

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 874 876**

51 Int. Cl.:

G01R 31/333 (2006.01)

H01H 9/00 (2006.01)

G01R 31/327 (2006.01)

G01R 31/62 (2010.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **29.06.2015** **PCT/EP2015/064713**

87 Fecha y número de publicación internacional: **07.01.2016** **WO16001150**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.06.2015** **E 15732673 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.04.2021** **EP 3164725**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo para verificar un interruptor de contactos escalonados de un transformador**

30 Prioridad:

02.07.2014 AT 504602014

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
05.11.2021

73 Titular/es:

OMICRON ELECTRONICS GMBH (100.0%)
Oberes Ried 1
6833 Klaus, AT

72 Inventor/es:

RÄDLER, MICHAEL y
UNTERER, BORIS

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 874 876 T3

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

DESCRIPCIÓN

Procedimiento y dispositivo para verificar un interruptor de contactos escalonados de un transformador

5 La presente invención se refiere a un procedimiento y un dispositivo para verificar un interruptor de contactos escalonados de un transformador, en particular de un transformador de potencia.

La publicación EP 2 244 272 A1 describe un interruptor de contactos escalonados para un transformador y un procedimiento para medir una secuencia de contactos de un interruptor de contactos escalonados.

10 El documento EP 2 524 385 B1 divulga un procedimiento de medición de la secuencia temporal de las operaciones de conmutación individuales de diferentes elementos de contacto y conmutación que se producen sucesivamente durante el accionamiento de un interruptor de contactos escalonados.

15 Los transformadores eléctricos de potencia, que se utilizan, por ejemplo, en la generación de energía, en la transmisión de energía, en la distribución de energía o en aplicaciones industriales y que están conformados para potencias superiores a 1 MW, comprenden frecuentemente los llamados interruptores de contactos escalonados para poder ajustar ligeramente la relación de transmisión del respectivo transformador, por ejemplo, a determinadas condiciones de carga. Los interruptores de contactos escalonados que también pueden conmutarse durante el funcionamiento del transformador o bajo carga, es decir, sin interrumpir el funcionamiento, suelen denominarse interruptores de contactos escalonados bajo carga ("on load tap changer" (OLTC)). Para ello, el bobinado del transformador se realizó como lo que se denomina bobinado escalonado, por lo que las tomas o derivaciones de este bobinado escalonado se guiaron al interruptor de contactos escalonados, que conmuta de una toma a otra durante el funcionamiento del transformador para modificar así la relación de transformación del transformador.

25 Dado que los bobinados de un transformador representan cada uno una gran inductancia, la conmutación entre diferentes relaciones de transformación no es fácil de realizar, ya que no es posible interrumpir simplemente el flujo de corriente a través de un bobinado. Por lo tanto, un interruptor de contactos escalonados se diseña de manera que la corriente pueda pasar por el bobinado en cualquier momento. Frecuentemente el interruptor de contactos escalonados conmuta la corriente que circula por el bobinado mediante resistencias para cambiar la relación de transmisión. El proceso de conmutación debe realizarse rápidamente para evitar un calentamiento excesivo de las resistencias. Debido a la mecánica compleja y, por lo tanto, propensa a errores de los interruptores de contactos escalonados, se aconseja realizar una verificación periódica de cada interruptor de contactos escalonados.

35 Por lo tanto, la presente invención tiene como objetivo mejorar la verificación de un interruptor de contactos escalonados en comparación con la técnica anterior.

Según la invención, esta tarea se resuelve mediante un procedimiento para verificar un interruptor de contactos escalonados de un transformador de acuerdo con la reivindicación 1 y mediante un dispositivo para verificar un interruptor de contactos escalonados de un transformador de acuerdo con la reivindicación 8. Las reivindicaciones dependientes definen las realizaciones preferidas y ventajosas de la presente invención.

40 En el contexto de la presente invención, se proporciona un procedimiento para verificar un interruptor de contactos escalonados de un transformador. En este sentido, el interruptor de contactos escalonados está configurado para cambiar (bajo carga) una relación de transformación del transformador. El procedimiento de acuerdo con la invención comprende los siguientes pasos:

45 • Generación de una señal de prueba, que se suministra a un bobinado del transformador y del interruptor de contactos escalonados. La señal de prueba es una corriente eléctrica que fluye a través del bobinado y del interruptor de contactos escalonados en serie con el bobinado, y suele estar entre unos pocos amperios y unos 100 amperios.

50 • Accionamiento del interruptor de contactos escalonados, siendo que al accionar el interruptor de contactos escalonados se modifica la relación de transformación del transformador.

55 • Detección de un valor de resistencia eléctrica transitoria del transformador durante el accionamiento del interruptor de contactos escalonados, siendo el valor de resistencia eléctrica dependiente de la señal de prueba. Para verificar el interruptor de contactos escalonados sobre la base del valor de la resistencia eléctrica o, más precisamente, sobre la base de una característica temporal del valor de la resistencia, en particular, se mide al menos una variable de medida, por ejemplo, una corriente que fluye a través del bobinado y el interruptor de contactos escalonados conectado en serie y/o una tensión que cae a través del bobinado, cambiando la al menos una variable de medida (y, por tanto, el valor de la resistencia) como resultado de la actuación del interruptor de contactos escalonados en función de la señal de prueba generada. Esta al menos una variable medida es en sí misma el valor de la resistencia o comprende una o más variables medidas (por ejemplo, corriente y tensión) a partir de las cuales se puede determinar el valor de la resistencia. La progresión temporal de la al menos una variable medida y, por tanto, del valor de la resistencia, puede registrarse, por ejemplo, registrando la al menos una variable medida de forma continua durante un intervalo de tiempo predeterminado o en momentos específicos dentro de este intervalo de tiempo (por ejemplo, 100 ms). En particular,

el intervalo de tiempo comienza directamente antes o poco después del inicio de la actuación del interruptor de contactos escalonados y termina después de que la relación de transposición haya sido cambiada por el interruptor de contactos escalonados o después de que los cambios más bruscos en la variable medida debido a la actuación del interruptor de contactos escalonados o al proceso de conmutación hayan disminuido.

Sobre la base del valor transitorio (es decir, no estacionario) de la resistencia, que se detecta durante el accionamiento del interruptor de contactos escalonados, o sobre la base del curso temporal del valor de la resistencia, la decisión de si el interruptor de contactos escalonados está operando correctamente o no puede hacerse mucho mejor y más simplemente que en el caso de la técnica anterior. A este respecto, pueden evaluarse el valor de resistencia detectado y la progresión temporal del valor de resistencia, en particular, sobre la base de datos históricos (por ejemplo, valores de resistencia detectados anteriormente o progresiones temporales de los valores de resistencia detectadas anteriormente en transformadores que han demostrado funcionar correctamente), a fin de decidir si el interruptor de contactos escalonados funciona actualmente de forma correcta.

