

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 647 161**

51 Int. Cl.:

H01F 27/12 (2006.01)

H01F 27/40 (2006.01)

H02H 5/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **03.03.2008 PCT/BR2008/000057**

87 Fecha y número de publicación internacional: **25.09.2008 WO08113143**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.03.2008 E 08714504 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.08.2017 EP 2132755**

54 Título: **Sistema de monitorización de temperatura para transformadores de energía sumergidos en aceite**

30 Prioridad:

20.03.2007 BR PI0700843

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

19.12.2017

73 Titular/es:

**SANTOS, EDUARDO PEDROSA (100.0%)
PRAÇA CLAUDINO ALVES, 141 - CENTRO
CEP-12940-800 ATIBAIA - SP, BR**

72 Inventor/es:

SANTOS, EDUARDO PEDROSA

74 Agente/Representante:

ALBERTO, Paz Espuche

ES 2 647 161 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

Sistema de monitorización de temperatura para transformadores de energía sumergidos en aceite

5 BREVE INTRODUCCIÓN

La presente solicitud de patente de invención se refiere a un nuevo “sistema de monitorización de temperatura para transformadores de energía sumergidos en aceite”; en concreto a un sistema que ofrece una serie de características que garantizan una mayor fiabilidad y seguridad de funcionamiento relacionadas con la monitorización de temperatura de esta clase de equipo; destacando la medida de temperatura redundante de la parte superior del aceite, teniendo dos sensores de temperatura; autocalibración de las entradas de medida de temperatura por medio de sensores que envían señales para circuitos electrónicos específicos; sincronismo entre la activación sucesiva de los grupos de enfriamiento forzado cuando se desactiva dicho sistema de monitorización; relojes internos con alimentación auxiliar mediante “supercondensadores”; alarmas que señalizan una temperatura elevada alcanzada por dos microcontroladores que intercambian información entre sí a través de fotoacopladores y finalmente ajuste automático de los valores de alarma del diferencial de temperatura del conmutador de derivaciones en carga (CDC).

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

20 Los transformadores y reactores de energía son equipos ampliamente usados en sistemas de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica de media, alta y extraalta tensión.

Estos equipos usan generalmente, a modo de aislamiento y de transferencia de calor, algún tipo de aceite, que puede ser mineral, derivado del petróleo, vegetal, basado en silicona y muchos otros.

25 Tales equipos se montan en depósitos y están dotados de un núcleo, que consiste en placas magnéticas, en el que están montados varios bobinados, tales como primario, secundario y terciario. El conjunto de núcleos más bobinados se denomina parte activa, y funciona completamente sumergido en aceite aislante, cuya temperatura debe supervisarse o monitorizarse constantemente, junto con la temperatura de los bobinados.

30 Algunos transformadores también tienen varias derivaciones intermedias en sus bobinados, habitualmente denominadas “tomas”, que permiten la selección de la relación de transformación deseada entre el bobinado primario y secundario del transformador, permitiendo por tanto la regulación de la tensión de salida del transformador. La selección de la toma que va a usarse se realiza mediante un equipo denominado “conmutador de derivaciones en carga” o “conmutador en carga”, denominado en el presente documento simplemente “conmutador”, que puede realizar un cambio de toma con el transformador energizado y sin interrumpir la cadena de suministro de la carga. Además, el conmutador funciona sumergido en aceite aislante, sin embargo en un compartimento separado del aceite del transformador con el fin de evitar la contaminación del mismo, ya que en las operaciones de cambio de toma los contactos del conmutador interrumpen arcos eléctricos que deterioran gradualmente el aceite en el que están sumergidos.

ESTADO DE LA TÉCNICA

45 Para permitir su funcionamiento seguro, los transformadores de energía están equipados con dispositivos para supervisión térmica, con el objetivo de controlar automáticamente el sistema de ventilación forzada, alertar al operario en caso de altas temperaturas y realizar la desconexión de emergencia del transformador en caso de temperaturas extremas.

