos de pruebas para equipos de potencia pueden diseñarse no solo para transformadores, sino también para probar otras unidades, como disyuntores o relés de protección.

Los dispositivos de prueba pueden disponerse para probar equipos de ingeniería de potencia como transformadores o transductores que tengan una inductancia. Por ejemplo, dichos dispositivos de prueba pueden disponerse para probar un transformador que comprende una inductancia en la que se almacena temporalmente energía.

En diversas situaciones operativas durante una prueba de un dispositivo bajo prueba, puede ser deseable disipar, por ejemplo disipar, la energía almacenada en la inductancia. Ejemplos de tales situaciones operativas incluyen el final de una prueba de un objeto de prueba o el final de un paso de prueba de un procedimiento de prueba de múltiples pasos. Otros ejemplos incluyen el apagado de emergencia del dispositivo de prueba en caso de fallo.

Por ejemplo, pueden utilizarse una o más resistencias para reducir la energía almacenada en la inductancia del objeto de prueba. Sin embargo, estas técnicas tienen el inconveniente de que la reducción de la energía almacenada en la inductancia puede ser relativamente larga. Esto puede ser indeseable por diversas razones. Por ejemplo, puede ser deseable por razones de seguridad disipar la energía almacenada en la inductancia relativamente rápido. Un procedimiento para disipar la energía en una inductancia puede encontrarse en el documento US5172067.

40 Síntesis de la invención

Existe una necesidad de dispositivos y procedimientos para reducir una intensidad de una corriente que fluye en una inductancia de un dispositivo bajo prueba. En particular, existe una necesidad de tales dispositivos y procedimientos que puedan reducir rápidamente la intensidad de la corriente en la inductancia del dispositivo bajo prueba y que puedan implementarse de una manera simple y compacta.

La invención se define en las reivindicaciones independientes 1,10 y 11. Las formas de realización preferidas se encuentran en las reivindicaciones dependientes.

De acuerdo con los ejemplos de realización, se prevé que la intensidad de una corriente que fluye en una inductancia no se reduzca con elementos puramente pasivos, sino que se reduzca activamente mediante un dispositivo controlable. El dispositivo controlable puede ser controlable de tal manera que la energía eléctrica puede fluir no sólo desde el dispositivo de prueba al objeto de prueba, sino también de la inductancia del objeto de prueba de nuevo en el dispositivo de prueba para reducir una intensidad de una corriente en la inductancia. El dispositivo controlable puede ser controlable de tal manera que el flujo de corriente y la tensión en el dispositivo controlable apunten en direcciones opuestas, de tal manera que el dispositivo controlable disipe energía cuando se acciona de tal manera que el flujo de corriente y la tensión en el dispositivo controlable apunten en direcciones opuestas.

El dispositivo controlable puede ser o comprender un amplificador de cuatro cuadrantes. El amplificador de cuatro cuadrantes puede controlarse de modo que el flujo de corriente y la tensión en el dispositivo controlable apunten en la misma dirección, para almacenar energía en la inductancia, y puede controlarse además de modo que el flujo de corriente y la tensión en el dispositivo controlable apunten en direcciones opuestas, para disipar energía y reducir la corriente que fluye en la inductancia.

65

ES 2 952 513 T3

El dispositivo controlable puede comprender alternativa o adicionalmente un transductor DC/DC bidireccional para alimentar la energía que fluye desde la inductancia del dispositivo bajo prueba de vuelta al equipo de prueba.

5 La inductancia puede ser una bobina u otra inductancia de un transformador o transductor al que se pueda conectar el instrumento de prueba para realizar la prueba.

10 Utilizando un dispositivo controlable de este tipo, puede reducirse el tiempo necesario para reducir la intensidad de corriente. Se puede reducir el tiempo necesario para probar el dispositivo sometido a prueba y/o se puede posibilitar un apagado más rápido en caso de fallo.

15 El dispositivo controlable puede estar dispuesto para disipar la energía que retorna de la inductancia al dispositivo de prueba en el dispositivo de prueba, por ejemplo mediante su conversión en calor. Con este fin, el dispositivo controlable puede comprender un amplificador de 4 cuadrantes.

20 El dispositivo controlable se puede arreglar para alimentar la energía que vuelve de la inductancia en el dispositivo de la prueba de nuevo en una red vía el dispositivo de la prueba. Para ello, el dispositivo controlable puede comprender un transductor bidireccional para devolver la energía que fluye desde el dispositivo bajo prueba al dispositivo de prueba a la red a través del dispositivo de prueba.

25 El control del dispositivo controlable para reducir la intensidad de la corriente que fluye en la inductancia puede implementarse como una función de seguridad, por ejemplo, en respuesta a la activación de un interruptor de parada de emergencia. El control del dispositivo controlable para reducir la corriente que fluye en la inductancia puede realizarse entre diferentes pasos de prueba de un procedimiento de prueba para reducir el tiempo total requerido para la prueba. El control del dispositivo controlable para reducir la corriente que fluye en la inductancia puede realizarse alternativa o adicionalmente en una condición de fallo en la que la energía almacenada en la inductancia del dispositivo sometido a prueba debe disiparse rápidamente.

30 El dispositivo de prueba comprende un dispositivo controlable para reducir la intensidad de una corriente que fluye en la inductancia del objeto de prueba.

35 El dispositivo controlable puede estar dispuesto para generar una contratensión variable en el tiempo para reducir la intensidad de corriente. De este modo, la intensidad de corriente puede reducirse eficazmente. La contratensión puede ajustarse en función del tiempo de acuerdo con una función de control o regulación predefinida.

40 El dispositivo de prueba puede comprender un dispositivo de control para controlar el dispositivo controlable en función de una tensión detectada y/o una corriente detectada.

45 El dispositivo de control puede estar dispuesto para ajustar la contratensión generada por el dispositivo controlable en un bucle de control.

50 El dispositivo de control puede estar dispuesto para la regulación de potencia en la que la potencia disipada en el dispositivo controlable se regula a un punto de ajuste de potencia. En una fase de funcionamiento en la que la intensidad de corriente de la inductancia del dispositivo sometido a prueba no debe reducirse activamente, el dispositivo controlable puede controlarse de manera que se regule la intensidad de corriente.

55 El dispositivo controlable puede estar dispuesto para pasar de un bucle de control adicional al bucle de control cuando se desea reducir la intensidad de corriente en la inductancia. El bucle de control adicional, que se realiza en una fase de funcionamiento en la que no debe reducirse la intensidad de corriente, puede comprender un control de la intensidad de corriente que fluye en la inductancia.

60 El dispositivo controlable puede estar dispuesto para generar la contratensión de manera que una cantidad de contratensión aumente monótonamente durante un intervalo de tiempo.

65 El dispositivo de prueba puede estar dispuesto para suministrar energía al a la inductancia a través del dispositivo controlable para generar una corriente que fluye en la inductancia, y para disipar la energía almacenada en la inductancia a través del dispositivo controlable para reducir la intensidad de la corriente. De este modo, puede reducirse el número de componentes necesarios, ya que el mismo dispositivo puede utilizarse tanto para almacenar energía como para descargar la inductancia. La energía puede almacenarse en la inductancia, por ejemplo, cuando se aplica una señal de prueba al dispositivo sometido a prueba.

El dispositivo controlable comprende un amplificador. El amplificador puede ser un amplificador de potencia. El amplificador puede ser un amplificador semiconductor.

El amplificador puede ser un amplificador de 4 cuadrantes. El amplificador de 4 cuadrantes es controlable de tal manera que la corriente y la tensión pueden ser dirigidas opuestamente.

El dispositivo de prueba puede ser diseñado como un dispositivo de prueba de transformador o como un dispositivo de prueba de transductor. El dispositivo de prueba de transformador o como dispositivo de prueba de transductor puede ser móvil, por ejemplo portátil.

5 Un sistema según un ejemplo de realización comprende un objeto de prueba que tiene una inductancia y un dispositivo de prueba según un ejemplo de realización conectado al objeto de prueba. La probeta puede ser un transformador o un transductor.

El transformador puede ser un transformador de dos devanados o un transformador de tres devanados.

10 El transformador o transductor puede estar instalado en una central eléctrica, subestación u otra instalación de generación y/o transmisión de energía. El transformador puede ser un transformador para una red de alta o media tensión.