De acuerdo con una realización preferida de la invención, el transformador puede ser un transformador multifásico (por ejemplo, un transformador de CA trifásico). En un transformador multifásico, se proporciona un interruptor de contactos escalonados separado para cada fase del transformador y está configurado para cambiar (bajo carga) una relación de transformación del transformador. Para probar el interruptor de contactos escalonados, se genera una señal de prueba simultáneamente para cada fase del transformador. Para cada fase, esta señal de prueba se suministra a un bobinado del transformador asociado a la fase respectiva y al interruptor de contactos escalonados asociado a este bobinado. Si las señales de prueba son cada una denomina bobinado corriente, por ejemplo, se genera simultáneamente una corriente para cada fase del transformador, que fluye a través del bobinado asociado a la fase respectiva y del interruptor de contactos escalonados asociado al bobinado, que está en serie con el bobinado respectivo. Por ejemplo, cuando las señales de prueba son cada una denomina bobinado tensión, se aplica simultáneamente una tensión al bobinado asociado a cada fase del transformador para generar así una corriente a través de ese bobinado y del interruptor de contactos escalonados asociado. El interruptor de contactos escalonados se acciona, cambiando la relación de vueltas con cada accionamiento. En este sentido, el interruptor de contactos escalonados debe ser accionado en forma simultánea. Durante el accionamiento el interruptor de contactos escalonados, para cada bobinado asociado al respectivo interruptor de contactos escalonados, se detecta un valor de resistencia eléctrica transitoria o una variación en el tiempo de dicho valor de resistencia, que varía en función de la señal de prueba durante la operación de conmutación. La detección del valor de la resistencia respectiva se lleva a cabo, en particular, de nuevo con al menos una variable de medida, como se ha descrito anteriormente. Una variable medida puede ser una corriente eléctrica que fluye a través de uno de los bobinados y del interruptor de contactos escalonados asociado a dicho bobinado y en serie con dicho bobinado. Otra variable medida puede ser una tensión eléctrica que cae a través de uno de los bobinados.

El valor de resistencia detectado para la fase respectiva puede utilizarse para decidir si el respectivo interruptor de contactos escalonados del transformador multifásico está funcionando correctamente. A este respecto, el valor de resistencia detectado para la fase respectiva puede compararse con un valor de resistencia correspondiente para un interruptor de contactos escalonados que funcione correctamente.

Las señales de prueba pueden generarse para cada fase de manera que las señales de prueba tengan la misma magnitud, por lo que los valores de resistencia detectados para las diferentes fases pueden compararse entre sí de manera ventajosa.

En el caso de un transformador trifásico con una conexión de punto neutro, que preferentemente presenta un bobinado en Y o en Z, las tres fases pueden probarse simultáneamente. Para ello, se puede imprimir una corriente como señal de prueba, que fluye hacia el bobinado durante dos fases (es decir, se imprime en el extremo del bobinado que se aleja del punto neutro) y sale del bobinado durante una fase (es decir, se retira del bobinado en el extremo que se aleja del punto neutro). Cuando las tres corrientes son de igual magnitud, una cuarta corriente adicional fluye hacia fuera (es decir, se extrae del bobinado en el extremo opuesto al punto neutro).

Tanto en un transformador multifásico como en un transformador monofásico, la señal de prueba puede ser una señal de CC, es decir, una corriente eléctrica de CC.

Como se ha descrito al menos parcialmente, el valor de la resistencia eléctrica puede determinarse basándose en los medidores eléctricos. Uno de los valores de medición es la corriente eléctrica que fluye a través del bobinado respectivo y el interruptor de contactos escalonados asociado a ese bobinado, y el otro valor de medición es la tensión eléctrica que cae a través del bobinado respectivo, de modo que el valor de la resistencia eléctrica se calcula como una función de la tensión y la corriente (en particular como un cociente de la tensión y la corriente). Este valor de resistencia puede ser un valor de resistencia óhmica o valor de resistencia DC, o un valor de impedancia o valor de resistencia AC.

De acuerdo con la invención, el al menos un valor de medición puede ser también otra magnitud eléctrica, como la potencia eléctrica o la energía eléctrica absorbida por el bobinado respectivo o entregada por éste. En este caso, también es posible determinar el valor de la resistencia eléctrica sobre la base de al menos un valor de medición.

De acuerdo con la invención, por un lado, es posible evaluar automáticamente el valor de la resistencia eléctrica detectada para verificar el interruptor de contactos escalonados o para tomar una decisión sobre si el respectivo interruptor de contactos escalonados está funcionando correctamente. Por otro lado, sin embargo, también es posible según la invención emitir el valor de la resistencia eléctrica respectiva para, por ejemplo, hacer que un experto decida sobre la base de la salida si el respectivo interruptor de contactos escalonados está funcionando correctamente.

En particular, cuando la detección y/o determinación del valor de resistencia eléctrica respectivo comprende la detección y/o determinación de un curso temporal del valor de resistencia eléctrica respectivo, la salida del valor de resistencia eléctrica respectivo comprende ventajosamente la visualización del curso temporal del valor de resistencia eléctrica respectivo.

Para probar el respectivo interruptor de contactos escalonados, una pluralidad de progresiones temporales detectadas del valor de la resistencia eléctrica, que se detectan y/o determinan durante una pluralidad de accionamientos del respectivo interruptor de contactos escalonados, pueden mostrarse automáticamente superpuestas en el tiempo. La representación de las progresiones se realiza, en particular, a través de un visualizador o una pantalla. Sin embargo, también es posible imprimir las curvas para visualizarlas en una impresora o en otros soportes. Por la representación temporalmente superpuesta de los cursos se entiende en particular que un final temporal de cada uno de los cursos representados se traza después de todos los inicios temporales de los cursos representados. Los cursos representados (superpuestos temporalmente) de los valores de resistencia eléctrica también pueden evaluarse sobre la base de datos históricos (por ejemplo, cursos del valor de resistencia registrados anteriormente).

En el caso de la visualización superpuesta temporalmente de las curvas de los valores de resistencia eléctrica registrados en cada caso, existe, por un lado, la posibilidad de aplicar las curvas de la forma más congruente posible, de modo que, por ejemplo, dos curvas idénticas se muestran exactamente una encima de la otra. Otra posibilidad de acuerdo con la invención es aplicar las curvas (ligeramente) desplazadas para que, por ejemplo, se puedan distinguir dos curvas idénticas. En este caso, los cursos pueden mostrarse desplazados en la dirección del eje temporal y/o perpendicularmente al eje temporal.

Para la representación temporalmente superpuesta de los procesos, en particular, las secciones temporales correspondientes de los procesos se representan temporalmente superpuestas. En este caso, el respectivo tramo de tiempo correspondiente o el respectivo intervalo de tiempo correspondiente de la respectiva progresión puede comenzar poco antes o poco después del respectivo accionamiento del interruptor de contactos escalonados y terminar después del final de la ejecución del cambio a una nueva relación de transmisión. El intervalo de tiempo del historial respectivo puede ser, por ejemplo, de 100 ms de la operación de conmutación respectiva.

