

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 675 853**

51 Int. Cl.:

H02H 7/04	(2006.01)
H02H 7/22	(2006.01)
H02H 7/26	(2006.01)
H02H 3/02	(2006.01)
H02H 7/055	(2006.01)
H02H 3/20	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **18.02.2015 PCT/EP2015/053391**

87 Fecha y número de publicación internacional: **27.08.2015 WO15124611**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.02.2015 E 15709110 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.04.2018 EP 3111526**

54 Título: **Nodo de red para una red eléctrica, transformador de regulación para un nodo de red y procedimiento para operar un nodo de red**

30 Prioridad:

24.02.2014 DE 102014102373

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

13.07.2018

73 Titular/es:

**MASCHINENFABRIK REINHAUSEN GMBH
(100.0%)
Falkensteinstrasse 8
93059 Regensburg, DE**

72 Inventor/es:

**SACHSENHAUSER, ANDREAS;
KALTENBORN, UWE y
SCHUSTER, THOMAS**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 675 853 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

- 5 Nodo de red para una red eléctrica, transformador de regulación para un nodo de red y procedimiento para operar un nodo de red
- 10 La invención se refiere a un nodo de red para una red eléctrica, en particular para una subestación o una estación de red local, a un transformador de regulación para un nodo de red de una red eléctrica y a un procedimiento para operar un nodo de red.
- 15 La red eléctrica puede ser, por ejemplo, una red de interconexión, una red de interconexión de energía, una red de interconexión de corriente, una red de energía eléctrica, una red de suministro de energía, una red de suministro de corriente o una red de electricidad y tener, por ejemplo, una o más de una fase, en particular tres fases, y/o estar construida como red en anillo o red en malla o red mallada.
- 20 El documento DE 10 2011 005 837 A1 describe un nodo de red de distribución de energía eléctrica para una red de distribución de energía eléctrica, que presenta un transformador 92 y un módulo de evaluación y es una estación de red local con una instalación de conmutación de media tensión, que es adecuada para la conexión a un cable de anillo de una red de media tensión. Este documento describe además una red de alta tensión que está conectada a una red de media tensión a través de un transformador de potencia. A la red de media tensión está conectado un cable de anillo que conecta entre sí estaciones de red local para formar un anillo abierto. En esta disposición, a una conexión de la estación de red local por el lado de baja tensión está conectada una instalación de energía eólica a través de un transformador 60. La instalación de energía eólica genera energía eléctrica, que es alimentada a través de la conexión de baja tensión de la estación de red local al cable de anillo y, por tanto, a la red de media tensión. Está previsto que las dos estaciones de red local tengan, respectivamente, una instalación de conmutación de media tensión para la conexión al cable en anillo de la red de media tensión. A la instalación de conmutación de media tensión está conectado a través de un interruptor 91 un transformador 92, que convierte la media tensión de la red de media tensión, situada en un intervalo entre 1 kV y 50 kV, en una tensión baja adecuada para clientes finales o consumidores finales, por ejemplo de 220 V por fase. Al transformador 92 está conectado un dispositivo de distribución de baja tensión, que tiene una pluralidad de conexiones para la emisión de la baja tensión del transformador 92. Está previsto que la instalación de conmutación de media tensión esté equipada con tres paneles de conmutación, concretamente, un primer panel de conmutación de cable de anillo para la conexión por el lado de entrada del cable de anillo de la red de media tensión, un segundo panel de conmutación de cable de anillo para la conexión por el lado de salida del cable de anillo y un panel de conmutación del transformador para la conexión al interruptor 91 y con ello al transformador 92. Está previsto que la instalación de conmutación de media tensión esté equipada con dos accionamientos de conmutación, que actúan sobre los interruptores 90d y 90e de la instalación de conmutación de media tensión. Los accionamientos de conmutación permiten conectar o desconectar el interruptor 90d o 90e asociado en cada caso. Otro accionamiento de conmutación conecta o desconecta el interruptor 91.
- 30 El documento DE 10 2012 103 490 A1 describe un transformador de distribución para la regulación de la tensión de redes locales, que presenta un devanado principal y un devanado de regulación con varias tomas de devanado, un dispositivo de regulación de etapas para la conmutación sin interrupciones entre distintas tomas de devanado del transformador de distribución, en el que al menos una unidad de contacto de selector, con, respectivamente, varios contactos de selector fijos, que en cada caso están conectados eléctricamente a las tomas de devanado individuales, está dispuesta a lo largo de una línea, de modo que los contactos de selector fijos pueden ser accionados por dos contactos de selector móviles por desplazamiento longitudinal, de modo que para la conmutación sin interrupciones para cada fase están previstos dos tubos de conmutación de vacío, de modo que está previsto un accionamiento por motor para la introducción de un movimiento de accionamiento en el dispositivo de regulación de etapas, y en el que la al menos una unidad de contacto de selector y los medios de conmutación pueden ser accionados directamente para la conmutación sin interrupción mediante el accionamiento de motor común, de tal modo que la introducción del movimiento de accionamiento del accionamiento por motor se realiza sobre la al menos una unidad de contactos de selector y los medios de conmutación para la conmutación ininterrumpida sin interposición de un acumulador de energía.
- 40 El documento EP 1 014 528 B1 describe una instalación de transformador eléctrico que comprende un transformador eléctrico con devanados primarios y devanados secundarios, un cambiador de tomas sin tensión, un dispositivo de conmutación eléctrico conmutable bajo carga y medios de conexión. Los devanados forman un circuito primario con una o varias fases primarias alimentadas por conductores de suministro de corriente y un circuito secundario con una o varias fases secundarias. El cambiador de tomas comprende contactos eléctricos fijos que están conectados eléctricamente a los devanados. El cambiador de tomas comprende uno o varios contactos de puente móviles con los que se pueden producir uniones de conexión eléctrica entre ciertos de los contactos fijos mencionados. El cambiador de tomas comprende un órgano de conmutación del contacto móvil o de los contactos móviles, con el que pueden ser desplazados el contacto móvil o los contactos móviles al menos entre una primera posición correspondiente a una primera unión de conexión entre los contactos fijos y una segunda posición correspondiente a una segunda unión de conexión entre los contactos fijos. El cambiador de tomas comprende un órgano de accionamiento que puede adoptar al menos una primera posición, una segunda posición y una tercera posición dispuesta entre la primera y la segunda posición. El cambiador de tomas comprende una cadena