15 En un procedimiento según un ejemplo de realización, se controla un dispositivo de prueba para probar un objeto de prueba que comprende una inductancia. El procedimiento comprende controlar un dispositivo controlable del dispositivo de prueba para reducir una intensidad actual de una corriente que fluye en la inductancia.

20 En el procedimiento, el dispositivo controlable se puede controlar para generar una contratensión tiempo-variable para reducir la intensidad actual. De este modo, la intensidad de corriente puede reducirse eficazmente. La contratensión puede ajustarse en función del tiempo de acuerdo con una función de control o regulación predefinida.

En el procedimiento, el dispositivo controlable puede disipar la energía que fluye de vuelta desde la inductancia hacia el dispositivo de prueba en el dispositivo de prueba, por ejemplo, convirtiéndola en calor.

25 En el procedimiento, el dispositivo controlable puede retroalimentar la energía que retorna de la inductancia al dispositivo de prueba a una red a través del dispositivo de prueba.

30 En el procedimiento, el dispositivo controlable puede ser accionado en dependencia de una tensión y/o corriente detectada, por ejemplo, en dependencia de una corriente de salida del dispositivo de prueba, e en dependencia de una tensión de salida del dispositivo de prueba y/o en dependencia de una tensión de enlace CC del dispositivo de prueba.

35 En el procedimiento, la contratensión generada por el dispositivo controlable puede ajustarse en un bucle de control. Alternativa o adicionalmente, el dispositivo controlable puede controlarse de manera que la potencia disipada por el dispositivo controlable en el dispositivo de prueba y/o la potencia devuelta a la red desde el dispositivo de prueba se controle a un valor de consigna.

40 En el procedimiento, el dispositivo controlable puede ser controlado de una primera manera para aplicar o imprimir una señal de prueba al dispositivo bajo prueba. En un segundo modo, el dispositivo controlable puede ser accionado cuando la energía almacenada en la inductancia del dispositivo bajo prueba debe ser disipada en el propio dispositivo de prueba o devolviéndola a una red a través del dispositivo de prueba. El control del dispositivo controlable para reducir la corriente que fluye en la inductancia del dispositivo sometido a prueba puede realizarse en un bucle de control en el que, por ejemplo, la potencia disipada por el dispositivo controlable se controla a un valor de consigna de potencia. El control del dispositivo controlable para aplicar o impresionar una señal de prueba puede ser tal que, por ejemplo, la corriente de salida o una amplitud de la corriente de salida del dispositivo de prueba se controla a un punto de ajuste de corriente.

50 En el procedimiento, la contratensión puede generarse de tal manera que una cantidad de la contratensión aumente monótonamente durante un intervalo de tiempo.

55 En el procedimiento, el dispositivo controlable, por ejemplo un amplificador de 4 cuadrantes, puede controlarse de manera que una potencia disipada por el dispositivo controlable en el conjunto de prueba se controle a un punto de ajuste mientras se disipa la magnitud de la corriente que fluye en la inductancia. De esta manera, se puede garantizar una disipación de calor suficiente del amplificador de 4 cuadrantes.

60 En el procedimiento, la contratensión puede generarse de forma que la magnitud de la contratensión aumente mientras una tensión de enlace de CC del dispositivo de prueba sea constante. De este modo, el dispositivo controlable puede utilizarse en particular para reducir la intensidad de corriente en la inductancia de un transductor del dispositivo de prueba.

65 En el procedimiento, puede suministrarse energía a través del dispositivo controlable para imprimir una señal de prueba en el dispositivo sometido a prueba que produce un flujo de corriente en la inductancia, y la energía almacenada en la inductancia puede disiparse a través del dispositivo controlable para reducir la intensidad de corriente. De este modo, puede reducirse el número de componentes necesarios, ya que el mismo dispositivo puede utilizarse tanto para almacenar energía como para descargar la inductancia.

El dispositivo controlable comprende un amplificador. El amplificador puede ser un amplificador de potencia. El amplificador puede ser un amplificador semiconductor.

5 El amplificador puede ser un amplificador de 4 cuadrantes. El amplificador de 4 cuadrantes es controlable de tal manera que la corriente y la tensión pueden ser dirigidas opuestamente.

10 El dispositivo de prueba controlado por el procedimiento puede ser un dispositivo de prueba de transformador o un dispositivo de prueba de transductor. El dispositivo de prueba de transformadores o el dispositivo de prueba de transductor puede ser móvil, por ejemplo, portátil.

En el procedimiento, el dispositivo de prueba se puede conectar a un transformador o transductor.

15 El transformador puede ser un transformador de dos devanados o un transformador de tres devanados.

El transformador o transductor puede estar instalado en una central eléctrica, subestación u otra instalación de generación y/o transmisión de energía. El transformador puede ser un transformador para una red de alta o media tensión.

20 Los dispositivos, procedimientos y sistemas según las realizaciones permiten reducir eficazmente la energía almacenada en una bobina u otra inductancia, por ejemplo en una situación de parada de emergencia. Alternativa o adicionalmente, el dispositivo controlable también puede reducir la energía almacenada en la inductancia cuando, por ejemplo, se completa un paso de prueba de un procedimiento de prueba.

25 Breve descripción de las figuras

La invención se explicará con más detalle a continuación con referencia a los dibujos, con referencia a formas de realización preferidas. En los dibujos, signos de referencia idénticos denotan elementos idénticos.

30 La figura 1 muestra un dispositivo de prueba según un ejemplo de realización.

La figura 2 muestra un dispositivo de prueba según un ejemplo de realización.

35 La figura 3 es un diagrama que explica el funcionamiento del dispositivo de prueba según un ejemplo de realización.

La figura 4 es un diagrama que explica el funcionamiento del dispositivo de prueba según un ejemplo de realización.

La figura 5 es un diagrama que explica el funcionamiento del dispositivo de prueba según un ejemplo de realización.

40 La figura 6 muestra un dispositivo de prueba según un ejemplo de realización.

La figura 7 es un diagrama de bloques de un controlador de un dispositivo de prueba según un ejemplo de realización.

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

La figura 9 muestra un sistema con un dispositivo de prueba de transformadores según un ejemplo de realización.

50 Descripción detallada de los ejemplos de realización

A continuación, la presente invención se explicará con más detalle mediante formas de realización preferidas con referencia a los dibujos. En las figuras, signos de referencia idénticos denotan elementos idénticos o similares. Las figuras son representaciones esquemáticas de diversas formas de realización de la invención. Los elementos mostrados en las figuras no están necesariamente a escala. Más bien, los diversos elementos mostrados en las figuras están representados de tal manera que su función y propósito pueden ser comprendidos por un experto en la técnica.

60 Las conexiones y acoplamientos entre las unidades funcionales y los elementos mostrados en las figuras también pueden implementarse como conexiones o acoplamientos indirectos. Una conexión o acoplamiento puede realizarse por cable o de forma inalámbrica.

65 Los dispositivos y procedimientos de prueba para probar un objeto de prueba se describen en detalle a continuación. La probeta puede ser un transformador o transductor para redes de alta o media tensión. La probeta puede ser un transformador instalado en una central eléctrica o subestación. El dispositivo de prueba puede ser un dispositivo móvil o puede estar construido a partir de varios dispositivos móviles para permitir la realización de mediciones en el

transformador instalado. El dispositivo de prueba comprende una inductancia, que puede ser una bobina o una barra colectora.

El dispositivo de prueba comprende un dispositivo controlable que se controla para disipar la energía almacenada en la inductancia del objeto de prueba. El dispositivo controlable puede ser un amplificador de 4 cuadrantes. Para disipar la energía almacenada en la inductancia, el dispositivo controlable puede accionarse de forma que la corriente y la tensión en el dispositivo controlable se dirijan de forma opuesta, de forma que la energía fluya de vuelta al objeto de prueba y se disipe en el dispositivo controlable. En este estado de funcionamiento, el dispositivo controlable se desconecta en el cuadrante II. o IV. del diagrama U-I. Alternativamente o además de la disipación, en la que la energía de reflujo se convierte en calor en el dispositivo de prueba, al menos una parte de la energía de reflujo puede retroalimentarse desde el dispositivo de prueba a la red eléctrica.

La inductancia puede ser una bobina de un objeto de prueba, en particular una bobina de un transformador de un sistema de ingeniería eléctrica.