50 Estos dispositivos de supervisión térmica realizan habitualmente la medida de la temperatura de la parte superior del aceite, obtenida mediante un sensor instalado en la cubierta del transformador, región en la que está habitualmente el aceite más caliente, y también la temperatura de los bobinados, obtenida de manera indirecta debido a la dificultad para instalar sensores en esta región, dado el elevado potencial eléctrico del bobinado con respecto a la masa.

55 El sensor usado para la medida de temperatura de la parte superior del aceite es generalmente un sensor de tipo RTD de resistencia variable (por ejemplo, un “Pt100”, de 100 ohmios a 0°C) instalado en la cubierta del transformador. Este sensor se conecta a los circuitos en una entrada de medida en el sistema de monitorización de temperatura que mide la resistencia eléctrica del sensor, lectura que se convierte adicionalmente en el valor de temperatura correspondiente. Los sistemas de monitorización de la temperatura existente tienen medios para realizar la calibración de esta medida, tal como mediante resistores variables (potenciómetros de ajuste) o mediante software, usando en cualquiera de los casos un patrón externo como referencia para la calibración

60 La temperatura del bobinado se obtiene mediante cálculo o simulación, basándose en la temperatura del aceite sumada a un aumento o gradiente de temperatura que se calcula basándose en la cadena de carga del transformador.

A partir del valor obtenido para la temperatura del bobinado, el sistema de monitorización de temperatura realiza el control automático del sistema de enfriamiento forzado del transformador, que está formado por radiadores de calor o cámaras equipadas con ventiladores para la circulación forzada de aire y/o bombas para la circulación forzada del aceite de aislamiento. Los ventiladores y/o bombas de aceite se dividen generalmente en dos grupos, de modo que un grupo entra en funcionamiento automáticamente cuando la temperatura alcanza un determinado nivel, y otro grupo se activa cuando la temperatura aumenta adicionalmente, alcanzando un nivel superior.

Cuando el enfriamiento forzado se controla de la manera automática descrita anteriormente, los grupos de refrigeración se activan de manera secuencial a medida que aumenta la temperatura. Este hecho introduce como consecuencia el uso diferente de los equipos de cada grupo, dado que los activados para temperaturas más pequeñas funcionarán durante más tiempo que los activados para temperaturas más grandes. O en una condición todavía peor, en la que algunos grupos de enfriamiento nunca se activaran, puesto que dependen de las condiciones de la temperatura ambiental y de envío del transformador. Para evitar que se produzca esto, generalmente se incluye en el circuito de activación de los grupos de refrigeración una llave de selector manual, que permite invertir el orden de activación de los grupos. Para que sea eficaz, la posición de esta llave debe invertirse manualmente por el operario de vez en cuando.

El sistema de monitorización de temperatura tiene un contacto de salida para la activación automática de cada grupo de refrigeración, contactos que nunca se cierran simultáneamente, sino siempre con un intervalo obligatorio con el fin de evitar que todos los motores se energicen al mismo tiempo, lo que provocaría una cadena de salida elevada.

Para aumentar la seguridad del funcionamiento, los contactos de salida del sistema de monitorización de temperatura para la activación de los grupos de refrigeración son generalmente de un tipo normalmente cerrado (NF), de manera que en caso de fallo en el sistema de monitorización de temperatura, o en caso de falta de alimentación auxiliar para ese sistema, se activarán grupos de refrigeración forzada, reduciendo el riesgo de sobrecalentamiento del transformador mientras que el sistema de monitorización no está en funcionamiento.

En los transformadores resulta igualmente importante la monitorización de la temperatura de aceite del compartimento del conmutador en carga. Dado que en condiciones normales de funcionamiento el conmutador no es una fuente importante de calor, la temperatura de aceite del conmutador tenderá a ser igual o ligeramente inferior a la temperatura de aceite del transformador, acompañando a las variaciones del mismo. Por este motivo, la supervisión térmica del conmutador se realiza mediante el cálculo de la diferencia de temperatura entre el conmutador y el transformador. En condiciones normales este diferencial será próximo a cero, y en caso de un defecto térmico en el conmutador este diferencial aumentará. Resulta apropiado entonces un valor límite para este diferencial, que si se rebasa activará una alarma que indica posibles defectos en el conmutador.