5 cinemática, que está dispuesta entre el órgano de accionamiento y el órgano de conmutación, de tal modo que el
 10 órgano de accionamiento durante la transición desde su primera posición a su segunda posición transfiere el órgano
 de conmutación desde su primera posición a su segunda posición. El aparato de conmutación comprende, para
 cada conductor de suministro de corriente del circuito primario un polo que puede adoptar una posición de
 desconexión, que corresponde a una interrupción del flujo de corriente en el conductor de suministro de corriente, y
 una posición de conexión que corresponde a un flujo de corriente en el conductor de suministro de corriente. El
 aparato de conmutación comprende un mecanismo de desconexión con accionamiento por energía acumulada que
 puede pasar de un estado de alta energía a un estado estable de baja energía y está conectado a cada polo a través
 de una cadena cinemática, de manera que en la transición desde su estado de alta energía al estado de baja
 energía transfiere el polo o los polos desde su posición de conexión a su posición de desconexión. El mecanismo de
 desconexión comprende un bloqueo de retención que puede adoptar una posición de enclavamiento, en la que
 puede enclavar el mecanismo de desconexión en su estado de alta energía, y una posición de desenclavamiento en
 la que permite al mecanismo de desconexión abandonar su estado de alta energía. Los medios de conexión están
 dispuestos entre el órgano de accionamiento del cambiador de tomas y el bloqueo de retención del mecanismo de
 desconexión, de tal manera que durante la transición del órgano de accionamiento desde su primera posición a su
 posición intermedia traslada el bloqueo de retención a su posición de desenclavamiento.

20 El documento DE 876 432 B describe un dispositivo para facilitar la separación de la conexión de tierra en
 instalaciones de muy alta tensión, en las que para la eliminación de la perturbación de la separación causada por las
 pérdidas de corona, se baja la tensión durante la conexión a tierra, de modo que el descenso de la tensión en la
 conexión a tierra de la forma conocida para los transformadores de etapas se realiza sin interrupción de la corriente
 bajo carga.

25 El documento WO 2011 032 585 A1 describe un dispositivo para la protección de un transformador de red local, así
 como una conducción de suministro trifásica ante una falla monofásica o una falla entre fases en el transformador de
 red local. El dispositivo comprende una disposición de protección para el transformador de red local/la línea de
 suministro, un dispositivo de interrupción de la corriente trifásica, un sensor de corriente nula y un mecanismo de
 activación para el dispositivo de interrupción de la corriente. El dispositivo de interrupción de la corriente está así
 conectado entre la disposición de protección para el transformador de red local/la línea de suministro y el
 30 transformador de red local. En caso de una falla entre fases, la disposición de protección reacciona para el
 transformador de red local/línea de suministro, mientras que en caso de una falla monofásica reacciona el dispositivo
 de interrupción de la corriente. El sensor de corriente nula está diseñado correspondientemente para detectar una
 corriente de falla (corriente nula) en el sistema homopolar de la conducción de tensión media trifásica en caso de un
 cortocircuito monofásico en el transformador de red local. En el caso de que el sensor de corriente nula detecte una
 35 corriente nula, el transformador de red local es separado de la línea de media tensión trifásica mediante el
 mecanismo de activación y el dispositivo de interrupción de la corriente.

40 Una estación de red local por lo general consiste en una instalación de conmutación de alta tensión o primaria -
 también designada por RMU, que es la abreviatura del término inglés "Ring Main Unit"-, un transformador y un
 dispositivo de conmutación de baja tensión o subtensión. El transformador generalmente está diseñado como
 transformador de aceite con un depósito de aceite, que está lleno de aceite y aloja la parte activa del
 transformador. En la integración de un cambiador de etapas en un transformador, que es entonces un transformador
 de regulación, y en particular la disposición del cambiador de etapas dentro del depósito de aceite, el usuario parte
 de que se consigue una fiabilidad suficiente del elemento que se va a conmutar para garantizar un funcionamiento
 45 sin mantenimiento y seguro durante al menos doce meses o incluso durante al menos 25 años. La instalación de
 conmutación de tensión primaria que se encuentra igualmente en la estación de red local tiene una frecuencia de
 conmutación notablemente más baja y para la protección del transformador tiene interruptores de protección que a
 menudo están realizados como una combinación de interruptor de carga y de seguridad. Puesto que debe estar
 garantizado un acceso al interruptor de seguridad para cambiarlo, una separación del transformador y la instalación
 50 de conmutación de tensión primaria es común hoy en día. Los interruptores de carga de la instalación de
 conmutación de tensión primaria son intensamente cargados en particular por las muy altas corrientes en caso de
 conexión a tierra, cortocircuito o impacto de rayo.

55 El objeto de la invención es proporcionar un nodo de red para una red eléctrica, un transformador de regulación para
 un nodo de red de una red eléctrica y un procedimiento para operar un nodo de red, que hagan posible una carga
 menor y un desgaste menor de un interruptor de protección para el transformador de regulación, en particular
 cuando son activados por conexión a tierra, cortocircuito o impacto de rayo.

60 Este objeto se lleva a cabo por los contenidos de las reivindicaciones independientes. Perfeccionamientos y formas
 de realización ventajosos están descritos en las reivindicaciones dependientes.

La invención propone, según un primer aspecto, un nodo de red para una red eléctrica, que presenta o comprende:

- 65 - un transformador de regulación con un lado primario y un lado secundario;
- una línea primaria o de entrada que está conectada al lado primario;
- una línea secundaria o de salida que está conectada al lado secundario;