Puede producirse una reducción de la intensidad de corriente de una corriente que fluye por la inductancia, por ejemplo, cuando se acciona un interruptor de parada de emergencia del dispositivo de prueba. El dispositivo controlable, por ejemplo, el amplificador de 4 cuadrantes, puede entonces controlarse para producir una contratensión variable en el tiempo a una tensión que cae a través de la inductancia para reducir la intensidad de corriente.

Los dispositivos y procedimientos de prueba pueden disponerse para determinar automáticamente diversas características del transformador u otro dispositivo sometido a prueba. Por ejemplo, una o más relaciones del transformador pueden determinarse automáticamente sin necesidad de recableado. También pueden determinarse otros parámetros como las resistencias estáticas o dinámicas o una reactancia de fuga y/o una inductancia de fuga del transformador. Para ello, el dispositivo de prueba puede evaluar una respuesta de prueba, que se registra en respuesta a una señal de prueba. La señal de prueba puede ser generada por el dispositivo controlable del dispositivo de prueba y emitida al objeto de prueba. La reducción de la corriente que circula por la inductancia puede realizarse bajo el control de un dispositivo de control del dispositivo de prueba, por ejemplo cuando se ha accionado un interruptor de parada de emergencia.

La figura 1 muestra un sistema 1 que comprende un dispositivo de prueba 10 para determinar una característica de un dispositivo sometido a prueba según un ejemplo de realización. Una salida 31 del dispositivo de prueba 31 está conectada conductivamente a un objeto de prueba 70. El dispositivo de prueba 10 puede conectarse de forma no destructiva y desmontable al objeto de prueba 70 para aplicar o inyectar una señal de prueba al objeto de prueba 70 y para detectar una respuesta de prueba del objeto de prueba 70. El objeto de prueba 70 puede ser un transformador. El objeto de prueba 70 comprende al menos una inductancia 71, que puede ser una bobina, un devanado o una barra colectora.

El dispositivo de prueba 10 puede estar formado como un único dispositivo con una carcasa 11, como se muestra en la figura 1. El dispositivo de prueba 10 puede comprender una disposición de una pluralidad de dispositivos o dispositivos. En este caso, los múltiples dispositivos o dispositivos pueden estar controlados por un controlador central. El dispositivo de prueba 10 puede ser un dispositivo de prueba de transformadores. El dispositivo de prueba de transformadores 10 puede ser un dispositivo móvil y, en particular, un dispositivo portátil.

El dispositivo de prueba 10 comprende una pluralidad de terminales 12 para la conexión al dispositivo sometido a prueba, un transductor 32 y un dispositivo de control 20. El dispositivo de prueba 10 está dispuesto para generar una señal de prueba para el objeto de prueba y para evaluar una respuesta de prueba del objeto de prueba. Uno o más dispositivos de medición 14, 15 para detectar la respuesta de prueba del objeto de prueba pueden estar integrados en el dispositivo de prueba 10. Uno o más medios de conmutación controlables pueden estar integrados en el dispositivo de prueba 10, por ejemplo para cortocircuitar selectivamente un lado primario o un lado secundario del objeto de prueba durante la prueba. Los al menos un dispositivo de medición 14, 15 y un dispositivo de control 20 pueden estar incorporados en una carcasa 11 del dispositivo de prueba del transformador.

El transformador 32 puede estar dispuesto para generar una tensión de circuito intermedio. Este enlace de CC permite generar potencia reactiva en el dispositivo. El consumo de corriente de la toma de corriente es menor, ya que solo se consume potencia real. Alternativa o adicionalmente, se hacen posibles tiempos de alimentación más largos. El transductor 32 puede ser un transductor CC/CC bidireccional.

La tensión de enlace CC del transductor puede alimentar un dispositivo controlable 35, que se describe con más detalle a continuación. El dispositivo controlable 35 puede ser un amplificador de 4 cuadrantes.

El transductor 32 puede estar acoplado en el lado de entrada a un terminal 21 para su conexión a una fuente de alimentación externa, por ejemplo una toma de corriente. El transductor 32 puede estar acoplado en el lado de entrada a una batería u otro dispositivo de almacenamiento de energía. La batería u otro dispositivo de almacenamiento de energía puede estar integrado en la carcasa 11 del dispositivo de prueba 10.

El transductor 32 puede comprender al menos un interruptor controlable. El al menos un interruptor controlable puede ser un interruptor de puente completo o de medio puente. El al menos un interruptor controlable puede conmutarse de forma sincronizada.

5 En la operación del dispositivo de prueba 10, una señal de prueba puede ser impresa o aplicada al objeto de prueba 70. Una respuesta de prueba puede ser detectada a través de los terminales. Se puede detectar una respuesta de prueba a través de los terminales 22, 23 conectables al objeto de prueba y conectados a al menos un dispositivo de medición 14, 15.

10 El dispositivo de control 20 puede estar dispuesto para determinar características del objeto de prueba en función de la respuesta de prueba del objeto de prueba a la señal de prueba. El dispositivo de control 20 puede comprender uno o más circuitos integrados semiconductores, por ejemplo un circuito integrado de aplicación específica (ASIC), un controlador, un microcontrolador, un procesador, un microprocesador, o una combinación de los mismos. El dispositivo de control 20 puede controlar el transductor 32, el dispositivo controlable 35 y, opcionalmente, otras unidades del dispositivo de prueba 10, como una matriz de conmutación, en respuesta a un accionamiento de una interfaz de usuario del dispositivo de prueba 10.

20 En diferentes condiciones de funcionamiento, por ejemplo después de accionar un botón de parada de emergencia, puede ser conveniente disipar rápidamente esta energía. Esto puede aumentar la seguridad de funcionamiento. Alternativa o adicionalmente, la disipación rápida de la energía almacenada en la inductancia 71 puede ser deseable entre diferentes pasos de prueba de un procedimiento de prueba que comprende una pluralidad de pasos de prueba. Esto puede reducir el tiempo total requerido para probar el dispositivo bajo prueba.

25 Un dispositivo controlable 35 se proporciona para reducir la energía almacenada en la inductancia 71. El dispositivo controlable 35 puede ser controlable para generar una contratensión a la tensión caída a través de la inductancia 71. El dispositivo controlable 35 puede ser accionado por el dispositivo de control 20 del dispositivo de prueba 10 al menos cuando la energía almacenada en la inductancia 71 debe disiparse. Este puede ser el caso, por ejemplo, tras el accionamiento de un interruptor de parada de emergencia. El dispositivo controlable 35 puede ser accionado por el dispositivo de control 20 según diferentes bucles de control dependiendo de si se trata de un funcionamiento normal, en el que la energía fluye desde el dispositivo de prueba 10 a la muestra de ensayo 70, o de un funcionamiento de emergencia, en el que la energía almacenada en la inductancia 71 debe disiparse. Por ejemplo, cuando la energía almacenada en la inductancia 71 debe disiparse rápidamente, puede aplicarse un control a la tensión de enlace de CC o un control de potencia.

35 El dispositivo controlable 35 puede o no ser controlado en un bucle de control. Por ejemplo, el dispositivo controlable 35 puede controlarse de tal manera que cuando la energía fluye de vuelta desde el dispositivo bajo prueba 70 al dispositivo de prueba 10, la potencia que fluye de vuelta y/o la potencia disipada en el dispositivo controlable 35 se controla a un punto de ajuste de potencia.

40 El dispositivo controlable 35 puede estar preparado para generar una contratensión a la tensión a través de la inductancia 71 para disipar la energía almacenada en la inductancia 71. La contratensión puede tener una magnitud monótonamente creciente durante al menos una porción del tiempo en que la energía almacenada en la inductancia 71 está siendo disipada. El dispositivo controlable 35 puede ser controlado por el dispositivo de control 20 de manera que la magnitud de la contratensión generada para disipar la energía almacenada en la inductancia 71 aumente mientras la tensión de enlace de CC a la salida del transductor 32 sea constante.

50 El dispositivo de control 35 puede tener diferentes formas de realización. El dispositivo controlable 35 está configurado como un amplificador que se controla tanto cuando la energía fluye desde el dispositivo de prueba 10 al dispositivo bajo prueba 70 como para reducir la energía almacenada en la inductancia 71. En otras formas de realización, el dispositivo controlable 35, que se controla para reducir la intensidad de la corriente que fluye en la inductancia, por ejemplo durante una operación de parada de emergencia, no necesita ser controlado también para almacenar energía en la inductancia 71. Por ejemplo, pueden utilizarse amplificadores diferentes para cargar y descargar la inductancia 71.