Los sistemas de monitorización de temperatura tienen con frecuencia un reloj interno, que suministra información de planificación y fecha de referencia con varios fines tales como, por ejemplo, grabaciones periódicas en memoria de las medidas de temperatura y de la aparición de acontecimientos (desconexiones de alarmas, activaciones del enfriamiento forzado, y otros). Durante el funcionamiento normal del sistema de monitorización de temperatura, la energía necesaria para el funcionamiento del reloj se proporciona por la propia tensión auxiliar con la que se alimenta al sistema de monitorización. Sin embargo, cuando hay falta de dicha alimentación, es necesario mantener el reloj en funcionamiento, con el fin de evitar que haya que volver a poner en hora el mismo al volver la energía. Esta tarea se garantiza generalmente mediante el uso de una batería interna en el sistema de monitorización de temperatura.

Los sistemas actualmente usados para monitorizar temperaturas en transformadores tienen algunos inconvenientes, que son:

- Sólo usan un sensor para la medida de la temperatura de la parte superior del aceite, lo que obliga, en caso de defecto en este sensor, a la puesta fuera de servicio del transformador, porque el sensor está instalado en la cubierta del transformador, región con riesgo de descarga eléctrica debido a la proximidad a los conductores de alta tensión. Esta desconexión del transformador simplemente para la reparación de un sensor de temperatura puede conllevar costes elevados para el dueño del transformador, ya sea por la pérdida de ingresos durante la desconexión del transformador, ya sea por la parada de la producción en industrias que dependen de la energía eléctrica, ya sea por penalizaciones impuestas por agencias normativas gubernamentales.

- Se necesita calibrar periódicamente los circuitos de medida de los sensores de temperatura del aceite para realizar la lectura de la resistencia con la precisión requerida, lo cual consume tiempo del personal de mantenimiento y obliga a las desconexiones periódicas del transformador para su calibración, conllevando los costes descritos en el punto anterior.

- En caso de un defecto en el sensor de temperatura del aceite, como un mal funcionamiento en el sensor que provoca un aumento en la resistencia, ese aumento se interpretará como si fuera un aumento de temperatura, provocando una medida incorrecta de la temperatura de la parte superior del aceite, lo cual puede conllevar falsas

alarmas o incluso una desconexión inoportuna e innecesaria del transformador, provocando la interrupción en la energía eléctrica y grandes perjuicios del suministro.

• En caso de fallo en el sistema de monitorización de temperatura, o en caso de falta de alimentación auxiliar para ese sistema, los contactos de salida para la activación de grupos de refrigeración forzada se cerrarán simultáneamente, dado que son de tipo NF, provocando la salida simultánea de todos los grupos de refrigeración, lo cual conlleva una cadena elevada de salida de los motores que puede provocar la desconexión de disyuntores de protección de este circuito. Para evitar esto, resulta obligatorio usar relés de sincronismo externo en el sistema de monitorización de temperatura.

• En situaciones no asistidas, en las que un operario presente, o incluso si el operario olvida cambiar la posición de la llave del selector que invierte el orden de activación de los grupos de refrigeración forzada, estos grupos se usarán de forma diferente, lo cual puede conllevar varios inconvenientes, tales como el desgaste excesivo y prematuro de algunos ventiladores y bombas mientras que otros permanecen sin usar. También pueden producirse problemas asociados con la inactividad durante largos periodos del equipo que permanece sin funcionar, tales como el secado de la grasa lubricante.

• La batería usada de manera interna en el sistema de monitorización de temperatura para mantener el reloj en hora en caso de falta de tensión auxiliar debe sustituirse obligatoriamente al final de su vida útil o cerca del mismo. Esto aumenta costes tales como mano de obra usada en la sustitución de mantenimiento y costes, principalmente en instalaciones en ubicaciones remotas y sin la presencia de un operario, considerando también que esta operación podrá requerir la puesta fuera de servicio del transformador, ya que la monitorización de temperatura no estará operativa.