El intervalo de tiempo durante el cual se detecta el historial del valor de resistencia respectivo puede seleccionarse para que sea lo suficientemente largo como para que el transformador alcance la saturación después de cambiar a la nueva relación de transmisión, de modo que el valor de resistencia detectado también comprenda la resistencia del bobinado.

Dentro del alcance de la presente invención, también se proporciona un dispositivo para verificar un interruptor de contactos escalonados de un transformador. Aquí, el interruptor de contactos escalonados está configurado para cambiar (bajo carga o en funcionamiento) una relación de transformación del transformador. El dispositivo comprende medios de generación de señales de prueba, medios de medición y medios de control. Con ayuda de los medios de generación de la señal de prueba y los medios de control, el dispositivo genera una señal de prueba que se suministra a un bobinado del transformador y al interruptor de contactos escalonados. Mediante los medios de medición y los medios de control, el dispositivo es capaz de detectar y/o determinar un valor de resistencia eléctrica del transformador durante una actuación del interruptor de contactos escalonados en respuesta a la señal de prueba.

Las ventajas del dispositivo de acuerdo con la invención corresponden sustancialmente a las ventajas del procedimiento de acuerdo con la invención, que se exponen detalladamente más arriba, por lo que no es necesario repetirlas aquí.

De acuerdo con una realización de acuerdo con la invención, el transformador puede ser un transformador multifásico, en el que para cada fase del transformador se ha previsto un interruptor de contactos escalonados separado, que está conformado para cambiar (bajo carga) una relación de transformación del transformador. De acuerdo con esta realización de la invención, el dispositivo está así conformado para verificar un o el interruptor de contactos escalonados de un transformador multifásico. Además, el dispositivo está diseñado para utilizar los medios de generación de señales de prueba para generar simultáneamente una señal de prueba para cada fase del transformador y para suministrar estas señales de prueba (es decir, una de estas señales de prueba en cada caso) a un bobinado del transformador asociado a la fase respectiva y al interruptor de contactos escalonados asociado a este bobinado. El dispositivo es capaz de detectar, mediante los medios de medición y los medios de control, para cada bobinado, un valor de resistencia eléctrica durante un accionamiento el interruptor de contactos escalonados en función de la señal de prueba.

Las ventajas de esta realización de acuerdo con la invención corresponden esencialmente a las ventajas de la realización correspondiente del procedimiento de acuerdo con la invención, que se exponen en detalle más arriba, por lo que no es necesario repetirlas aquí.

5 El dispositivo comprende, en particular, una pantalla y está configurado de tal manera que el dispositivo, con la ayuda de los medios de control, muestra el valor de la resistencia o las curvas de tiempo del valor de la resistencia en esta pantalla.

10 Mediante la salida del valor de resistencia eléctrica y, en particular, mediante la representación gráfica de las progresiones temporalmente superpuestas del valor de resistencia eléctrica para el respectivo interruptor de contactos escalonados, la interpretación del valor de resistencia detectado se simplifica en comparación con la técnica anterior. Esto, en última instancia, también simplifica la comprobación del interruptor de contactos escalonados.

15 En particular, la presente invención puede utilizarse para verificar el interruptor de contactos escalonados de los transformadores de potencia. Por supuesto, la presente invención no se limita a este campo de aplicación preferente, ya que la invención también puede utilizarse, por ejemplo, para la verificación del interruptor de contactos escalonados de transformadores que no se consideran transformadores de potencia.

20 A continuación, la presente invención se describirá en detalle con referencia a las figuras mediante realizaciones preferidas de acuerdo con la invención.

En la Fig. 1, se muestran varios cursos de tiempo de una corriente eléctrica durante el accionamiento de un interruptor de contactos escalonados de un transformador.

25 En las Figs. 2-4, sólo se ilustran algunas de las progresiones temporales mostradas en la Fig. 1.

En la Fig. 5, los cursos de tiempo de una corriente eléctrica durante el accionamiento de un interruptor de contactos escalonados de un transformador no se muestran superpuestos en el tiempo, sino uno tras otro en el tiempo.

30 En la Fig. 6, se muestra un transformador con interruptor de contactos escalonados junto con un dispositivo de acuerdo con la invención.

En la Fig. 7 se muestra un transformador multifásico junto con un dispositivo de acuerdo con la invención.

35 En la Fig. 8 se muestra esquemáticamente un dispositivo de acuerdo con la invención.

Aunque en las siguientes figuras se muestra a modo de ejemplo una corriente eléctrica como señal de prueba y como valor de medición, hay que señalar explícitamente que de acuerdo con la invención también se puede aplicar una tensión como señal de prueba y/o que también se puede utilizar o detectar una tensión, una resistencia eléctrica, una impedancia, una potencia, una energía, etc. como valor de medición para determinar un valor de resistencia eléctrica del transformador en función del valor de medición.

40 En la Fig. 1, se muestra una pluralidad de recorridos temporales 41, 42 de una corriente eléctrica superpuestos en el tiempo, detectándose cada uno de los recorridos de corriente 41, 42 al accionar un interruptor de contactos escalonados de un transformador. La corriente eléctrica cuya trayectoria se detecta fluye a través del bobinado y del interruptor de contactos escalonados en serie con el bobinado. Para cada uno de los recorridos, se representa un intervalo de tiempo que comienza en un primer tiempo t_0 y termina en un segundo tiempo t_1 . Aquí, el primer momento t_0 es poco después del inicio de la actuación del interruptor de contactos escalonados y el segundo momento t_1 se ubica temporalmente después del final del proceso de conmutación del interruptor de contactos escalonados.

50 Si, además de la corriente eléctrica, también se detecta una caída de tensión en el bobinado a lo largo del tiempo, se puede utilizar un cociente de la tensión y la corriente para determinar un historial temporal de un valor de resistencia eléctrica. En este caso, los cursos temporales del valor de la resistencia podrían mostrarse superpuestos en el tiempo de la misma manera que se muestran los recorridos temporales de la corriente en la Fig. 1 (y en las Figs. 2 a 4).

55 En el presente caso, el bobinado presenta once derivaciones o tomas entre los que puede conmutar el interruptor de contactos escalonados, como se explica con más detalle en referencia a la Fig. 6. Los recorridos de corriente identificados con la referencia 41 muestran cada uno de los diez recorridos de corriente que se detectan cuando se conmuta hacia arriba el interruptor de contactos escalonados, por lo que se reduce el número de vueltas efectivas del bobinado. Del mismo modo, los recorridos de corriente identificados con el signo de referencia 42 muestran cada uno de los diez recorridos de corriente que se detectan cuando el interruptor de contactos escalonados conmuta hacia abajo, aumentando así el número de vueltas efectivas del bobinado.