55 La figura 2 muestra un sistema 1 con un dispositivo de prueba 10 para determinar una característica de un objeto de prueba 70 según un ejemplo de realización. Los dispositivos que pueden corresponder en función o diseño a los dispositivos descritos con referencia a la figura 1 se designan con los mismos signos de referencia.

60 El dispositivo controlable 35 para generar una tensión contraria a la tensión a través de la inductancia 71 para disipar la energía almacenada en la inductancia 71 comprende un amplificador.

65 El amplificador 36 puede ser un amplificador de 4 cuadrantes. El amplificador 36 puede estar dispuesto para aumentar la intensidad de la corriente que fluye en la inductancia 71 para acumular energía en la inductancia 71. El amplificador 36 puede ser dispuesto para reducir la intensidad de la corriente que fluye en la inductancia 71 para

reducir la energía en la inductancia 71. Para ello, el amplificador 36 puede generar una contratensión, que puede ser variable en el tiempo, a la tensión a través de la inductancia 71, tal como se describe con referencia a la figura 1.

5 El amplificador 36 puede ser controlado de forma diferente por el dispositivo de control 20 dependiendo de si debe haber un flujo de energía desde el dispositivo de prueba 10 al dispositivo bajo prueba 70, o si debe haber una disipación de energía en la inductancia 71 de forma que el flujo de energía fluya desde el dispositivo bajo prueba 70 al dispositivo de prueba 10 a través del terminal 31. El amplificador 36 puede ser controlado por el dispositivo de control 20 de tal manera que la corriente y la tensión en el amplificador 36 se dirijan en la misma dirección cuando la energía deba fluir desde el dispositivo de prueba 10 al objeto de prueba 70. Al hacer esto, el amplificador 36 opera en el cuadrante I. o III. de un diagrama U-I. El amplificador 36 puede ser accionado por el dispositivo de control 20 de tal manera que la corriente y la tensión en el amplificador 36 se dirigen en direcciones opuestas cuando la energía debe ser disipada en la inductancia 71 de tal manera que el flujo de energía se produce desde el objeto de prueba 70 del dispositivo de prueba 10. En este caso, el amplificador 36 se sitúa en el cuadrante II. o IV. de un diagrama U-I. Este puede ser el caso, por ejemplo, cuando, después de accionar un interruptor de parada de emergencia, el dispositivo de control 20 controla el amplificador 36 para descargar la inductancia 71.

La figura 3 muestra un ejemplo de diagrama U-I de un amplificador 36 para explicar el funcionamiento del dispositivo de prueba 10 según un ejemplo de realización. El amplificador 36 se incluye en el dispositivo de prueba para descargar la inductancia 71 y disipar así la energía almacenada en la inductancia 71. Al hacerlo, el amplificador se acciona de tal manera que la corriente y la tensión en el amplificador 36 están en direcciones opuestas. El amplificador 36 está conectado en el cuadrante II. 42 o en el cuadrante IV. del diagrama UI.

El amplificador 36 puede estar dispuesto para cargar la inductancia 71, acumulando así la energía almacenada en la inductancia 71. Al hacerlo, el amplificador se acciona de tal manera que la corriente y la tensión en el amplificador 36 se dirigen en la misma dirección. El amplificador 36 se conecta en el cuadrante I. 41 o en el cuadrante III. 43 del diagrama U-I.

Alternativamente o además de convertir en calor la energía que fluye de vuelta al dispositivo de prueba 10 desde el objeto de prueba 70, al menos parte de la energía que fluye de vuelta a través de la conexión 31 puede almacenarse en un dispositivo de almacenamiento de energía del dispositivo de prueba 10, por ejemplo un condensador del transductor CC/CC 32, y/o retroalimentarse a la red eléctrica a través del transductor CC/CC 32 y la conexión 21. Para ello, el transductor CC/CC 32 puede ser un transductor CC/CC 32 bidireccional.

La figura 4 muestra una forma de onda ejemplar de una potencia de salida 45 en el terminal 31 resultante cuando el amplificador 36 se controla para reducir la corriente que fluye en la inductancia 71.

En un momento 48, el dispositivo de control 20 puede detectar que la intensidad de la corriente que fluye en la inductancia 71 debe reducirse, por ejemplo, para desmagnetizar la inductancia 71. El dispositivo de control 20 puede controlar una interfaz de usuario del dispositivo de prueba 10 para detectar si se ha accionado un interruptor de parada de emergencia y puede iniciar la reducción de la energía almacenada en la inductancia 71 en respuesta a ello. El dispositivo controlable 20 puede alternativa o adicionalmente controlar una secuencia de un procedimiento de prueba del dispositivo bajo prueba, y puede iniciar la reducción de la energía almacenada en la inductancia 71 en respuesta a la secuencia.

45 El dispositivo controlable 35 se controla para invertir la dirección del flujo de energía en el terminal 31. El dispositivo controlable 35 puede controlarse de acuerdo con un bucle de control de manera que la potencia disipada por el dispositivo controlable 35 y/o la potencia que fluye de vuelta desde el dispositivo sometido a prueba 70 se controle hasta un punto de ajuste de potencia.

50 La magnitud de una contratensión generada por el amplificador de 4 cuadrantes 36 puede aumentar monótonamente durante un intervalo de tiempo. La magnitud de la contratensión puede ajustarse en función de la derivada en el tiempo de la corriente en la inductancia 71. El dispositivo de control 20 puede ajustar la magnitud de la contratensión en función del tiempo.

55 En un tiempo 49, la reducción de la corriente en la inductancia 71 puede ser terminada. El dispositivo de control 20 puede, por ejemplo, terminar el proceso de reducción de la energía almacenada en la inductancia 71 en función de si la tensión de enlace de CC es constante o si la inductancia 71 está desmagnetizada.

60 Durante la condición de funcionamiento ilustrada en la figura 4, el amplificador 36 puede funcionar de tal manera que la corriente y la tensión en el amplificador 36 se dirijan en direcciones opuestas para disipar la energía almacenada en la inductancia del amplificador 36. Alternativa o adicionalmente, la energía puede ser devuelta a la red a través del amplificador 36.

65 La figura 5 muestra una forma de onda ejemplar de una tensión de salida resultante cuando se acciona el amplificador 36 para reducir la corriente que fluye en la inductancia 71.

No es necesario que la contratensión 46 aumente monótonamente a lo largo del periodo entre los tiempos 48, 49 cuando se reduce la magnitud de la corriente en la inductancia. Por ejemplo, la contratensión 46 también puede tener una sección en la que disminuye. Durante un intervalo de tiempo 47, la magnitud de la contratensión aumenta monótonamente a medida que la energía fluye desde el dispositivo sometido a prueba 70 hasta el dispositivo de prueba 10.

La figura 6 muestra un dispositivo de prueba 10 para determinar una magnitud característica de una muestra de ensayo según un ejemplo de realización. Los dispositivos que pueden corresponder en función o diseño a los dispositivos descritos con referencia a las figuras 1 a 5 se designan con los mismos signos de referencia.

El dispositivo controlable 35 para generar una contratensión a la tensión a través de la inductancia 71 para disipar la energía almacenada en la inductancia 71 puede ser controlado en respuesta a una corriente y/o tensión detectada por el dispositivo de prueba 10. Por ejemplo, puede utilizarse un amperímetro 37 u otro dispositivo de medición de corriente para detectar una intensidad de corriente que fluye a través de la salida 31. Puede utilizarse un voltímetro 38 u otro dispositivo de medición de tensión para detectar la tensión en la salida 31.

Una magnitud de la contratensión generada por el dispositivo controlable 35 puede ajustarse en respuesta a la tensión detectada por el voltímetro 38 y/o en respuesta a la intensidad de corriente detectada por el dispositivo de detección de corriente 37, al menos en la condición de funcionamiento en la que el dispositivo controlable 35 se controla para reducir la energía almacenada en la inductancia 71.

El dispositivo de control 20 puede, al menos en el estado de funcionamiento en el que el dispositivo controlable 35 se controla para reducir la energía almacenada en la inductancia 71, controlar el dispositivo controlable 35 de manera que la potencia disipada por el dispositivo controlable 35 se ajuste en un bucle de control.