• Los sistemas de monitorización de temperatura están equipados con varios contactos de salida, usados principalmente para la señalización de alarmas actuales de altas temperaturas; la activación de los grupos de enfriamiento forzado y para la desconexión del transformador para temperaturas muy altas. La principal solución actualmente en sistemas existentes para la activación de estos contactos de salida consiste generalmente en el uso de una clavija de salida del microprocesador o microcontrolador asociada con cada contacto de salida, adoptando esta clavija un determinado nivel lógico (generalmente 1) para la condición de contacto cerrado y el nivel lógico opuesto (generalmente 0) para la condición de apertura de contacto. Esta solución introduce algunas deficiencias con respecto a la fiabilidad del sistema de monitorización de temperatura frente a activaciones inapropiadas de estos contactos; especialmente los contactos para la desconexión del transformador, que si se activa puede provocar de manera inapropiada la interrupción en el suministro de energía eléctrica, con perjuicios económicos y sociales. En los sistemas eventuales existentes, interferencias externas (picos de tensión, campo electromagnético intenso, temperaturas extremas) o incluso defectos internos del microprocesador (o microcontrolador) pueden bloquearlo y cambiar de manera inapropiada el nivel lógico de sus salidas, provocando la activación de los contactos asociados a las mismas.

• El ajuste del valor de alarma para el diferencial de temperatura del conmutador en carga se realiza generalmente de manera empírica, observando los valores máximos alcanzados por el diferencial durante el funcionamiento normal del CDC y sumando a estos valores máximos un margen de tolerancia para evitar falsas alarmas. Este sistema de ajuste de alarmas introduce la desventaja de requerir que el usuario observe durante un determinado periodo de tiempo, que puede llegar a ser de semanas, el comportamiento del diferencial de temperatura en condiciones normales de funcionamiento del conmutador, de manera que se obtengan los ajustes de las alarmas. Esta tarea consume una gran cantidad de tiempo cuando tiene que realizarse en empresas que emplean cientos de transformadores,

Se conocen sistemas de monitorización de temperatura para transformadores sumergidos en aceite, por ejemplo, a partir de los documentos US2006/250683, JP 4 214608, JP 9 306743, JP 5 283240 y US 6 052 060.

SUMARIO DE LA INVENCION

Pensando en los inconvenientes de suministro mencionados, el inventor, una persona que se dedica al sector de la energía eléctrica, creó el sistema objeto que hace más fiable la monitorización de temperatura en transformadores sumergidos en aceite, superando las deficiencias actuales con respecto a los inconvenientes totalmente ilustrados en el estado de la técnica.

La presente invención se refiere a un sistema tal como se define en la reivindicación 1.

En concreto, el sistema se basa en la monitorización de temperatura; destacando la medida de temperatura redundante de la parte superior del aceite, para permitir el uso de dos sensores de temperatura; una autocalibración de las entradas de medida de temperatura por medio de referencias internas que envían señales para circuitos electrónicos específicos; un sincronismo entre la activación sucesiva de los grupos de enfriamiento forzado cuando se presenta en pantalla la desactivación del sistema de monitorización; unos relojes internos con alimentación

auxiliar por medio de “supercondensadores”; unas señalizaciones de alarmas y desconexiones para temperaturas elevadas alcanzadas por dos microcontroladores que intercambian información entre sí; un algoritmo especial para la conformación de la necesidad de desconexión del transformador para una temperatura aproximada; y finalmente un ajuste automático de los valores de alarma del diferencial de temperatura del conmutador de derivaciones en carga.

VENTAJAS DE LA INVENCION

• El sistema propuesto proporciona una mayor fiabilidad en la medida de temperatura, ya que cualquier problema en cualquiera de los sensores de temperatura puede detectarse rápidamente, teniendo en cuenta que la probabilidad de que ambos sensores presenten problemas simultáneamente es muy baja, y también teniendo en cuenta que, aunque ambos presenten problemas simultáneamente, la probabilidad de que esos problemas sean de la misma magnitud es muy baja;