60 Como se muestra en la Fig. 6, existen derivaciones del lado izquierdo o impares 13 y derivaciones del lado derecho o pares 12 del bobinado 10. En la Fig. 2, sólo se muestran los recorridos de corriente 41, 42 durante las operaciones de conmutación pares, ya que los recorridos de la corriente durante las operaciones de conmutación impares no se

suprimen mediante filtros. Una operación de conmutación de número par está presente cuando se hace un cambio a una derivación par o del lado derecho 12. En este caso, es posible cambiar a una derivación par o del lado derecho 12 tanto en el caso de una operación de conmutación hacia abajo como en el caso de una operación de conmutación hacia arriba. Dicho de otro modo, los recorridos de corriente identificados por el signo de referencia 41 en la Fig. 2 muestran cinco operaciones de conmutación pares durante la conmutación descendente, mientras que los recorridos de la corriente identificados por el signo de referencia 42 en la Fig. 2 muestran cinco operaciones de conmutación pares durante la conmutación ascendente.

En cambio, la Fig. 3 muestra sólo los recorridos de la corriente 41, 42 durante las operaciones de conmutación impares, ya que los recorridos de la corriente durante las operaciones de conmutación pares se suprimen mediante filtros. Al cambiar a una toma impar o del lado izquierdo 13 se produce una operación de conmutación impar (véase la Fig. 6). Al igual que en el caso de las operaciones de conmutación pares, en el caso de las operaciones de conmutación impares es posible cambiar a una toma impar o del lado izquierdo 13 tanto en el caso de una operación de conmutación descendente como en el caso de una operación de conmutación ascendente. En otras palabras, los recorridos de la corriente identificados con la referencia 41 en la Fig. 3 muestran cinco operaciones de conmutación impares durante la conmutación descendente, mientras que los recorridos de la corriente identificados con el signo de referencia 42 en la Fig. 3 muestran cinco operaciones de conmutación impares durante la conmutación ascendente.

En la Fig. 4, sólo se muestran los diez recorridos de corriente 41 para las operaciones de conmutación pares, de modo que los diez recorridos de corriente 42 para las operaciones de conmutación impares (véase la Fig. 1) no se muestran porque se han filtrado.

En la Fig. 5, los 20 recorridos de la corriente 41, 42 de la Fig. 1 se representan en orden cronológico. Aquí, un momento (por ejemplo, t_3 o t_6) en el que termina un recorrido de corriente 41, 42 corresponde a un momento en el que comienza un recorrido de corriente mostrado adyacente al mismo. En otras palabras, los recorridos de la corriente mostrados en la Fig. 5 no se muestran superpuestos en el tiempo.

En la Fig. 6, se muestra un transformador 6 con un interruptor de contactos escalonados 20 y un dispositivo 30 de acuerdo con la invención para la verificación del interruptor de contactos escalonados 20.

El transformador 6 incluye un bobinado 10 que tiene una pluralidad de derivaciones o tomas 12, 13. El interruptor de contactos escalonados 20 comprende dos selectores de tomas 14, 15, estando uno de ellos conectado a una de las tomas del lado derecho o pares 12 y el otro selector de tomas 15 conectado a una de las tomas del lado izquierdo o impares 13. Además, el interruptor de contactos escalonados 20 incluye un primer terminal 21 y una primera resistencia 22 asociados al selector de tomas 15 y un segundo terminal 24 y una segunda resistencia 23 asociados al selector de tomas 14. En la condición mostrada en la Fig. 6, una corriente I fluye hacia el bobinado 10 en el terminal 11 y sale del bobinado 10 en la toma 13, que está en contacto con el selector de tomas 15.

Para entonces, modificar la relación de transformación del transformador 6, un conmutador 25 del interruptor de contactos escalonados 20 se conmuta del terminal 21 al terminal 24. De este modo, en un primer paso, el conmutador 25 entra en contacto tanto con el primer terminal 21 como con la primera resistencia 22, de modo que la corriente I fluye a través de la primera resistencia 22 cuando el conmutador 25 pierde el contacto con el primer terminal 21 en el segundo paso. En el tercer paso, el conmutador 25 pone en contacto tanto la primera resistencia 22 como la segunda resistencia 23, de modo que la corriente I fluye a través de la primera resistencia 22 y la segunda resistencia 23 y, por lo tanto, a través del selector de tomas 15 y la toma correspondiente 13 y el selector de tomas 14 y la derivación 12 correspondiente. Cuando se continúa conmutando el conmutador 25, en el cuarto paso el conmutador 25 pierde el contacto con la primera resistencia 22, de modo que la corriente I en el cuarto paso fluye sólo a través de la segunda resistencia 23 y el selector de tomas 14 y la toma o derivación 12 correspondiente. Cuando se conmuta nuevamente el conmutador 25, en el quinto paso el conmutador 25 entra en contacto con el segundo terminal 24, de modo que prácticamente se produce el cortocircuito de la segunda resistencia 23. La corriente I circula por el segundo terminal 24 y el selector de tomas 14 y la toma o derivación 12 asociada, de modo que en consecuencia cambia la relación de transformación del transformador 6. Cuando se continúa conmutando el conmutador 25, en el sexto y último paso el conmutador 25 pierde el contacto con la segunda resistencia 23, por lo que se interrumpe definitivamente la operación de conmutación o la operación del interruptor de contactos escalonados 20 para cambiar la relación de transformación del transformador 6.

Una vez que en el selector de tomas 15 se desconectó la energía (es decir, en el cuarto paso), el selector de tomas puede conectarse a otra toma del lado izquierdo o impar 13. Para volver a cambiar la relación de aumento del transformador 6, el selector de aumento 25 se cambia de la segunda toma o derivación 24 a la primera toma 21 de forma similar a la descrita anteriormente.

Para la verificación o prueba del interruptor de contactos escalonados 20, existe el dispositivo 30 de acuerdo con la invención, que comprende una fuente de corriente 31 y un medidor de corriente 32. La fuente de corriente 31 se utiliza para generar la corriente I que circula por el bobinado 10 y el interruptor de contactos escalonados 20 en serie con el bobinado 10. En particular, se detecta un historial temporal de la corriente I que circula por el bobinado 10 y el

interruptor de contactos escalonados 20 durante la conmutación del interruptor de contactos escalonados 20 con un dispositivo de medición 9 correspondiente (véase la Fig. 8) del dispositivo 30 de acuerdo con la invención.

Si el dispositivo de medición 9 (véase la Fig. 8) está configurado adicionalmente para detectar una curva temporal de la caída de tensión a través del bobinado 10, la curva temporal del valor de la resistencia eléctrica del bobinado 10 puede ser determinada por el mando 7 (véase la Fig. 8) del dispositivo 30 dividiendo en cada instante la tensión detectada en ese momento por la corriente detectada en ese instante. El dispositivo 30 de acuerdo con la invención es entonces capaz de mostrar curvas temporales de valores de resistencia, que han sido detectadas y determinadas durante las operaciones de conmutación del interruptor de contactos escalonados 20, superpuestas en el tiempo.

En la Fig. 7, se muestra un transformador multifásico 5 que comprende tres fases, cada una con un bobinado 1-3 en conexión Y. Aquí, cada fase o bobinado 1-3 comprende un interruptor de contactos escalonados 20 (no mostrado en la Fig. 7) para cambiar la relación de transformación del transformador 5 de la misma manera que se ha descrito anteriormente con respecto a la Fig. 6.