El dispositivo de control 20 puede, al menos en un estado de funcionamiento adicional en el que el dispositivo controlable 35 es accionado de tal manera que la energía fluye desde el dispositivo de prueba 10 a la muestra de prueba 10, accionar el dispositivo controlable 35 de tal manera que la contratensión generada por el dispositivo controlable 35 a la tensión a través de la inductancia 71 se establece como una variable manipulada en un bucle de control utilizado para controlar una corriente de salida del dispositivo de prueba 10.

El dispositivo de control 20 puede disponerse para cambiar automáticamente a un bucle de control que puede utilizarse específicamente para reducir la energía almacenada en la inductancia 71 cuando se detecta un evento que indica que la energía almacenada en la inductancia 71 debe reducirse. Por ejemplo, al generar señales de actuación para el amplificador 36, el dispositivo de control 20 puede cambiar de otro bucle de control, que puede ser un bucle de control de corriente, a un bucle de control de potencia cuando el dispositivo de prueba cambia de un estado de funcionamiento normal a un estado de funcionamiento en el que la energía almacenada en la inductancia 71 se disipa activamente.

La figura 7 muestra un diagrama esquemático de bloques de un dispositivo de control 20 del dispositivo de prueba 10. El dispositivo de control 20 puede estar dispuesto para realizar una pluralidad de bucles de control. El dispositivo de control 20 puede comprender uno o más elementos de almacenamiento 51 para un primer bucle de control. El primer bucle de control puede ser un bucle de control de corriente. Los elementos de almacenamiento 51 para el primer bucle de control pueden comprender, por ejemplo, un registro. El dispositivo de control 20 puede comprender alternativa o adicionalmente uno o más elementos de almacenamiento 52 para un segundo bucle de control. El segundo bucle de control puede ser un bucle de control de tensión. Los elementos de almacenamiento 52 para el segundo bucle de control pueden comprender, por ejemplo, un registro. El dispositivo de control 20 puede comprender alternativa o adicionalmente uno o más elementos de almacenamiento 53 para un tercer bucle de control. El tercer bucle de control puede ser un bucle de control de potencia. Los elementos de memoria 53 para el tercer bucle de control pueden comprender, por ejemplo, un registro.

Al menos una señal de control para el amplificador 36 puede generarse en uno, más o todos los bucles de control.

El dispositivo de control 20 puede comprender una lógica de selección 54. La lógica de selección 54 puede comprender operaciones almacenadas no volátiles según las cuales el dispositivo de control 20 selecciona uno de la pluralidad de bucles de control para generar señales de control. La lógica de selección 54 puede estar dispuesta para seleccionar un bucle de control diferente dependiendo de si la energía almacenada en la inductancia 71 debe disiparse. La lógica de selección 54 puede estar dispuesta para seleccionar un bucle de control, que puede ser un bucle de control de potencia, en respuesta a la detección de un accionamiento de un interruptor de parada de emergencia, para accionar el amplificador 36 para producir una contratensión a la tensión a través de la inductancia 71.

La figura 8 es un diagrama de flujo de un procedimiento 60. De acuerdo con una realización, el procedimiento 60 puede ser ejecutado automáticamente por el dispositivo de prueba 10.

ES 2 952 513 T3

- 5 En el paso 61, puede controlarse una secuencia de prueba. Para este propósito, el dispositivo de control 20 puede rastrear qué señales de prueba deben generarse y/o qué respuestas de prueba deben adquirirse. El dispositivo de control 20 puede controlar el transductor 32 y/u otros dispositivos controlables del dispositivo de prueba 10 para generar las señales de prueba. El dispositivo de control 20 puede adquirir, registrar y opcionalmente evaluar las respuestas de prueba.
- 10 En el paso 62, se realiza una comprobación para determinar si se debe reducir la energía almacenada en la inductancia 71. La comprobación del paso 63 puede consistir en controlar si debe accionarse un interruptor de parada de emergencia. Alternativa o adicionalmente, puede controlarse si se ha completado un paso de comprobación tras el cual debe reducirse la energía almacenada en la inductancia 71. Si la corriente en la inductancia 71 no debe reducirse, el procedimiento puede volver al paso 61 para continuar probando el objeto de prueba.
- 15 En el paso 63, si la corriente en la inductancia 71 debe ser reducida, el dispositivo controlable 35 puede ser controlado para producir una contratensión variable en el tiempo a la tensión a través de la inductancia 71.
- 20 De este modo, el dispositivo controlable 35 puede controlarse para generar una contratensión a la tensión a través de la inductancia 71 para reducir la energía almacenada en la inductancia 71. La contratensión puede tener una magnitud monótonamente creciente durante al menos una porción del tiempo en que la energía almacenada en la inductancia 71 está siendo disipada. El dispositivo controlable 35 puede accionarse de forma que la magnitud de la contratensión generada para disipar la energía almacenada en la inductancia 71 aumente mientras la tensión de enlace de CC del dispositivo de prueba 10 sea constante. El dispositivo controlable 35 puede ser controlado para regular una potencia disipada en el diodo de 4 cuadrantes 36 a un punto de ajuste de potencia.
- 25 En el paso 64, puede verificarse que la energía almacenada en la inductancia 71 se ha disipado lo suficiente. Esto puede hacerse comprobando que la corriente que circula por el por la inductancia 71 se ha reducido hasta un umbral de corriente y/o que la energía total disipada por el diodo de 4 cuadrantes 36 o la energía devuelta a la red a través del equipo de prueba 10 alcanza un umbral de energía. Si la energía almacenada en la inductancia 71 no se ha disipado lo suficiente, el procedimiento puede volver al paso 63.
- 30 En el paso 65, el procedimiento de prueba puede continuar. Para este propósito, el dispositivo controlable 35 puede ser controlado para causar un flujo de energía desde el dispositivo de prueba 70 al dispositivo bajo prueba 10 de manera que la energía en la inductancia 71 se reconstruya.
- 35 En el paso 65, una respuesta de prueba del dispositivo bajo prueba puede ser adquirida y evaluada. La respuesta de prueba puede ser procesada para determinar una o más características del objeto de prueba.
- 40 Las características determinadas pueden variar dependiendo del objeto de prueba. Por ejemplo, en una prueba de transformador, pueden determinarse relaciones de transformación, reactancias, impedancias de cortocircuito, resistencias en serie u otras características. Cuando se prueba un disyuntor, puede determinarse la corriente a la que se dispara el disyuntor.
- El procedimiento puede volver al paso 61.
- 45 La figura 9 muestra un sistema 1 con un dispositivo de prueba 10 según un ejemplo de realización.
- El sistema 1 comprende un objeto de prueba 70, que puede ser un transformador. El objeto de prueba 70 puede ser un transformador de dos devanados o un transformador de tres devanados.
- 50 El dispositivo de prueba 10 puede estar configurado como un dispositivo de prueba de transformador, que puede ser portátil. El dispositivo de prueba 10 puede estar dispuesto para determinar automáticamente una o más características del objeto de prueba 70. Ejemplos de tales características incluyen una relación de vueltas, una reactancia parásita y una resistencia en serie. El dispositivo de prueba 10 puede tener cualquiera de las formas de realización descritas con referencia a las figuras 1 a 8.
- 55 Los dispositivos y procedimientos de ensayo como los descritos en las figuras 1 a 9 pueden utilizarse para disipar rápidamente la energía almacenada en una inductancia. Esto puede hacerse utilizando un dispositivo controlable que reduce activamente la energía, por ejemplo generando una contratensión a la tensión caída a través de la inductancia 71.
- 60 Aunque los ejemplos de realización se han descrito en detalle con referencia a las figuras, pueden utilizarse características alternativas o adicionales en otros ejemplos de realización. Por ejemplo, si bien se han descrito a modo de ejemplo ciertas mediciones, como la determinación de las relaciones de vueltas, de las resistencias, de las reactancias de fuga y/o de las inductancias de fuga, otras características del dispositivo sometido a prueba pueden determinarse alternativa o adicionalmente mediante los dispositivos de prueba.
- 65