• El sistema propuesto permite una mayor disponibilidad del sistema de monitorización de temperatura y reducción del número y el tiempo de interrupciones en el funcionamiento del transformador, ya que en caso de defecto en uno de los sensores puede ignorarse la medida de este sensor y el sistema de monitorización de temperatura sigue en funcionamiento normal usando sólo un sensor hasta que sea posible reparar el sensor defectuoso, si la reparación puede esperar hasta que haya alguna desconexión programada de los transformadores por cualquier otro motivo, dada la pequeña probabilidad de que el segundo sensor de temperatura también presente algún defecto en un corto espacio de tiempo;

• Debido al recurso de autocalibración, no hay necesidad de calibración manual de la medida, ya sea en el procedimiento de producción o durante el funcionamiento, evitando la eventual introducción de errores por parte de la persona que realiza la calibración, evitando el gasto de tiempo del personal de mantenimiento y evitando también desconexiones del transformador para esta tarea;

• Debido todavía al recurso de autocalibración, la anulación automática de errores insertados en la medida a lo largo del tiempo debido al procedimiento natural de desgaste y envejecimiento de componentes electrónicos, eliminando por tanto la necesidad de calibraciones periódicas del sistema de monitorización de temperatura.

• Garantía de sincronismo entre activaciones sucesivas de los grupos de enfriamiento forzado cuando se desenergiza el sistema de monitorización de temperatura, incluso usando contactos de tipo NF para la activación de los grupos de enfriamiento.

• Uso uniforme de los ventiladores y bombas de aceite de los diversos grupos de enfriamiento forzado, mediante la alternación automática del orden de funcionamiento de estos grupos.

• Uso de supercondensadores para el mantenimiento del reloj en caso de falta de tensión de alimentación que elimina la necesidad de mantenimiento periódico en los sistemas de monitorización de temperatura con el fin de cambio de baterías internas, con reducción en la mano de obra y en los costes de mantenimiento.

• Alta fiabilidad en la activación de los contactos de salida de alarma y desconexión automática del transformador por temperatura excesiva, sin riesgo de rendimientos inapropiados por defectos internos o interferencias externas en el sistema de monitorización de temperatura.

• El cálculo del promedio del diferencial de temperatura del conmutador en carga permite eliminar eventuales aumentos de corta duración en el diferencial de temperatura, provocados, por ejemplo, por la entrada en funcionamiento de la ventilación forzada del transformador, evitando de esta manera la emisión de falsas alarmas para un diferencial de temperatura elevada.

• Ajuste automático de los valores de alarma para un diferencial elevado de temperatura entre conmutador en carga y transformador, evitando gastar tiempo del personal de mantenimiento para realizar estos ajustes.

A continuación se explicará la invención en detalle mediante los dibujos mencionados a continuación:

Figura 1 - Diagrama de bloques del nuevo sistema de monitorización de temperatura para transformadores sumergidos en aceite.

Figura 2 - Configuración alternativa para la seguridad en la activación de los relés de alarma y desconexión.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

El "sistema de monitorización de temperatura para transformadores de energía sumergidos en aceite", objeto de esta solicitud de patente de invención, se aplica preferiblemente a transformadores sumergidos en aceite, presenta varias características en el sentido de llegar a ser una monitorización de temperatura más fiable y segura.

5 El sistema solicitado, tal como se ilustra en la figura 1, es redundante para la medida de temperatura de la parte superior del aceite, mediante dos sensores (1A y 1B) de temperatura de clase de RTD (detector de temperatura resistivo) instalados cerca uno de otro en la cubierta (2A) del transformador (2), que están unidos a dos entradas (3A) de medida independiente en el monitor (3) de temperatura. En condiciones normales de funcionamiento, ambos sensores (1A y 1B) miden aproximadamente la misma temperatura y se considera como temperatura del aceite el promedio aritmético de las medidas de los dos sensores. En el monitor (3) de temperatura se programa el valor máximo admisible para la diferencia de temperatura de los dos sensores (1A y 1B); si se rebasa la diferencia en la medida de los dos sensores se considera que hay problemas en la medida de uno de los sensores (1A o 1B).