Para verificar el interruptor de contactos escalonados, el dispositivo 30 de acuerdo con la invención genera una primera corriente continua I_1 que se suministra al extremo del primer bobinado 1 opuesto al punto neutro 4, y una segunda corriente continua I_2 que, por una parte, se extrae del extremo del tercer bobinado 3 opuesto al punto neutro 4 y, por otra parte, se suministra al extremo del segundo bobinado 2 opuesto al punto neutro 4. Se puede observar que la primera corriente continua I_1 también fluye desde el punto neutro 4 hasta el dispositivo 30. En otras palabras, las señales de prueba o corrientes directas I_1 , I_2 suministradas a cada bobinado 1-3 tienen la misma magnitud.

Los desarrollos temporales de los valores de resistencia de los tres bobinados 1-3 son detectados mientras el interruptor de contactos escalonados es conmutado múltiples veces para cambiar la relación de transformación del transformador polifásico 5. Para cada interruptor de contactos escalonados, se muestran varias de las curvas de valores de resistencia detectados o determinados superpuestos en el tiempo para verificar el correcto funcionamiento del interruptor de contactos escalonados.

En la Fig. 8, se muestra esquemáticamente otra realización del dispositivo 30 de acuerdo con la invención. El dispositivo 30 comprende, además de una fuente de corriente 31 que corresponde a los medios de generación de la señal de prueba, un mando 7, una pantalla 8 y medios de medición 9 con los que se puede detectar o determinar una característica temporal del valor de la resistencia eléctrica. En la pantalla 8, se muestran los cursos de tiempo detectados o determinados del valor de la resistencia superpuestos en el tiempo.

LISTA DE REFERENCIAS

1-3	bobinado
4	punto neutro
5	transformador trifásico de corriente alterna
6	transformador
7	mando
8	pantalla
9	dispositivo de medición
10	bobinado
14, 15	selector de tomas
12, 13	toma o derivación
20	interruptor de contactos escalonados
11, 21, 24	terminal
22, 23	resistencia
30	dispositivo
31	fuentes de corriente
32	medidor de corriente
41	recorrido de corriente al conmutar hacia abajo
42	recorrido de corriente al conmutar hacia arriba
I , I_1 , I_2	corriente continua
t	tiempo
t_x	momento

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para verificar un interruptor de contactos escalonados (20) de un transformador (5; 6), en el que el interruptor de contactos escalonados (20) está conformado para cambiar una relación de transmisión del transformador (5; 6),
siendo que el procedimiento comprende las etapas de:
generación de una señal de prueba en forma de corriente eléctrica (I ; I_1 ; I_2) que circula por un bobinado (1-3; 10) del transformador (5; 6) y el interruptor de contactos escalonados (20) conectado en serie con el bobinado (1-3; 10),
accionamiento del interruptor de contactos escalonados (20) para cambiar la relación de vueltas, y detectar un valor de resistencia eléctrica del bobinado (1-3; 10) del transformador (5, 6) durante la etapa de accionamiento del interruptor de contactos escalonados (20) en respuesta a la señal de prueba, mientras la detección del valor de resistencia eléctrica comprende la medición de la corriente (I ; I_1 ; I_2) a través del bobinado (1-3; 10) y la medición de una tensión que cae a través del bobinado (1-3; 10), así como una determinación del valor de la resistencia eléctrica a partir de un cociente de la tensión y la corriente (I ; I_1 ; I_2).
2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque el transformador es un transformador polifásico (5), porque se ha previsto un interruptor de contactos escalonados (20) separado para cada fase del transformador (5), que está diseñado para cambiar una relación de transformación del transformador (5), porque se genera simultáneamente una señal de prueba para cada fase del transformador (5), la que es conducida a un bobinado (1-3) del transformador (5) asignado a la fase respectiva y al interruptor de contactos escalonados (20) asignado al bobinado (1-3), porque se accionan los interruptores de contactos escalonados (20) para cambiar la relación de transformación, y porque en cada caso se detecta un valor de resistencia eléctrica para cada bobinado (1-3) durante la etapa de accionamiento del interruptor de contactos escalonados (20).
3. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 2, caracterizado porque las señales de prueba se generan con la misma magnitud para cada fase.
4. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la señal de prueba es una señal de corriente continua.
5. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el valor de la resistencia eléctrica es un valor de resistencia de corriente continua o un valor de resistencia de corriente alterna.
6. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el procedimiento comprende la emisión del valor de la resistencia eléctrica respectiva.
7. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 6, caracterizado porque la detección del valor de la resistencia eléctrica respectiva comprende una detección de la progresión del valor de la resistencia eléctrica respectiva a lo largo del tiempo (t), y porque la salida del valor de la resistencia eléctrica respectiva comprende la visualización de la variación del valor de la resistencia eléctrica respectiva a lo largo del tiempo (t).
8. Dispositivo para verificar un interruptor de contactos escalonados (20) de un transformador (5; 6), en el que se conformó el interruptor de contactos escalonados (20) para cambiar una relación de transmisión del transformador (5; 6), en el que el dispositivo (30) comprende medios de generación de señales de prueba (31), dispositivos de medición (9) y dispositivos de mando (7), en el que el dispositivo (30) está conformado para generar, mediante los medios de generación de la señal de prueba (31), una señal de prueba en forma de corriente eléctrica (I ; I_1 ; I_2) que circula por un bobinado (10) del transformador (5; 6) y el interruptor de contactos escalonados (20) conectado en serie con el bobinado (10), y en el que el dispositivo (30) está conformado para detectar, mediante los dispositivos de medición (9) y los dispositivos de mando (7), un valor de resistencia eléctrica del bobinado (1-3; 10) del transformador (5; 6) durante el accionamiento del interruptor de contactos escalonados (20) en función de la señal de prueba, estando el dispositivo (30) diseñado, para detectar el valor de resistencia eléctrica mediante los dispositivos de medición (9) y los dispositivos de mando (7), para medir la corriente (I ; I_1 ; I_2) por medio del bobinado (10) y medir una tensión que cae a través del

bobinado (10) y determinar el valor de la resistencia eléctrica a partir de un cociente de la tensión y la corriente (I ; I_1 ; I_2).

- 5 9. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 8,
caracterizado porque
el transformador es un transformador polifásico (5), porque para cada fase del transformador (5) hay un interruptor de contactos escalonados (20) separado que está diseñado para cambiar una relación de transformación del transformador (5),
10 porque el dispositivo (30) está conformado para generar simultáneamente una señal de prueba para cada fase del transformador (5) mediante los medios generadores de señales de prueba (31) y conducirla a un bobinado (1-3) del transformador (5) asociado a la fase respectiva y al interruptor de contactos escalonados (20) asociado al bobinado (1-3), y
15 porque el dispositivo (30) está conformado para detectar, mediante los dispositivos de medición (9) y los dispositivos de mando (7), un valor de resistencia eléctrica respectivo para cada bobinado (1-3) de un interruptor de contactos escalonados (20) en función de la señal de prueba.
- 20 10. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 8 o 9,
caracterizado
porque el dispositivo (30) comprende una pantalla (8), y
porque el dispositivo (30) se conformó de tal manera que los dispositivos de mando (7) muestren cada valor de resistencia en la pantalla (8).
- 25 11. Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones 8-10,
caracterizado porque
el dispositivo (30) está conformado para llevar a cabo el procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-7.