- un interruptor de protección que se asienta en la línea de entrada o la línea de salida;
 - un sensor que puede detectar un parámetro eléctrico en la línea de entrada y/o la línea de salida y generar al menos una señal de medición correspondiente;
 - un aparato de control que está acoplado al transformador de regulación, al interruptor de protección y al sensor, y está realizado de manera que:
- 5
- puede controlar el transformador de regulación en función de la señal de medición, de modo que tenga una relación de transmisión predeterminada y/o predeterminable y/o prefijada y/o prefijable y/o adecuada;
 - puede controlar el interruptor de protección en función de la señal de medición, de manera que este se abra;
- 10
- en el que
- la apertura del interruptor de protección provocada por el control se produce tan pronto como o después de que el transformador de regulación tenga la relación de transmisión predeterminada.
- 15
- En caso de que se produzca un evento de falla, como por ejemplo conexión a tierra, cortocircuito o impacto de rayo, que puede ser reconocido por el aparato de control con ayuda del sensor, el transformador de regulación puede mediante el ajuste de una relación de transmisión adecuada, por ejemplo reducir la corriente demasiado alta que fluye a través de interruptor de protección aún no activado, es decir cerrado. El transformador de regulación propuesto permite, por tanto, una menor carga y un menor desgaste del interruptor de protección, en particular cuando se activa por ejemplo por conexión a tierra, cortocircuito o impacto de rayo.
- 20
- El nodo de red propuesto puede por ejemplo estar realizado como subestación, que está acoplada por el lado primario a una red de muy alta tensión o una red de alta tensión y por el lado secundario a una red de alta tensión o una red de media tensión, o como estación de red local, que está acoplada por el lado primario a una red de media tensión y por el lado secundario a una red de baja tensión.
- 25
- El nodo de red propuesto puede estar realizado de cualquier forma si es necesario y comprender o presentar, por ejemplo, al menos un transformador de regulación adicional o más y/o al menos una línea de entrada adicional o más y/o al menos una línea de salida adicional o más y/o al menos un interruptor de protección adicional o más y/o al menos un sensor adicional o más y/o al menos un aparato de control adicional o más. Preferiblemente, para cada fase de una red de corriente alterna trifásica están previstas una línea de entrada y una línea de salida. En caso de que exista al menos un sensor adicional o más, entonces el aparato de control preferiblemente también está acoplado a este y realizado de tal forma que el control del transformador de regulación se realice en función de al menos una de las señales de medición que proceden de los sensores acoplados y/o que el control del interruptor de protección se realice en función de al menos una de las señales de medición que proceden de los sensores acoplados.
- 30
- 35
- 40
- Cada transformador de regulación puede estar realizado si es necesario de cualquier manera y por ejemplo estar diseñado monofásico o trifásico y/o ser regulable en su lado primario y/o su lado secundario. Preferiblemente, comprende al menos un dispositivo de regulación para la modificación o regulación de la relación de transmisión y más preferiblemente en el lado primario y/o el lado secundario, respectivamente, al menos un devanado de regulación con al menos dos tomas que están conectadas al dispositivo de regulación. Cada dispositivo de regulación puede comprender en particular al menos un cambiador de etapas en carga y/o al menos un interruptor de semiconductores, en particular interruptores de semiconductores de potencia, y estar acoplados al aparato de control. En caso de que el nodo de red sea una estación de red local, entonces el transformador de regulación puede ser, por ejemplo, un transformador de red local regulable o RONT.
- 45
- 50
- Cada transformador de regulación puede estar realizado, por ejemplo, como uno de los transformadores de regulación propuestos de acuerdo con el segundo aspecto.
- Cada interruptor de protección puede estar realizado si es necesario de cualquier manera y comprender, por ejemplo, al menos un seccionador de carga y/o al menos un interruptor de potencia. Preferiblemente, el nodo de red comprende al menos un aparato de conmutación de protección, que comprende al menos uno de los interruptores de protección y además al menos un dispositivo de activación o accionamiento que puede accionar al menos uno de los interruptores de protección, y/o comprende al menos uno de los sensores que está acoplado a al menos uno de los dispositivos de accionamiento.
- 55
- 60
- Cada seccionador de carga y/o cada interruptor de potencia puede estar realizado si es necesario de cualquier manera y comprender, por ejemplo, al menos un interruptor de vacío y/o al menos un interruptor de gas SF6 y/o al menos un interruptor de aire comprimido y/o al menos un interruptor de aceite y/o al menos un interruptor de bajo volumen de aceite y/o al menos un interruptor de semiconductores.

Cada sensor puede estar realizado si es necesario de cualquier forma y por ejemplo como parámetro eléctrico detectar la corriente o la tensión o el desplazamiento de fase o el factor de potencia o factor de acción, o el factor de desplazamiento y generar una señal de medición correspondiente.

5 Cada aparato de control puede estar realizado si es necesario de cualquier forma, por ejemplo de manera que la relación de transmisión predeterminada adecuada corresponda a un concepto de protección predeterminado o prefijado. El concepto de protección puede ser seleccionado según sea necesario y/o elegido discrecionalmente, por ejemplo como concepto de protección de sobrecorriente, en el que se reduce o evita una corriente demasiado alta en la línea equipada con el interruptor de protección respectivo, o un concepto de protección de sobretensión, en el
10 que se reduce o evita una tensión demasiado alta sobre la línea equipada con el interruptor de protección respectivo o un concepto de protección de subtensión, en el que se eleva o evita una tensión demasiado baja sobre la línea equipada con el interruptor de protección respectivo, o como combinación de al menos dos de estos conceptos de protección.

15 En un concepto de protección de sobrecorriente para el lado primario o la línea de entrada, si un interruptor de protección está asentado en la línea de entrada, una relación de transmisión adecuada puede ser por ejemplo mayor que la relación de transmisión actual y, preferiblemente, mayor que la relación de transmisión actual y preferiblemente ser la relación de transmisión máxima; en caso de que la relación de multiplicación actual ya debiera ser la relación de transmisión máxima, entonces esta puede ser la relación de transmisión máxima. Una relación de
20 transmisión mayor corresponde concretamente a una corriente menor sobre el lado primario.

En el caso de un concepto de protección de sobrecorriente para el lado secundario o la línea de salida, si un interruptor de protección se asienta en la línea de salida, una relación de transmisión adecuada puede ser por ejemplo menor que la relación de transmisión actual y preferiblemente ser la relación de transmisión mínima; en caso de que la relación de transmisión actual ya debiera ser la relación de transmisión mínima, entonces puede ser la relación de transmisión mínima. Una relación de transmisión menor corresponde concretamente a una corriente
25 menor sobre el lado secundario.

En el caso de un concepto de protección de sobretensión para el lado primario o la línea de entrada, si un interruptor de protección está asentado en la línea de entrada, una relación de transmisión adecuada puede ser por ejemplo menor que la relación de transmisión actual y preferiblemente ser la relación de transmisión mínima; en caso de que la relación de transmisión actual debiera ser ya la relación de transmisión mínima, entonces puede ser la relación de transmisión mínima. Una relación de transmisión menor corresponde concretamente a una tensión menor sobre el
30 lado primario.

35 En un concepto de protección de sobretensión para el lado secundario o la línea de salida, si un interruptor de protección se asienta en la línea de salida, una relación de transmisión adecuada puede ser, por ejemplo, mayor que la relación de transmisión actual y preferiblemente ser la relación de transmisión máxima; en caso de que la relación de transmisión actual ya debiera ser la relación de transmisión máxima, entonces puede ser la relación de transmisión máxima. Una relación de transmisión mayor corresponde concretamente a una tensión menor sobre el
40 lado secundario.

La relación de transmisión adecuada preferiblemente depende de las propiedades o parámetros característicos del interruptor de protección respectivo. Así, por ejemplo, en el caso de un primer interruptor de protección con una
45 primera capacidad de transporte de corriente en cortocircuito y en el de un segundo interruptor de protección con una segunda capacidad de transporte de corriente en cortocircuito que es mayor que la primera capacidad de transporte de corriente en cortocircuito, puede ser adecuada para el primer interruptor de protección una primera relación de transmisión para la que el transformador de regulación necesita un primer periodo de tiempo, y para el segundo interruptor de protección puede ser adecuada una segunda relación de transmisión para la que el transformador de regulación requiere un segundo periodo de tiempo, que es mayor que el primer periodo de tiempo.
50

Puede estar previsto que

- el aparato de control esté realizado de tal manera que el control del interruptor de protección se realice después del control del transformador de regulación.