15 Todavía según la figura 1, la entrada (3A) de medida del monitor (3) de temperatura tiene un sistema de autocalibración, basado en el uso de patrones internos de calibración para el monitor (3) de temperatura que consisten en resistores (3B) de alta precisión y estabilidad con valores conocidos de resistencias, correspondiendo cada uno de ellos (3B) a valores de temperatura distribuidos dentro de la escala de medida del sistema de monitorización. El sistema (3C) de alternancia transfiere periódicamente la medida de temperatura de los sensores (1A y 1B) de temperatura para estas resistencias (3B) de calibración, comparando la medida realizada en las resistencias (3B) de calibración con el valor bien conocido para las mismas, ajustando por tanto la medida al valor real de las resistencias (3B) de calibración.

25 Todavía en la figura 1, el sistema (3) de monitorización de temperatura descrito en este caso tiene un sistema de sincronismo innovador entre la activación de los grupos (4A y 4B) de enfriamiento, que puede evitar la activación simultánea de los mismos en caso de fallo interno o falta de alimentación. Tal sistema garantiza la activación del segundo grupo (4B) con retardo de algunos segundos con respecto al primer grupo (4A). En caso de falta de alimentación (5) externa, los condensadores (3D) del suministro (3E) de alimentación interno del monitor (3) de temperatura hacen que la tensión de la alimentación interna del microcontrolador (3F) disminuya gradualmente, permitiendo que el microcontrolador (3F) detecte la falta de alimentación (5) antes de que falte completamente la tensión interna. En este momento, el microcontrolador (3F) activa inmediatamente el primer grupo (4A) de ventilación, apagando la bobina del relé (3H) correspondiente, y mantiene el segundo grupo (4B) de ventilación apagado para mantener la bobina del relé (3I) energizada, suministrándose la cadena necesaria para ello por un supercondensador (3J), que tiene suficiente capacidad para mantener el relé (3I) energizado durante varios segundos. Dado que este supercondensador (3J) también tiene por función mantener los ajustes de fecha y planificación del reloj (3K) interno del equipo (3), el supercondensador (3J) no puede descargarse totalmente. Por tanto, tras desenergizar el relé (3I) del segundo grupo (4B) de ventilación, el microcontrolador (3F) entra en un modo de bajo consumo (modo "de espera").

40 Todavía según la figura 1, el monitor (3) de temperatura también tiene un sistema innovador de alternación automática de los grupos (4A y 4B) de enfriamiento forzado, que puede garantizar el uso uniforme del equipo de enfriamiento sin la necesidad de la intervención humana por parte de operarios. Este sistema consiste en un algoritmo de activación del enfriamiento que:

45 • Cada vez que se conectan los grupos (4A y 4B) de enfriamiento forzado, tras haber estado apagados, se invierte el orden de activación de los grupos de enfriamiento, considerando un sistema con sólo dos grupos de enfriamiento.

50 • En un sistema con más de dos grupos (4A y 4B) de enfriamiento forzado, la activación secuencial de los grupos se inicia, tras haber estado apagados, por el grupo siguiente al que había sido el primero en activarse la vez anterior, en un proceso cíclico.

55 • En casos en los que los grupos (4A y 4B) de enfriamiento permanecen conectados de manera constante durante largos periodos, no produciéndose por tanto los ciclos de encendido/apagado descritos en los dos casos anteriores, se mantiene un registro de tiempo de funcionamiento de cada grupo (4A y 4B) de enfriamiento, dando prioridad a la activación del grupo con el menor tiempo de funcionamiento en sustitución del grupo con mayor tiempo de funcionamiento.

60 Para activarse justo cuando aumenta la temperatura, los grupos (4A y 4B) de enfriamiento forzado pueden permanecer durante largos periodos sin funcionamiento en transformadores que funcionan en condiciones de carga reducida. Esta condición puede dar como resultado daños a los ventiladores y bombas, por ejemplo, por el secado de la grasa lubricante. Para evitar esta condición, el sistema (3) de monitorización de temperatura tiene la función denominada funcionamiento de ventiladores, que consiste en la programación por parte de un usuario de planificación para el comienzo del funcionamiento de los grupos (4A y 4B) de enfriamiento, así como días de la semana en los que debe producirse esta operación y el tiempo total, en minutos, que deben permanecer los grupos de enfriamiento en funcionamiento.