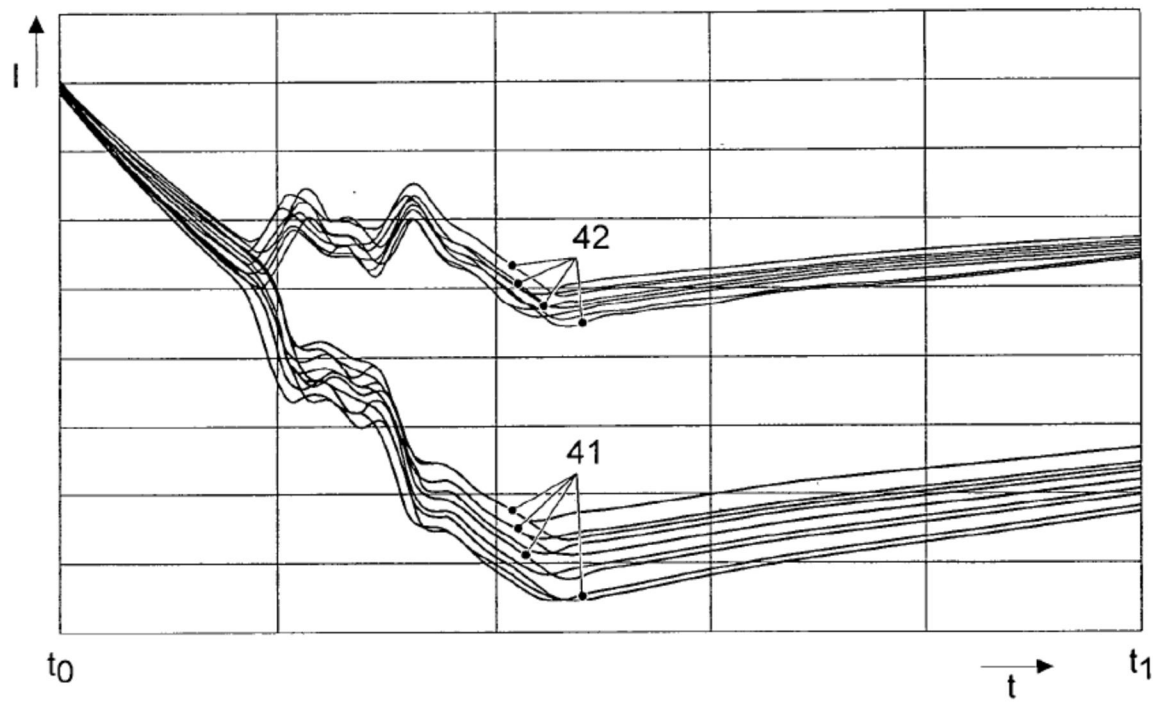


FIG. 1

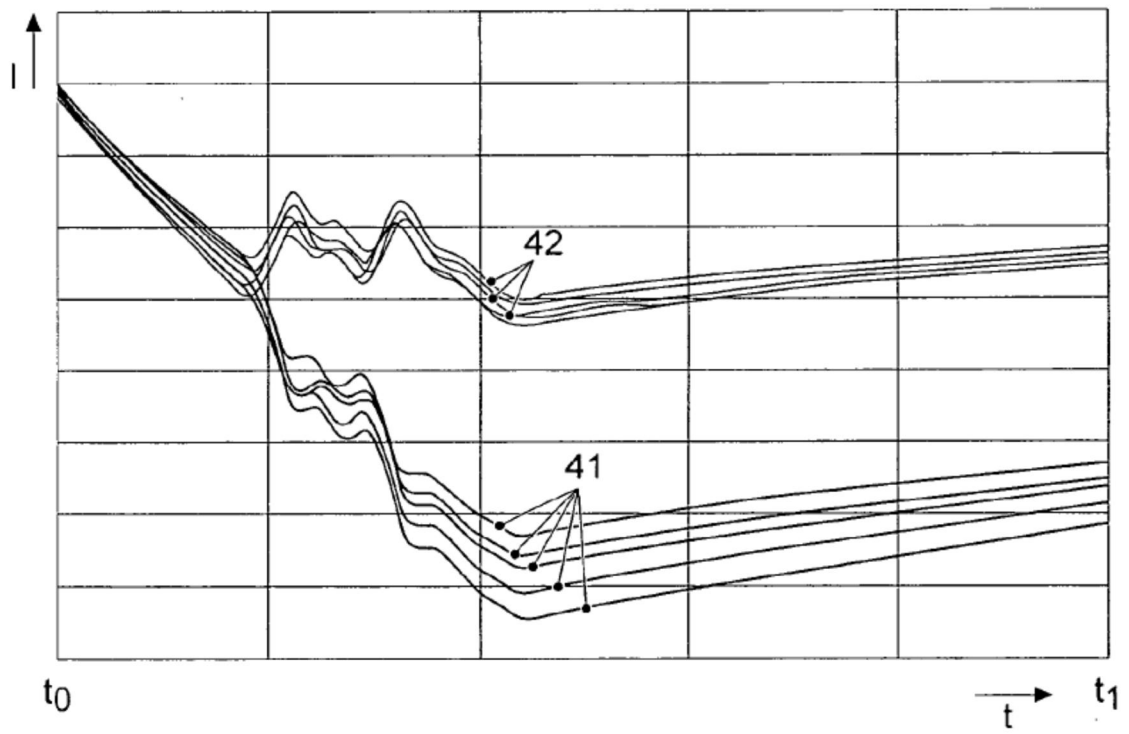


FIG. 2

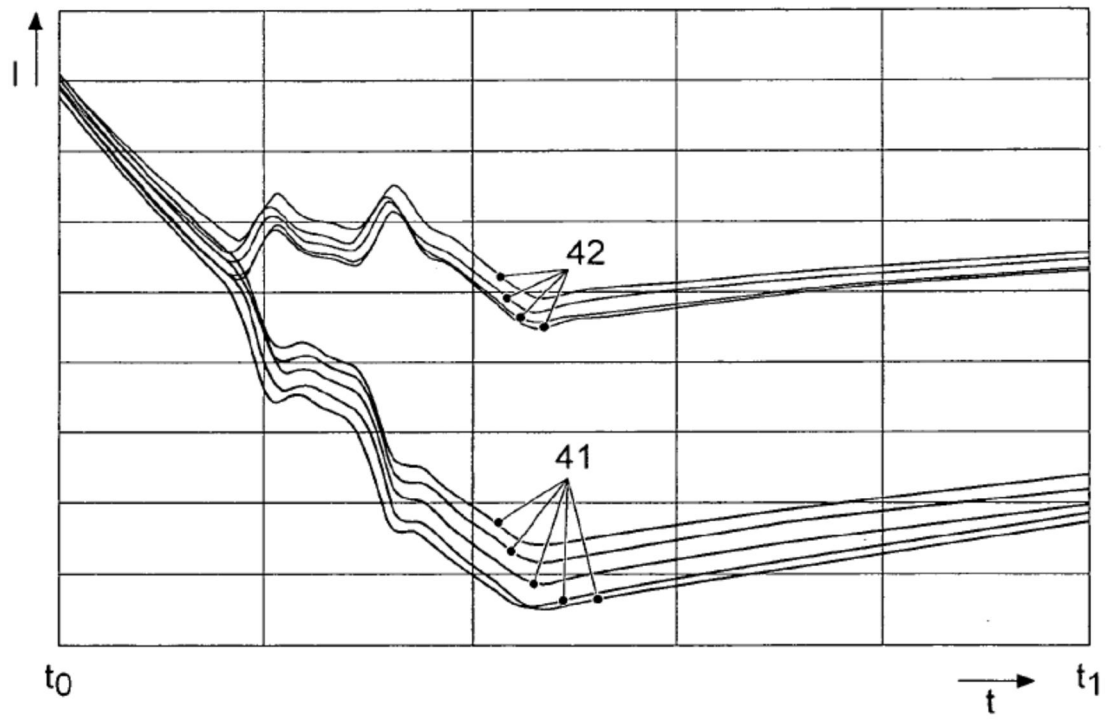