55 El intervalo de tiempo entre el control del transformador de regulación y el control del interruptor de protección es elegido preferiblemente al menos tan grande como un tiempo de conmutación del transformador de regulación que requiere, por ejemplo, el transformador de regulación cuando está realizado como transformador de etapas con cambiador de etapas en carga para conmutar desde una toma o etapa a una toma o etapa adyacente.

60 Puede estar previsto que:

- el aparato de control esté realizado de tal manera que el control del interruptor de protección se realice antes o simultáneamente con el control del transformador de regulación;

- el interruptor de protección esté acoplado a unos medios de retardo que están realizados de tal manera que retrasan la apertura del interruptor de protección.

5 Los medios de retardo pueden estar realizados según sea necesario de cualquier forma y si el interruptor de protección es accionado por un relé, comprender por ejemplo una bobina que está conectada en serie con la bobina de excitación del relé, y/o un condensador que está conectado en paralelo a la bobina de excitación del relé.

Puede estar previsto que cada uno de los nodos de red propuestos comprenda

- 10
- una instalación de conmutación de tensión primaria o alta que comprende:
 - al menos uno de los interruptores de protección que se asientan en la línea de entrada;
 - dos conexiones primarias o de entrada;
 - otros dos interruptores de protección que están conectados, respectivamente, a una de las conexiones de entrada con el extremo de la línea de entrada que no está conectado al lado primario.
- 15

A través de las conexiones de entrada, el nodo de red puede integrarse en una red eléctrica construida por ejemplo como red en anillo o red en malla.

20 Cada interruptor de protección adicional puede ser realizado si es necesario de cualquier manera y comprender, por ejemplo, al menos un seccionador de carga y/o al menos un interruptor de potencia y/o al menos un seccionador y/o al menos un interruptor de carga. Cada seccionador de carga puede ser, por ejemplo, un seccionador de carga o un interruptor de carga en vacío, que por ejemplo controla 10 conexiones de cortocircuito y 10 desconexiones de cortocircuito en 1000 conmutaciones de carga, debido a los tubos de vacío utilizados.

- 25 Puede estar previsto que cada uno de los nodos de red propuestos comprenda:
- al menos un filtro que está acoplado a la línea de entrada y/o a la línea de salida y en particular comprende un filtro dinámico y/o un filtro activo; y/o
 - al menos un banco de condensadores que está conectado a la línea de entrada y/o la línea de salida; y/o
 - al menos un acumulador de energía que está acoplado a la línea de entrada y/o preferiblemente a la línea de salida y en particular comprende un acumulador de energía eléctrica y/o un acumulador de energía química y/o un acumulador de energía térmica y/o un acumulador de aire comprimido.
- 30

35 Cada uno de los nodos de red propuestos puede ser usado por ejemplo para llevar a cabo uno de los procedimientos propuestos, y/o estar realizado de tal modo y/o servir para y/o ser adecuado para que realice o pueda realizar uno de los procedimientos propuestos.

40 Según un segundo aspecto, la invención propone un transformador de regulación para un nodo de red de una red eléctrica, en el que el nodo de red es en particular como uno de los nodos de red propuestos según el primer aspecto, que comprende:

- un lado primario y un lado secundario;
 - una línea primaria o de entrada que está conectada al lado primario;
 - una línea secundaria o de salida que está conectada al lado secundario;
 - un interruptor de protección que se asienta en la línea de entrada o la línea de salida;
 - un sensor que puede detectar un parámetro eléctrico en la línea de entrada y/o la línea de salida y generar al menos una señal de medición correspondiente;
 - un dispositivo de regulación para cambiar o ajustar o regular la relación de transmisión;
 - un aparato de control que está acoplado al dispositivo de regulación, al interruptor de protección y al sensor y está realizado de tal manera que:
 - puede controlar el dispositivo de regulación en función de la señal de medición, de tal manera que el transformador de regulación tenga una relación de transmisión predeterminada y/o predeterminable, y/o prefijada y/o prefijable y/o adecuada;
 - puede controlar el interruptor de protección en función de la señal de medición, de tal manera que este se abre;
- 45
- 50
- 55

en el que

- la apertura del interruptor de protección provocada por el control se produce tan pronto como o después de que el transformador de regulación tenga la relación de transmisión predeterminada.
- 60

65 En caso de que se produzca un evento de falla, como conexión a tierra, cortocircuito o impacto de rayo que puede ser reconocido por el aparato de control con ayuda del sensor, el dispositivo de regulación puede, mediante el ajuste de una relación de transmisión adecuada por ejemplo reducir la corriente demasiado alta que fluye a través de

interruptor de protección aún no activado, es decir cerrado. El transformador de regulación propuesto permite, por tanto, una menor carga y un menor desgaste del interruptor de protección, especialmente cuando es activado por ejemplo por conexión a tierra, cortocircuito o impacto de rayo.

5 El transformador de regulación propuesto puede estar realizado si es necesario de cualquier manera y estar diseñado por ejemplo, monofásico o trifásico y/o ser regulable en su lado primario y/o su lado secundario. Preferiblemente, comprende por el lado primario y/o el lado secundario, respectivamente, al menos un devanado de regulación con al menos dos tomas que están conectadas al dispositivo de regulación. Alternativa o
10 adicionalmente puede comprender o presentar por ejemplo al menos una línea de entrada adicional o más y/o al menos una línea de salida adicional o más y/o al menos un interruptor de protección adicional o más y/o al menos un sensor adicional o más y/o al menos un dispositivo de regulación adicional o más y/o al menos un aparato de control adicional o más. Preferiblemente está prevista para cada fase de una red de corriente alterna trifásica una línea de entrada y una línea de salida. En caso de que exista al menos un sensor adicional o más, entonces el aparato de control está preferiblemente también acoplado a este y realizado de manera que el control del dispositivo de
15 regulación se realice en función de al menos una de las señales de medición que provienen de los sensores acoplados, y/o el control del interruptor de protección se realice en función de al menos una de las señales de medición que proceden de los sensores acoplados. En caso de que el nodo de red sea una estación de red local, entonces el transformador de regulación puede ser, por ejemplo, un transformador de red local regulable o RONT.

20 En particular, cada línea de entrada puede ser al menos una parte de una de las líneas de entrada del nodo de red. En particular, cada línea de salida puede ser al menos una parte de una de las líneas de salida del nodo de red. Cada interruptor de protección puede ser, en particular, al menos una parte de uno de los interruptores de protección del nodo de red. En particular, cada sensor puede ser al menos una parte de uno de los sensores del nodo de red. Cada dispositivo de regulación puede ser, en particular, al menos una parte de uno de los dispositivos
25 de regulación del nodo de red. En particular, cada aparato de control puede ser al menos una parte de uno de los aparatos de control del nodo de red.

Cada dispositivo de regulación puede estar realizado si es necesario de cualquier manera y, por ejemplo, comprender al menos un cambiador de etapas en carga y/o al menos un interruptor de semiconductores, en particular un interruptor de semiconductores de potencia.