ES 2 952 513 T3

Mientras que en los ejemplos de realización el dispositivo controlable del dispositivo de prueba puede ser un amplificador de potencia en forma de amplificador de 4 cuadrantes.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Dispositivo de ensayo para ensayar un objeto de prueba (70) de un dispositivo energético-técnico, en donde se almacena energía en una inductancia (71) del objeto de prueba (70) durante el ensayo, en donde el dispositivo de prueba (10) comprende:
- una salida (31) que puede conectarse de forma no destructiva y desmontable de manera eléctricamente conductora al objeto de prueba (70),
 10 un dispositivo controlable (35) para reducir la intensidad de una corriente que fluye en la inductancia (71), y un dispositivo de control (20) para controlar el dispositivo controlable (35), caracterizado porque
 el dispositivo controlable (35) comprende un amplificador (36),
 en donde el dispositivo de control (20) está configurado para controlar el dispositivo controlable (35) para reducir la energía almacenada en la inductancia (71), en donde el dispositivo de prueba está configurado para reducir la
 15 energía almacenada en la inductancia (71) a través del amplificador (36) del dispositivo controlable (35) para reducir la magnitud de la corriente que fluye en la inductancia (71), en donde hay un flujo de energía desde el objeto de prueba (70) a través de la salida (31) hacia el dispositivo de prueba (10).
- 20 2. Dispositivo de prueba de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el dispositivo controlable (35) está dispuesto para generar una contratensión variable en el tiempo (46) para reducir la intensidad de corriente.
3. Dispositivo de prueba de acuerdo con la reivindicación 2, en donde el dispositivo de control (20) está configurado para ajustar la contratensión (46) generada por el dispositivo controlable (35) en un bucle de control.
 25
4. Dispositivo de prueba de acuerdo con la reivindicación 3, en donde el dispositivo de control (20) está dispuesto para controlar el dispositivo controlable (35) en un bucle de control para controlar una potencia disipada por el dispositivo controlable (35).
 30
5. Dispositivo de prueba de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 2 a 4, en donde el dispositivo controlable (35) está dispuesto para generar la contratensión (45) de tal manera que una cantidad de la contratensión (45) aumenta monótonamente durante un intervalo de tiempo (47).
 35
6. Dispositivo de prueba de acuerdo con la reivindicación 5, en donde el dispositivo controlable (35) está dispuesto de tal manera que la magnitud de la contratensión (46) aumenta mientras una tensión de enlace de CC con la que se alimenta el dispositivo controlable (35) es constante.
 40
7. Dispositivo de ensayo de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el dispositivo de prueba (10) está dispuesto para suministrar energía a través del dispositivo controlable (35) para almacenar energía en la inductancia (71) y para disipar la energía almacenada a través del dispositivo controlable (35) para reducir la intensidad de corriente en la inductancia (71).
 45
8. Dispositivo de ensayo de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el dispositivo controlable (35) comprende un amplificador de 4 cuadrantes (36).
 50
9. Dispositivo de ensayo de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que está configurado como dispositivo de prueba de transformadores o como dispositivo de prueba de transductores.
 55
10. Sistema que comprende un objeto de prueba (70) que comprende una inductancia (71), y un dispositivo de prueba (10) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, conectado al objeto de prueba (70) para reducir una intensidad de corriente de una corriente que fluye en la inductancia (71).
 60
11. Procedimiento de control de un dispositivo de prueba (10), en donde el dispositivo de prueba (10) está dispuesto para ensayar un objeto de prueba (70) que comprende una inductancia (71) para almacenar energía, en donde el procedimiento comprende:
- conectar eléctricamente de forma conductiva y no destructiva de forma separable el objeto de prueba (70) a un dispositivo controlable (35) del dispositivo de prueba (10) a través de una salida (31) del dispositivo de prueba (10), conducir el dispositivo controlable (35) del dispositivo de prueba (10) para reducir una intensidad actual de una corriente que fluye en la inductancia (71) del objeto de prueba (70) cuando la energía almacenada en la inductancia (71) debe ser reducida, en donde el dispositivo controlable (35) comprende un amplificador (36), y

en donde el dispositivo de prueba reduce la energía almacenada en la inductancia (71) a través del amplificador (36) del dispositivo controlable (35) para reducir la magnitud de la corriente que fluye en la inductancia (71), en donde hay un flujo de energía desde el objeto de prueba (70) a través de la salida (31) hacia el dispositivo de prueba (10).

- 5 12. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 11, que es ejecutado automáticamente por el dispositivo de prueba (10) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9.