FIG. 3

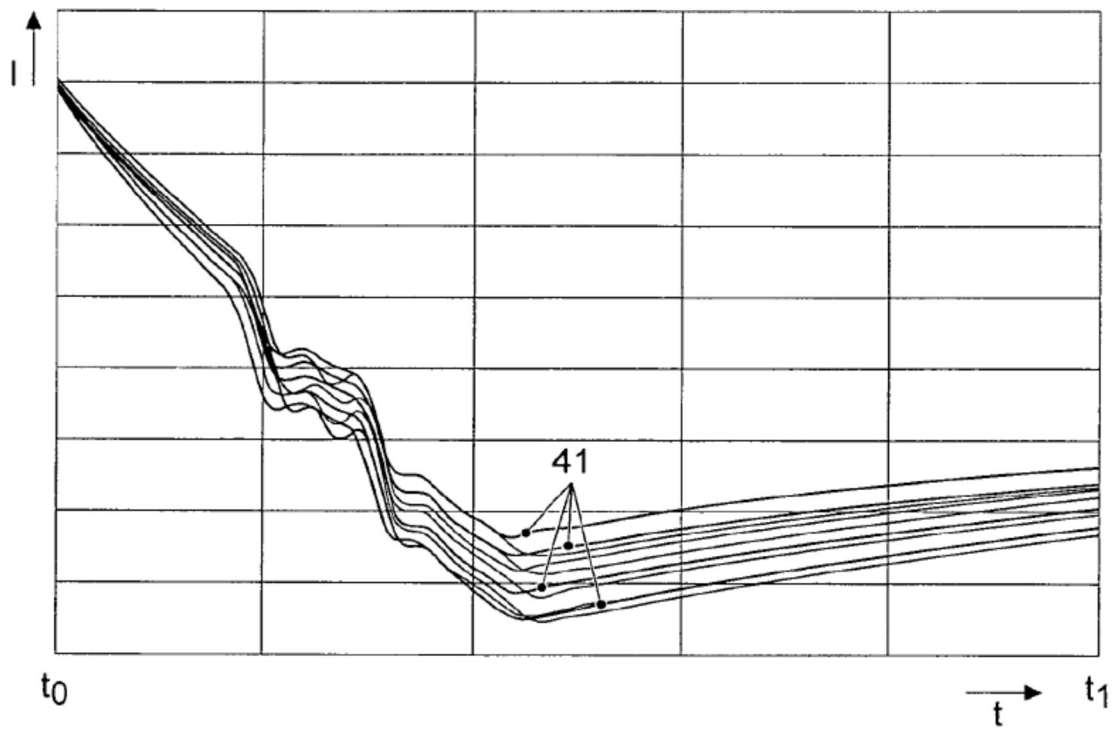


FIG. 4

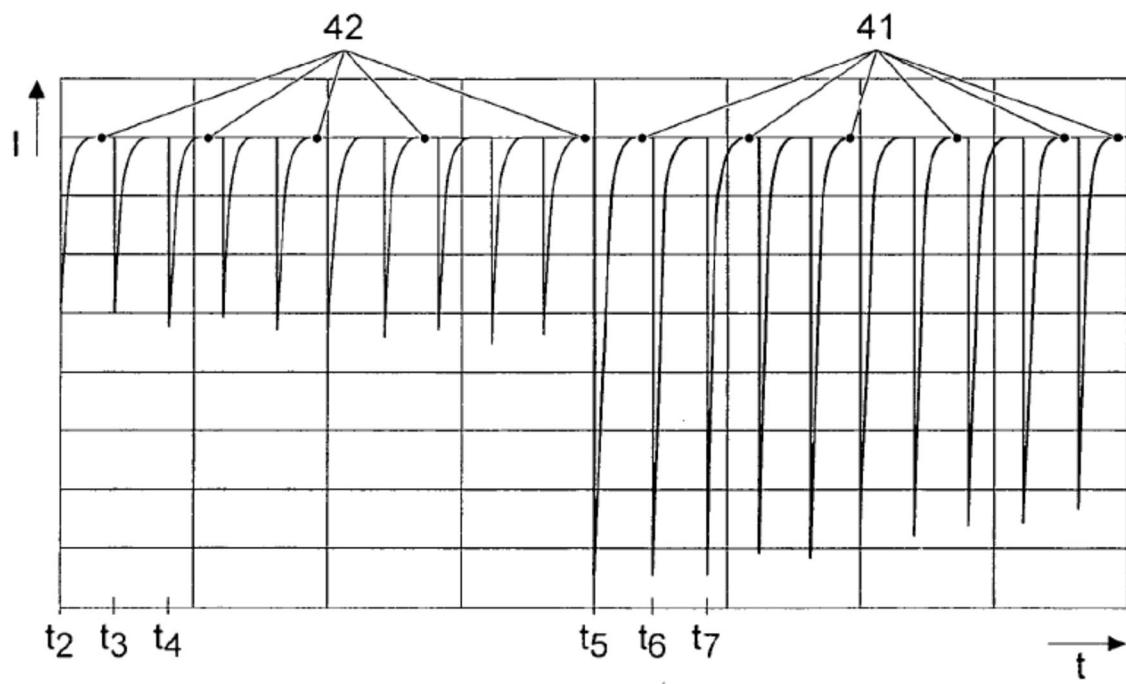


FIG. 5