30 Puede estar previsto que cada uno de los transformadores de regulación propuestos comprenda

- 35 - una instalación de conmutación de tensión primaria o alta que comprende:
- al menos uno de los interruptores de protección que se asienta en la línea de entrada;
 - dos conexiones primarias o de entrada;
 - otros dos interruptores de protección que están conectados, respectivamente, a una de las conexiones de entrada con el extremo de la línea de entrada que no está conectado al lado primario.

40 Cada instalación de conmutación de tensión primaria puede ser, en particular, al menos una parte de una de las instalaciones de conmutación de tensión primaria del nodo de red.

45 Puede estar previsto que cada uno de los transformadores de regulación propuestos comprenda

- una carcasa en la que están dispuestas la parte activa del transformador de regulación y el dispositivo de regulación;
- de modo que
- 50 - el interruptor de protección y/o la instalación de conmutación de tensión primaria están dispuestos en la carcasa.

De esta forma es posible un mejor aprovechamiento del espacio en el nodo de red en el que está dispuesto un transformador de regulación de este tipo.

55 Por esta integración en la carcasa resultan realizaciones particularmente razonables, en las que la unidad de conmutación del cambiador de etapas en carga y los interruptores de protección son reunidos espacialmente. En consecuencia, el accionamiento para el cambiador de etapas en carga y el accionamiento para el interruptor de protección pueden ser integrados en un accionamiento común. Además, el control de todas las unidades de conmutación puede ser asumido por el ordenador de control del cambiador de etapas en carga.

60 Cuando el transformador de regulación está realizado como transformador de aceite con un depósito de aceite, entonces la carcasa puede ser, por ejemplo, el depósito de aceite.

65 Puede estar previsto que:

- 5 - el transformador de regulación comprenda en su interior al menos un sensor de temperatura que pueda generar una señal de temperatura, y/o al menos un sensor de presión que pueda generar una señal de presión;
- 5 - el aparato de control está acoplado a cada sensor de temperatura y/o a cada sensor de presión y está realizado de tal manera que
- puede controlar al menos uno de los interruptores de protección en función de al menos una de las señales de temperatura y/o al menos una de las señales de presión, de modo que se abra.
- 10 Esta apertura preferiblemente tiene lugar en el acto o inmediatamente o sin demora.
- El sensor de temperatura puede comprender, por ejemplo, un interruptor bimetálico o un termómetro con activador de valor límite.
- 15 Si el transformador de regulación comprende una carcasa, entonces preferiblemente los sensores de temperatura y/o los sensores de presión están dispuestos en la carcasa.
- 20 Según un tercer aspecto, la invención propone un procedimiento para operar un nodo de red para una red eléctrica, en el que el nodo de red, que está realizado en particular como uno de los nodos de red propuestos según el primer aspecto, comprende:
- un transformador de regulación con un lado primario y un lado secundario, que está realizado en particular como uno de los transformadores de regulación propuestos según el segundo aspecto;
 - una línea primaria o de entrada que está conectada al lado primario;
 - una línea secundaria o de salida que está conectada al lado secundario;
 - un interruptor de protección que se asienta en la línea de entrada o la línea de salida;
- 25 en el que
- es monitorizado y/o medido y/o detectado al menos un parámetro eléctrico en la línea de entrada o en la línea de salida;
 - si al menos uno de los parámetros cumple un criterio de error, entonces
- en una etapa a) el transformador de regulación, en particular en función de al menos uno de los parámetros, es controlado de manera que tenga una relación de multiplicación predeterminada y/o predeterminable y/o prefijada y/o prefijable y/o adecuada, y
 - en una etapa b) el interruptor de protección es abierto, en particular en función de al menos uno de los parámetros;
- 30
- la apertura del interruptor de protección en la etapa b) se realiza, tan pronto como o después de que el transformador de regulación tenga la relación de transmisión predeterminada.
- 35
- 40
- 45 En caso de que se produzca un evento de falla, por ejemplo por conexión a tierra, cortocircuito o impacto de rayo, que puede ser reconocido por la monitorización, el transformador de regulación, mediante el ajuste de una relación de transmisión adecuada por ejemplo puede reducir la corriente demasiado alta que fluye a través de interruptor de protección aún no activado, es decir cerrado. El procedimiento propuesto permite, por tanto, una menor carga y un menor desgaste del interruptor de protección, especialmente cuando es activado, por ejemplo, por conexión a tierra, cortocircuito o impacto de rayo.
- 50
- 55 El procedimiento propuesto puede ser realizado si es necesario de cualquier manera, por ejemplo de modo que la relación de transmisión predeterminada adecuada corresponda a un concepto de protección predeterminado o prefijado. El concepto de protección puede seleccionarse según se requiera y/o elegirse arbitrariamente, por ejemplo como concepto de protección de sobrecorriente o concepto de protección de sobretensión o concepto de protección de subtensión o como combinación de al menos dos de estos conceptos de protección.
- El procedimiento propuesto permite, por ejemplo, la operación de uno de los nodos de red propuestos.
- 60 Cada parámetro eléctrico puede ser elegido discrecionalmente según sea necesario, por ejemplo la corriente o la tensión o el desplazamiento de fase o el factor de potencia o el factor efectivo o el factor de desplazamiento. Los parámetros monitorizados pueden ser combinados y evaluados según se requiera de cualquier manera, por ejemplo para obtener o determinar o calcular otro parámetro no monitorizado o medido o detectado directamente. Así, por ejemplo, a partir de los dos parámetros corriente y desplazamiento de fase puede ser determinada la tensión como otro parámetro.
- 65

El criterio de error se puede elegir discrecionalmente según sea necesario y, por ejemplo, comprobar si el parámetro es mayor que un primer valor umbral y/o si su tasa de variación es mayor que un segundo valor umbral.

Puede estar previsto que:

- 5
- para controlar el transformador de regulación en la etapa a), en una etapa c) sea enviada una primera señal de control al transformador de regulación; y/o
 - para abrir el interruptor de protección en la etapa b), en una etapa d) sea enviada una segunda o la primera señal de control al interruptor de protección.

10 Puede estar previsto que

- la etapa d) sea ejecutada después de la etapa c).

15 Puede estar previsto que:

- la etapa d) sea ejecutada antes o simultáneamente con la etapa c);
- en la etapa b) la apertura del interruptor de protección sea demorada.

20 Puede estar previsto que:

- sea monitorizada la temperatura y/o la presión en el interior del transformador de regulación;
- si la temperatura cumple un criterio de error y/o la presión cumple un criterio de error, entonces el interruptor de protección es abierto.

25 Esta apertura se realiza preferiblemente en el acto o inmediatamente o sin demora.

30 Las realizaciones y explicaciones concernientes a uno de los aspectos de la invención, en particular con respecto a las características individuales de este aspecto, se aplican correspondientemente también de forma análoga a los otros aspectos de la invención.