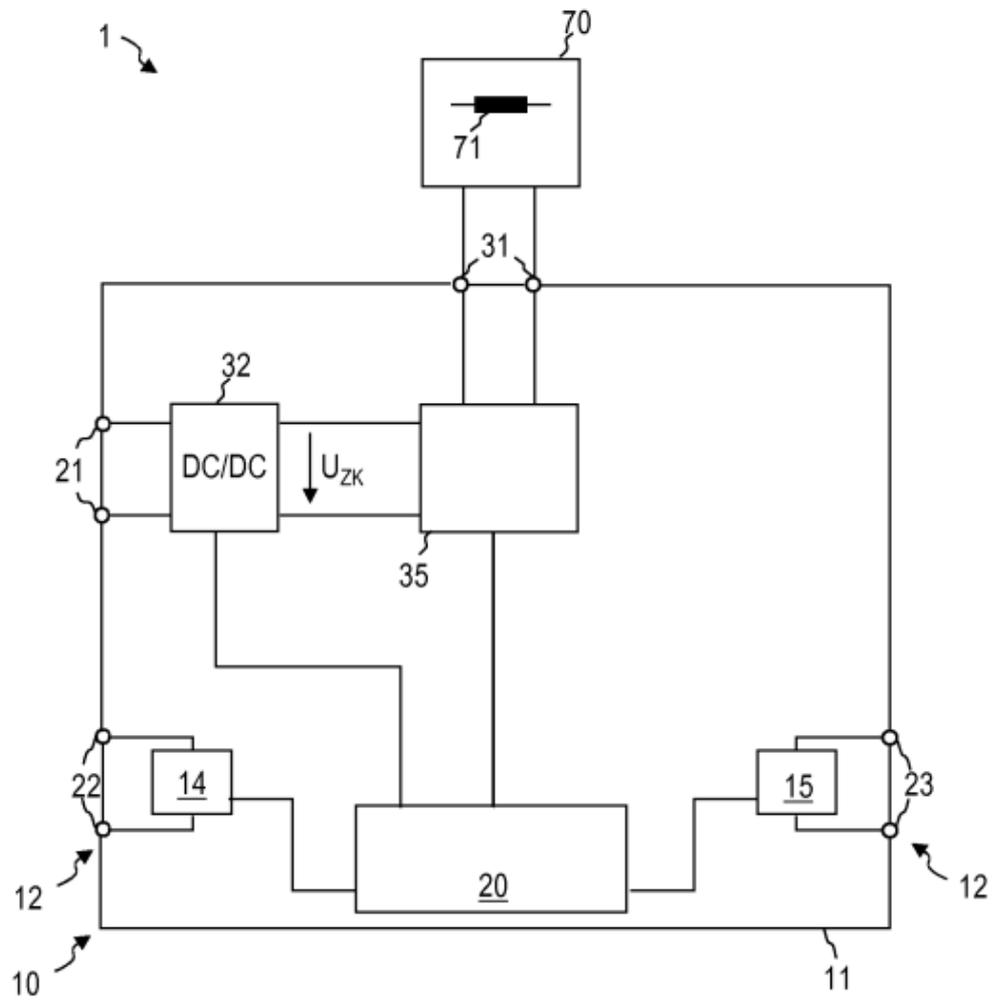


FIG. 1

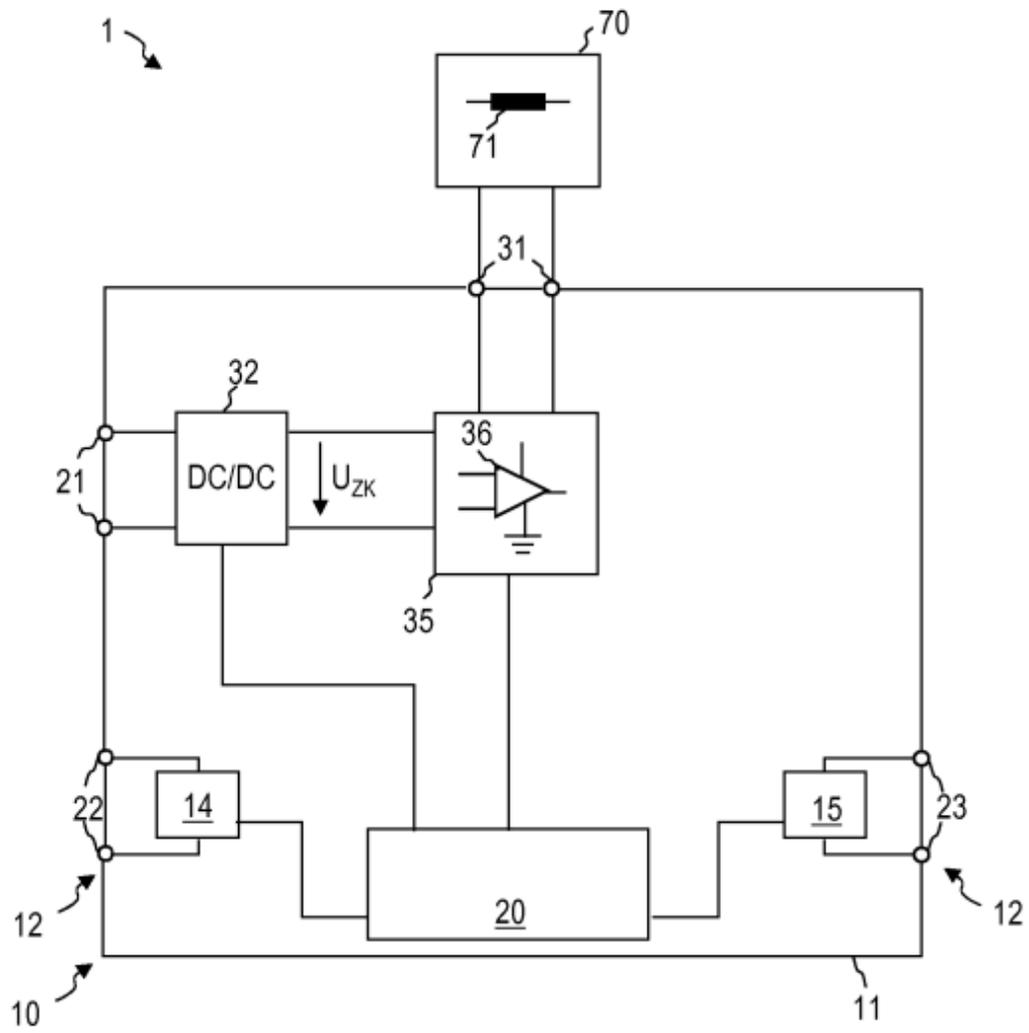


FIG. 2

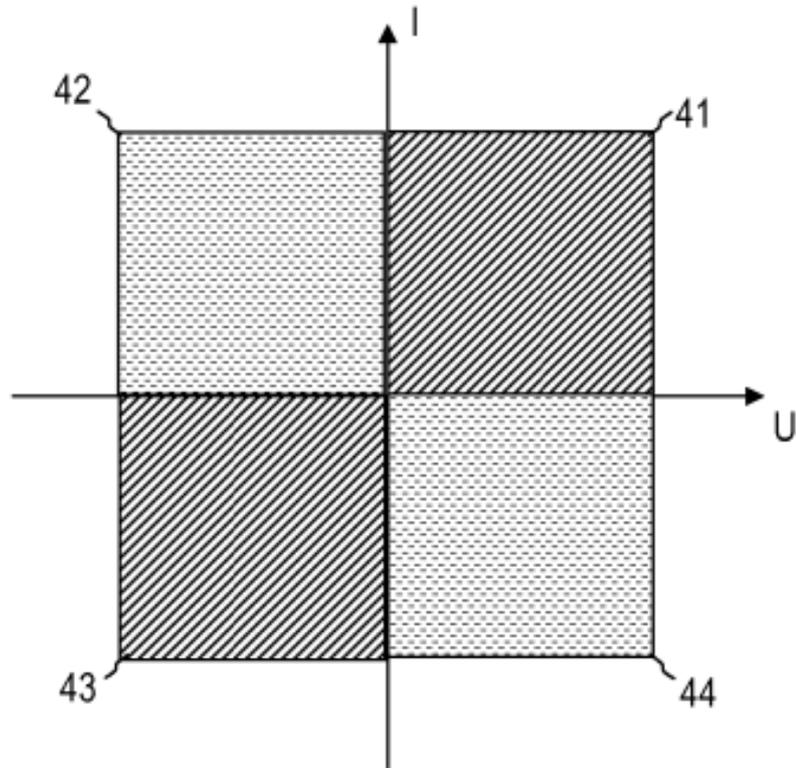


FIG. 3

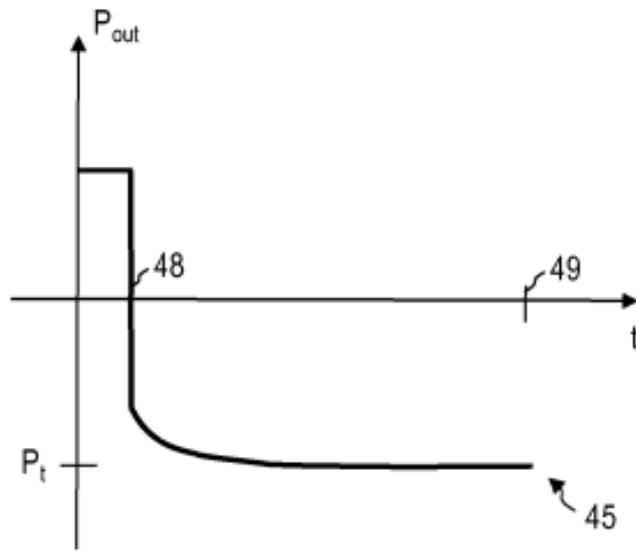


FIG. 4

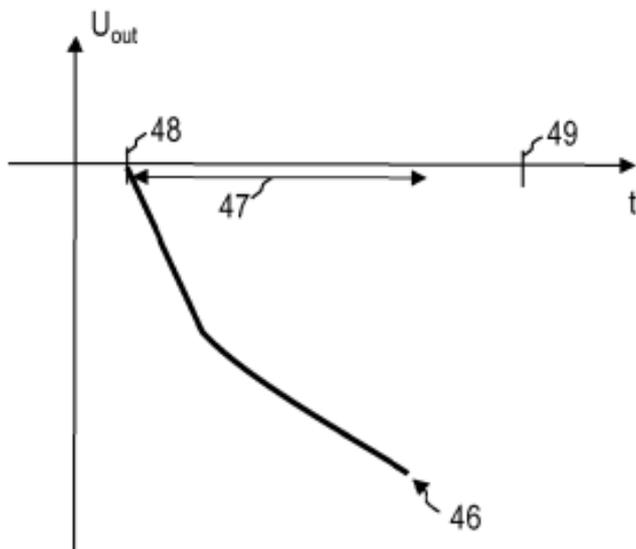