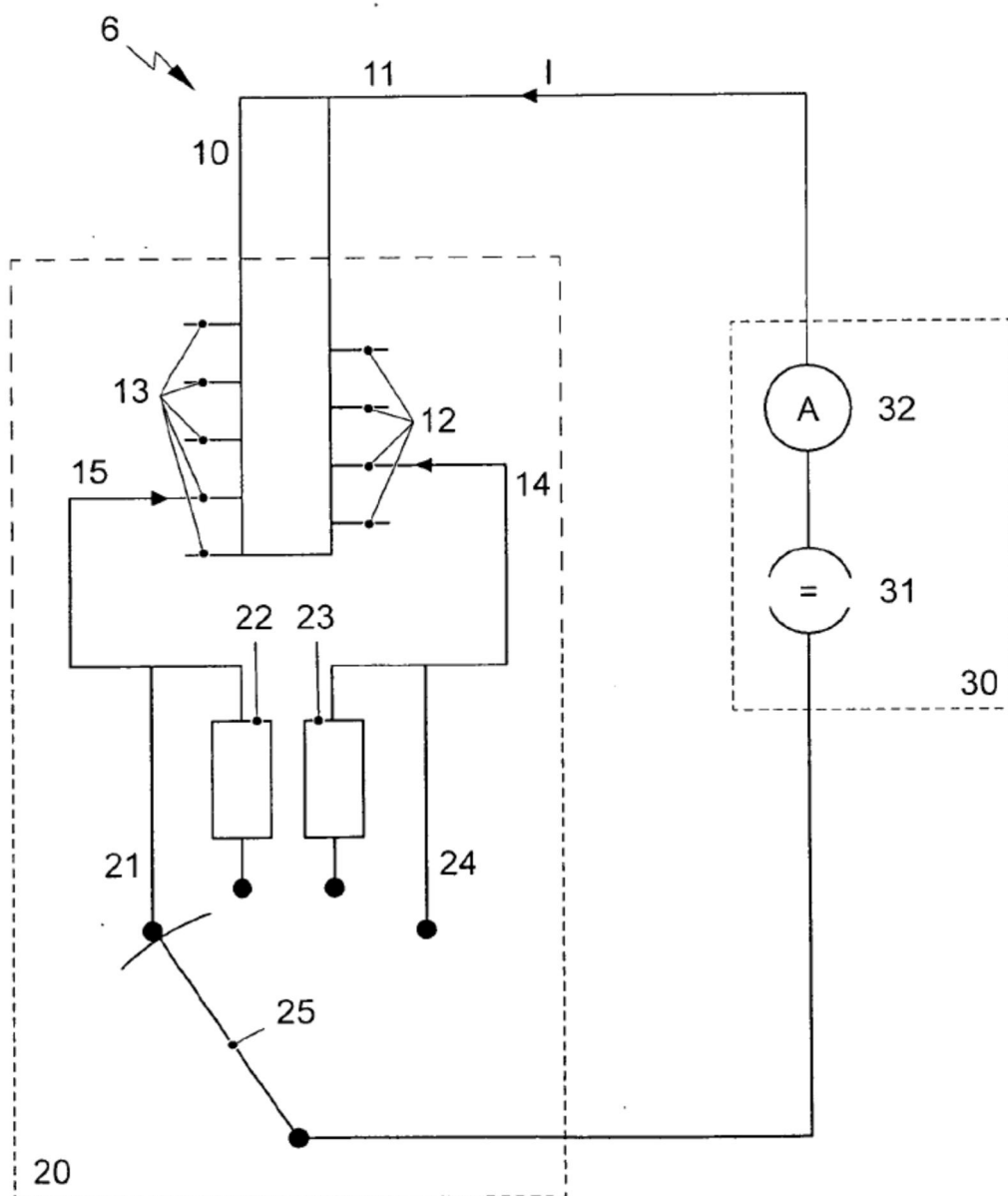


FIG. 6

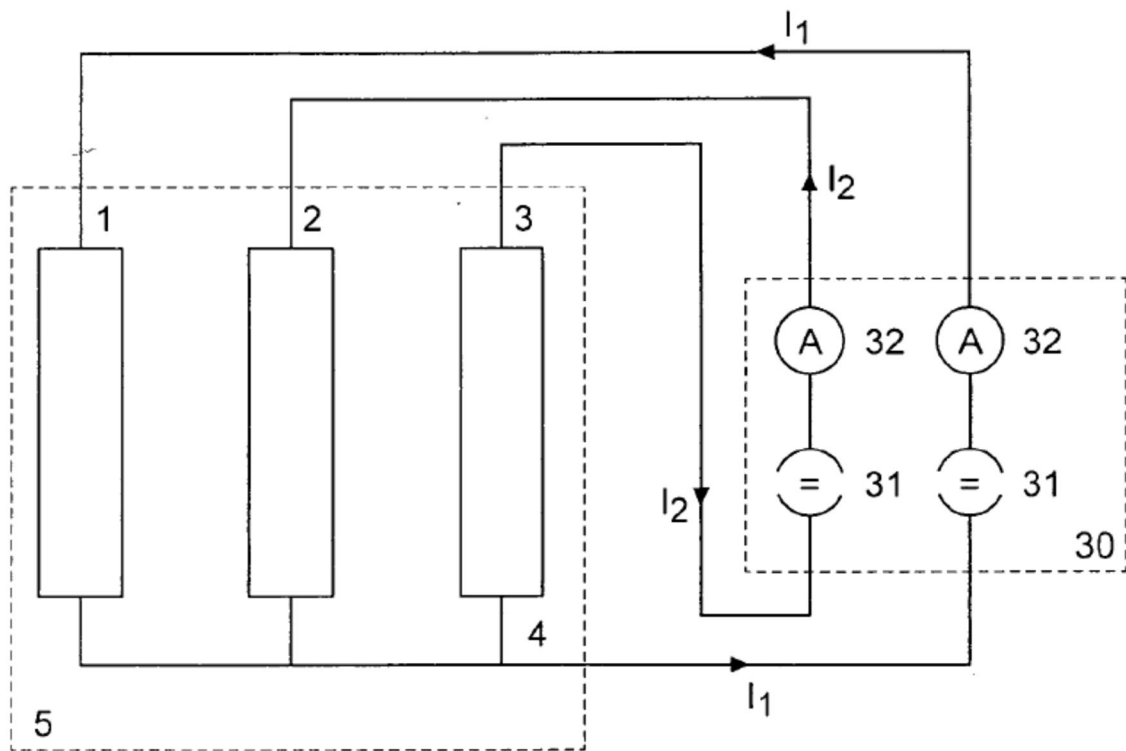


FIG. 7

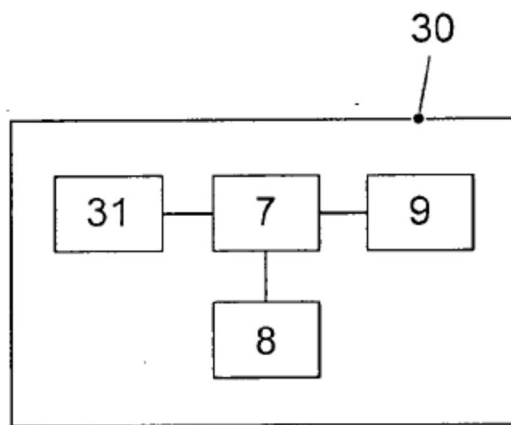


FIG. 8