35 A continuación se explicarán en detalle formas de realización de la invención a modo de ejemplo con referencia a los dibujos adjuntos. No obstante, las características individuales que se desprenden de las mismas no están limitadas a las formas de realización individuales, sino que pueden ser unidas y/o combinadas con características individuales descritas anteriormente y/o con características individuales de otras formas de realización. Los detalles en los dibujos deben interpretarse como ilustrativos, no como restrictivos. Los símbolos de referencia contenidos en las reivindicaciones no pretenden limitar el alcance de protección de la invención de ninguna manera, sino que se refieren únicamente a las formas de realización mostradas en los dibujos. Los dibujos muestran en:

40 La Figura 1, una primera forma de realización de un nodo de red que está integrado en una red eléctrica en forma de anillo;
la Figura 2, una segunda forma de realización de un nodo de red para una red eléctrica que comprende una forma de realización preferida de un transformador de regulación.

45 En la Figura 1 está representada esquemáticamente una primera forma de realización de un nodo de red 10 para una red eléctrica 19. La red eléctrica 19 es por ejemplo una red de interconexión de media tensión con topología de red en anillo, que es alimentada a través de una subestación 20 con un transformador de potencia 21 desde una red de interconexión de alta tensión no representada y en la que está integrados varios nodos de red 10, 10', 10'', de los cuales solo está representado en detalle el nodo de red 10.

50 En esta forma de realización, el nodo de red 10 comprende un transformador de regulación 11 con un lado primario y un lado secundario, una línea de entrada 12, que está conectada al lado primario, una línea de salida 13, que está conectada al lado secundario, un interruptor de protección 14 que se asienta en la línea de entrada 12, un sensor 15 que puede detectar un parámetro eléctrico en la línea de entrada 12 y generar una señal de medición, un aparato de control 16 que está acoplado al transformador de regulación 11, al interruptor de protección 14 y al sensor 15, y un dispositivo de distribución de subtensión 22, que es por ejemplo un dispositivo de distribución de baja tensión.

55 En esta forma de realización, el nodo de red 10 comprende además una instalación de conmutación de tensión primaria 17, que por ejemplo es una instalación de conmutación de media tensión y comprende el interruptor de protección 14, dos conexiones de entrada 24', 24'' y otros dos interruptores de protección 25', 25'', que está acoplada al aparato de control 16. Mediante las conexiones de entrada 24', 24'', el nodo de red 10 está integrado en la red eléctrica 19 con forma de anillo, de modo que cada una está unida al extremo del interruptor de protección 14 alejado del transformador de regulación 11 mediante uno de los transformadores de protección 25, 25' y, por tanto, con el extremo de la línea de entrada 12 no conectado al lado primario.

65

5 El transformador de regulación 11 es, por ejemplo, un transformador de red local regulable, que también es denominado RONT y comprende una parte activa 26, un dispositivo de regulación 18 para modificar la relación de transmisión del transformador de regulación 11 y una carcasa 27, en la que se asientan la parte activa 26 y el dispositivo de regulación 18. El dispositivo de regulación 18 está conectado en el lado primario de la parte activa 26 que para cada fase de la red eléctrica 19 comprende un devanado de regulación no representado con varias tomas, acoplado al aparato de control 16 para el control y por ejemplo un cambiador de etapas en carga.

10 El dispositivo de distribución de subtensión 22 comprende una barra colectora 23 con varias conexiones a través de la cual, por ejemplo consumidores de energía como los hogares, obtienen la baja tensión generada del nodo de red 10 y/o generadores de energía, como por ejemplo instalaciones fotovoltaicas y turbinas eólicas, pueden alimentar su energía eléctrica generada a la red eléctrica 19.

15 El sensor 15 es por ejemplo un sensor de corriente y está realizado como transformador de corriente, de modo que como parámetro detecta la corriente en la línea de entrada 12 y puede generar una señal de corriente como señal de medición.

20 El aparato de control 16 está diseñado de tal manera que puede controlar el dispositivo de regulación 18 y por tanto el transformador de regulación 11 en función de la señal de corriente, de manera que el transformador de regulación 11 tenga una relación de multiplicación correspondiente al concepto de protección predeterminado y, por tanto, predeterminada adecuada, y que pueda controlar el interruptor de protección 14 en función de la señal de medición de tal manera que este se abre, de modo que la apertura del interruptor de protección 14 provocada por el control se realiza tan pronto como o después de que el transformador de regulación 11 tenga la relación de transmisión adecuada. La apertura del interruptor de protección 14 causada por el control se realiza demorada un intervalo de tiempo respecto al control del transformador de regulación 11.

25 Como concepto de protección es almacenado en el aparato de control 16 por ejemplo un concepto de protección de sobrecorriente. De acuerdo con este concepto de protección de sobrecorriente, el aparato de control 16 determina la relación de transmisión máxima como la relación de transmisión adecuada, en caso de que la relación de transmisión actual sea la relación de transmisión máxima, y en caso contrario es determinada como la relación de transmisión adecuada aquella relación de transmisión que es la siguiente relación de transmisión mayor que la relación de transmisión actual.

30 En esta forma de realización, el aparato de control 16 está realizado de tal manera que el control del interruptor de protección 14 se lleva a cabo simultáneamente con el control del transformador de regulación 11, y el interruptor de protección 14 está acoplado a unos medios de retardo 28, que están realizados de tal manera que la apertura del interruptor de protección 14 se demora un intervalo de tiempo predeterminado. El interruptor de protección 14 es accionado por ejemplo por un relé no representado, y los medios de retardo 28 comprenden por ejemplo una bobina, no representada, que está conectada en serie con la bobina de excitación del relé. El intervalo de tiempo predeterminado es elegido de manera que el transformador de regulación 11 pueda cambiar a la relación de transmisión adecuada.

35 A continuación se explica en detalle una primera forma de realización de un procedimiento para operar un nodo de red 10 para una red eléctrica 19, en la que el nodo de red 10 es, por ejemplo, el nodo de red 10 mostrado en la Figura 1.

40 En esta forma de realización es monitorizada la corriente en la línea de entrada 12. Esto se realiza por ejemplo con la ayuda del sensor 15 y del aparato de control 16. La monitorización se realiza por ejemplo de tal manera que se comprueba si la corriente es mayor que un valor umbral correspondiente al concepto de protección de sobrecorriente y, por tanto, predeterminado y por consiguiente si se cumple un criterio de error.

45 Si de esta comprobación resulta que se da este caso, es decir, si la corriente cumple el criterio de error, entonces en una etapa a) el transformador de regulación 11 es controlado de manera que tenga la relación de transmisión adecuada predeterminada, y en una etapa b) se abre el interruptor de protección 14. Esto se realiza por ejemplo con ayuda del aparato de control 16.

50 Para controlar el transformador de regulación 11 en la etapa a), es enviada en una etapa c) una primera señal de control al dispositivo de regulación 18 y por tanto al transformador de regulación 11. Esto se hace por ejemplo con ayuda del aparato de control 16.