FIG. 5

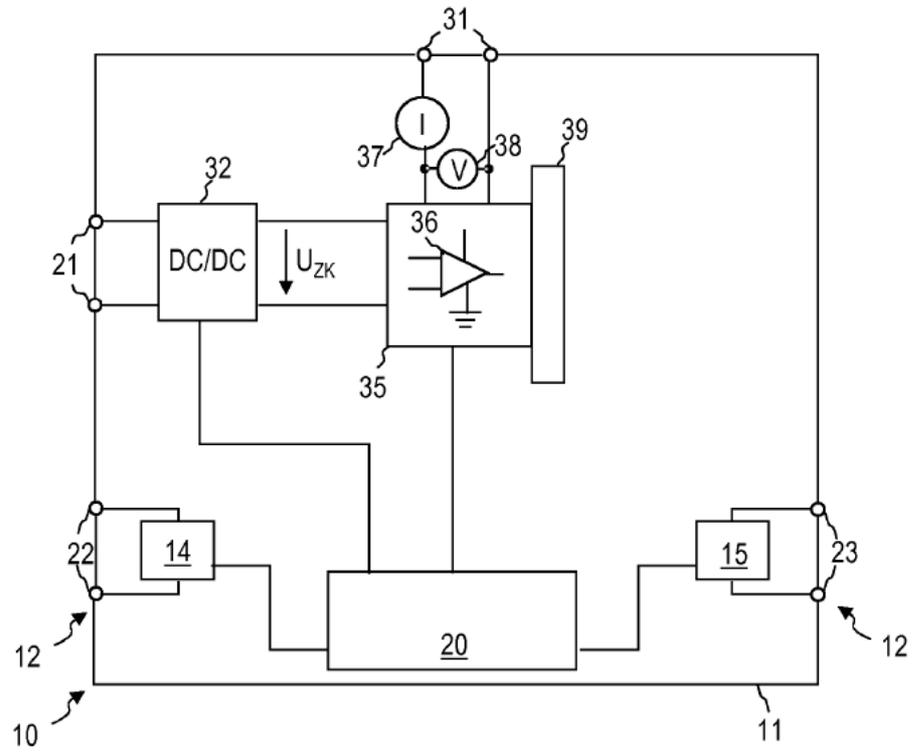


FIG. 6

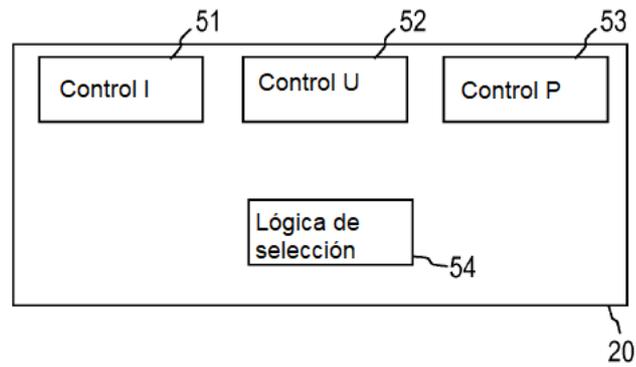


FIG. 7

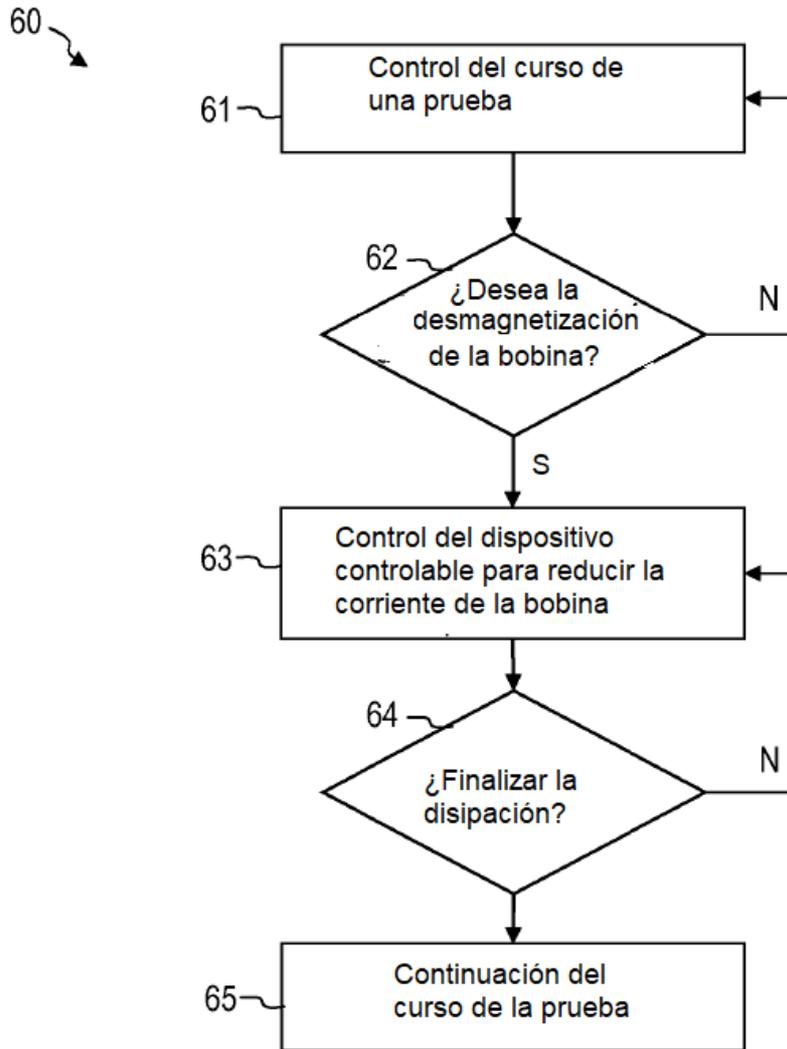


FIG. 8

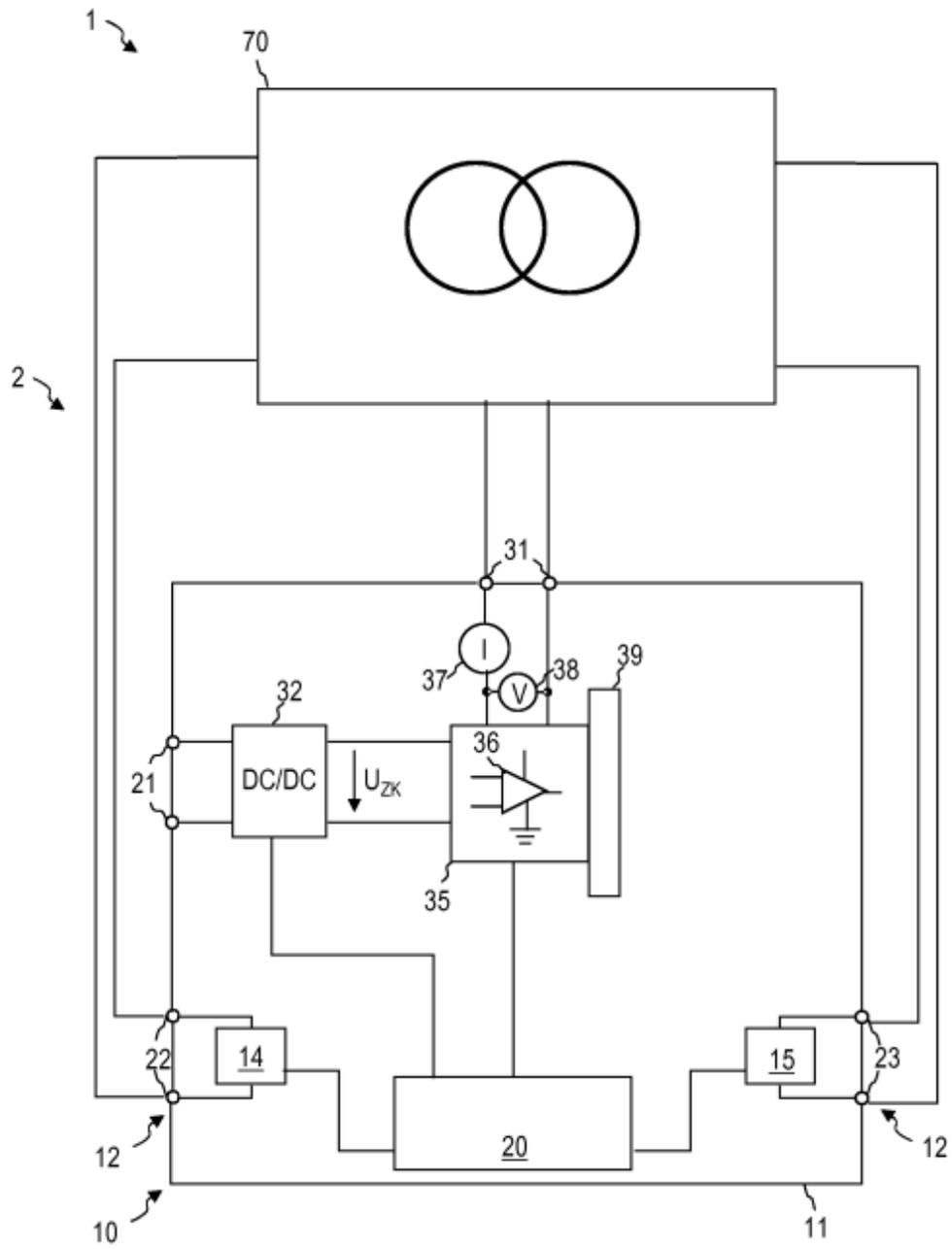


FIG. 9