55 Para abrir el interruptor de protección 14 en la etapa b), en una etapa d) es enviada la primera señal de control al interruptor de protección 14 y la etapa d) es realizada simultáneamente con la etapa c). Esto se hace por ejemplo con ayuda del aparato de control 16.

60 En la etapa b) la apertura del interruptor de protección 14 es demorada. Esto se realiza por ejemplo con ayuda de los medios de retardo 28. En consecuencia, la apertura del interruptor de protección 14 se realiza en la etapa b), tan pronto como o después de que el transformador de regulación 11 tenga la relación de transmisión predeterminada.

65

En la Figura 2 está representada esquemáticamente una segunda forma de realización de un nodo de red 10 para una red eléctrica 19. Esta segunda forma de realización es similar a la primera forma de realización, de modo que a continuación se explican en detalle sobre todo las diferencias.

5 En esta forma de realización, el transformador de regulación 11 está realizado de acuerdo con una forma de realización preferida y se suprimen los medios de retardo 28.

10 El transformador de regulación 11 comprende por ejemplo la línea de entrada 12, la línea de salida 13, el interruptor de protección 14, el sensor 15, el aparato de control 16, la instalación de conmutación de tensión primaria 17, un sensor de temperatura 29, que puede generar una señal de temperatura, y un sensor de presión 30 que puede generar una señal de presión. Está realizado como transformador de aceite y su carcasa 27 es un depósito de aceite herméticamente cerrado que está lleno de aceite y aloja la línea de entrada 12, el sensor 15, la instalación de conmutación de tensión primaria 17, el sensor de temperatura 29 y el sensor de presión 30.

15 El aparato de control 16 está acoplado al sensor de temperatura 29 y al sensor de presión 30 y está realizado de forma que en función de la señal de temperatura, por ejemplo si la temperatura en el interior de la carcasa 27 excede de un valor umbral predeterminado, y de la señal de presión, si por ejemplo la presión en el interior de la carcasa 27 excede de un umbral predeterminado, puede controlar el interruptor de protección 14 de tal manera que se abra en el acto.

20 En esta forma de realización del nodo de red 10, el aparato de control 16 está realizado de tal manera que el control del interruptor de protección 14 se realiza el intervalo de tiempo predeterminado después del control del transformador de regulación 11. Por tanto, no son necesarios medios de retardo 28 como en la primera forma de realización del nodo de red 10.

25 A continuación se explica en detalle una segunda forma de realización de un procedimiento para operar un nodo de red 10 para una red eléctrica 19, donde el nodo de red 10 es por ejemplo el nodo de red 10 mostrado en la Figura 2. Esta segunda forma de realización es similar a la primera forma de realización, de modo que a continuación se explicarán en detalle sobre todo las diferencias.

30 En esta forma de realización, en la etapa d) es enviada una segunda señal de control al interruptor de protección 14 y la etapa d) es ejecutada después de la etapa c). Esto se realiza por ejemplo con ayuda del aparato de control 16.

35 En la etapa b) se abre el interruptor de protección 14 en el acto o inmediatamente o sin demora después de recibir la segunda señal de control. Dado que la etapa d) es ejecutada después de la etapa c), la apertura del interruptor de protección 14 en la etapa b) se realiza tan pronto como o después de que el transformador de regulación 11 tenga la relación de transmisión predeterminada.

40 LISTA DE SÍMBOLOS DE REFERENCIA

10	nodo de red, transformador de red local
11	transformador de regulación
12	línea de entrada
13	línea de salida
45	14 interruptor de protección
	15 sensor
	16 aparato de control
	17 instalación de conmutación de tensión primaria
	18 dispositivo de regulación
50	19 red eléctrica
	20 subestación
	21 transformador de potencia
	22 dispositivo de distribución de subtensión
	23 barra colectora
55	24 conexión de entrada
	25 otro interruptor de protección
	26 pieza activa de 11
	27 carcasa de 11
	28 medios de retardo
60	29 sensor de temperatura
	30 sensor de presión

REIVINDICACIONES

1. Nodo de red (10) para una red eléctrica (19), en particular para una subestación o una estación de red local, que comprende:

- 5
- un transformador de regulación (11) con un lado primario y un lado secundario;
 - una línea de entrada (12) que está conectada al lado primario;
 - una línea de salida (13) que está conectada al lado secundario;
 - un interruptor de protección (14) que se asienta en la línea de entrada (12) o la línea de salida (13);
 - un sensor (15) que puede detectar un parámetro eléctrico en la línea de entrada (12) y/o en la línea de salida (13) y generar una señal de medición;
 - un aparato de control (16) que está acoplado al transformador de regulación (11), al interruptor de protección (14) y al sensor (15) y que está realizado de tal manera que:
 - puede controlar el transformador de regulación (11) en función de la señal de medición, de modo que tenga una razón de transmisión predeterminada;
 - puede controlar el interruptor de protección (14) en función de la señal de medición de tal manera que este se abre;

20 en el que

- la apertura del interruptor de protección (14) provocada por el control es realizada tan pronto como el transformador de regulación (11) tiene la relación de transmisión predeterminada.

25 2. Nodo de red (10) según la reivindicación anterior, en el que

- el aparato de control (16) está realizado de tal manera que el control del interruptor de protección(14) se realiza después del control del transformador de regulación (11).

30 3. Nodo de red (10) según la reivindicación anterior, en el que:

- el aparato de control (16) está realizado de tal manera que el control del interruptor de protección (14) se realiza antes o simultáneamente con el control del transformador de regulación (11);
- el interruptor de protección (14) está acoplado a unos medios de retardo (28) que están realizados de tal manera que retardan la apertura del interruptor de protección (14).

4. Nodo de red (10) según una de las reivindicaciones anteriores, que comprende

- 40
- una instalación de conmutación de tensión primaria (1.7), que comprende:
 - el interruptor de protección (14) que se asienta en la línea de entrada (12);
 - dos conexiones de entrada (24', 24'');
 - otros dos interruptores de protección (25', 25'') que conectan, respectivamente, una de las conexiones de entrada (24', 24'') con el extremo de la línea de entrada (12) que no está conectado al lado primario.

5. Nodo de red (10) según una de las reivindicaciones anteriores, que comprende:

- 50
- un filtro que está acoplado a la línea de entrada (12) y/o la línea de salida (13) y en particular comprende un filtro dinámico y/o un filtro activo; y/o
 - un banco de condensadores que está conectado a la línea de entrada (12) y/o la línea de salida (13); y/o
 - un acumulador de energía que está acoplado a la línea de entrada (12) y/o a la línea de salida (13) y en particular comprende un acumulador de energía eléctrica y/o un acumulador de energía química y/o un acumulador de energía térmica y/o un acumulador de aire comprimido.

6. Transformador de regulación (11) para un nodo de red (10) de una red eléctrica (19), en el que el nodo de red (10) está realizado según una de las reivindicaciones anteriores, que comprende:

- 60
- un lado primario y un lado secundario;
 - una línea de entrada (12) que está conectada al lado primario;
 - una línea de salida (13) que está conectada al lado secundario;
 - un interruptor de protección (14) que se asienta en la línea de entrada (12) o la línea de salida (13);
 - un sensor (15) que puede detectar un parámetro eléctrico en la línea de entrada (12) y/o la línea de salida (13) y generar una señal de medición;
 - un dispositivo de regulación (18) para modificar la relación de transmisión;
- 65

- un aparato de control (16) que está acoplado al dispositivo de regulación (18), al interruptor de protección (14) y al sensor (15) y está realizado de tal manera que:

- 5
- puede controlar el dispositivo de regulación (18) en función de la señal de medición, de forma que el transformador de regulación (11) tenga una relación de transmisión predeterminada;
 - puede controlar el interruptor de protección (14) en función de la señal de medición, de tal manera que este se abra;

en el que

10 - la apertura del interruptor de protección (14) provocada por el control tiene lugar tan pronto como el transformador de regulación (11) tiene la relación de transmisión predeterminada.

7. Transformador de regulación (11) según la reivindicación anterior, que comprende

15 - una instalación de conmutación de tensión primaria (1.7), que comprende:

- 20
- el interruptor de protección (14) que se asienta en la línea de entrada (12);
 - dos conexiones de entrada;
 - otros dos interruptores de protección que conectan, respectivamente, una de las conexiones de entrada con el extremo de la línea de entrada (12) que no está conectado al lado primario.

8. Transformador de regulación (11) según una de las reivindicaciones 6 a 7, que comprende

25 - una carcasa (27), en la que están dispuestas la parte activa (26) del transformador de regulación (11) y el dispositivo de regulación (18);

en el que

30 - el interruptor de protección (14) y/o la instalación de conmutación de tensión primaria (17) están dispuestos en la carcasa (27).

9. Transformador de regulación (10) según una de las reivindicaciones 6 a 8, en el que:

35 - el transformador de regulación (11) comprende en su interior un sensor de temperatura (29) que puede generar una señal de temperatura, y/o un sensor de presión (30) que puede generar una señal de presión;

- el aparato de control (16) está acoplado al sensor de temperatura (29) y/o al sensor de presión (30) y está realizado de tal manera que

- 40
- puede controlar el interruptor de protección (14) en función de la señal de temperatura y/o la señal de presión, de modo que este se abra.

10. Procedimiento para operar un nodo de red (10) para una red eléctrica (19), en el que el nodo de red (10) está realizado según una de las reivindicaciones 1 a 5, que comprende:

45 - un transformador de regulación (11) con un lado primario y un lado secundario;

- una línea de entrada (12) que está conectada al lado primario;

- una línea de salida (13) que está conectada al lado secundario;

- un interruptor de protección (14) que se asienta en la línea de entrada (12) o la línea de salida (13);

50 en el que:

- es monitorizado un parámetro eléctrico en la línea de entrada (12) o en la línea de salida (13);

- cuando el parámetro cumple un criterio de error, entonces:

- 55
- en una etapa a) es controlado el transformador de regulación (11) en función del parámetro, de modo que tenga una razón de transmisión predeterminada; y
 - en una etapa b) el interruptor de protección (14) es abierto en función del parámetro;

60 - la apertura del interruptor de protección en la etapa b) se realiza tan pronto como el transformador de regulación (11) tiene la relación de transmisión predeterminada.

11. Procedimiento según la reivindicación anterior, en el que:

65 - para controlar el transformador de regulación (11) en la etapa a), en una etapa c) es enviada una primera señal de control al transformador de regulación (11); y/o

- para abrir el interruptor de protección (14) en la etapa b), en una etapa d) es enviada una segunda o la primera señal de control al interruptor de protección (14).

5 12. Procedimiento según la reivindicación anterior, en el que

- la etapa d) es ejecutada después de la etapa c).

13. Procedimiento según la reivindicación anterior, en el que:

- 10
- la etapa d) es ejecutada antes o a la vez que la etapa c);
 - en la etapa b) es demorada la apertura del interruptor de protección (14).

14. Procedimiento según una de las reivindicaciones 10 a 13, en el que:

- 15
- es monitorizada la temperatura y/o la presión en el interior del transformador de regulación (11);
 - si la temperatura cumple un criterio de error y/o la presión cumple un criterio de error, entonces se abre el interruptor de protección (14).

FIG 1.

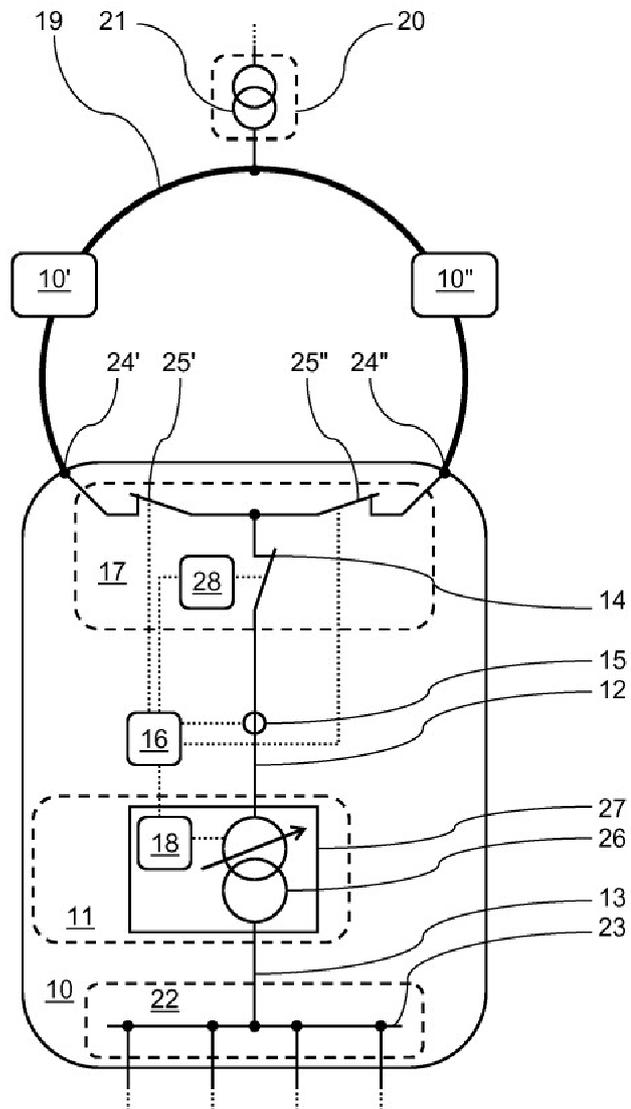


FIG. 2.