Todavía según la figura 1, el sistema (3) de monitorización de temperatura tiene un sistema innovador para el mantenimiento del reloj (3K) en caso de falta de alimentación (5) auxiliar, sin el uso de baterías internas en el equipo. Este sistema se basa en el uso de los denominados "supercondensadores" (3J) que son condensadores con alta capacidad de almacenamiento de energía, que pueden suministrar la energía necesaria para mantener el reloj (3K) en funcionamiento durante el fallo de la asistencia (5) de alimentación auxiliar. El tiempo durante el cual el reloj (3K) se mantendrá en funcionamiento variará según la capacidad de este supercondensador (3J), puede ajustarse fácilmente a escala durante varios días o semanas, tiempo suficiente teniendo en cuenta el hecho de que los sistemas (3) de monitorización de temperatura se alimentan con alimentación (5) auxiliar de alta fiabilidad, que se origina generalmente de bancos de baterías de la subestación, de modo que las interrupciones en la alimentación serán poco frecuentes y de corta duración. El sistema de mantenimiento innovador del reloj (3K), tal como se describió anteriormente, se aplica no sólo para sistemas (3) de monitorización de temperatura, sino también a cualquier sistema en el que sea necesario el mantenimiento del reloj (3K) durante el fallo temporal de tensión (5) de alimentación auxiliar, sin agregar al sistema elementos que requieran cambios o mantenimiento de vez en cuando tales como, por ejemplo, baterías.

El sistema (3) de monitorización de temperatura descrito aquí tiene un sistema innovador para aumentar la fiabilidad y la seguridad en la activación de los contactos (3L) de salida para funciones de alarma y desconexión por temperatura excesiva, que consiste:

- Según la figura 1, en el uso de dos microcontroladores (3F y 3G), denominados (3F) "principal" y (3G) "secundario", eléctricamente aislados, que sin embargo realizan intercambio de datos entre sí por medio de fotoacopladores (30).

Cada contacto (3L) de salida del sistema (3) de monitorización de temperatura consiste, de manera interna, en dos relés (3M y 3N) con sus contactos conectados en serie, que son un relé (3M) controlado por el microcontrolador (3F) principal y el otro relé (3N) por el microcontrolador (3G) secundario, de modo que el apagado de sólo uno de estos relés (3M o 3N) no es suficiente como para provocar el apagado del contacto (3L) de salida.

De esta manera, un fallo en el funcionamiento de sólo uno de los microcontroladores (3F o 3G) no es suficiente para provocar un funcionamiento inapropiado de los contactos (3L) de salida, evitando por tanto alarmas o desconexiones inapropiadas.

- Alternativamente, tal como se muestra en la figura 2, puede usarse una topología económica, en la que el microcontrolador (3G) secundario sólo activa un relé (3N) cuyo contacto, cuando está cerrado, proporciona la tensión de alimentación que permitirá que el microcontrolador (3F) principal energice las bobinas de varios relés (3M) de salida. Esta topología permite obtener el mismo resultado con respecto a la seguridad y fiabilidad en la activación de los contactos (3L) de salida, sin embargo evita la duplicación del número de relés usados de manera interna en el sistema (3) de monitorización de temperatura.

- Tal como se muestra en la figura 1, en el uso de circuitos (3P) especialmente proyectados en la conexión de cada salida de los microcontroladores (3F y 3G) a la bobina de los relés (3M y 3N), circuitos (3P) que no energizan las bobinas de los relés (3M y 3N) en caso de que el nivel lógico de la salida de los microcontroladores (3F y 3G) sea de manera continua 0 ó 1. Estos circuitos (3P) sólo energizan las bobinas de los relés (3M y 3N) en caso de que esté presente en la salida del microcontrolador (3F y 3G) un nivel lógico que alterna de manera continua entre 1 y 0 a una frecuencia predeterminada, condición que sólo puede obtenerse si el microcontrolador (3F y 3G) está habitualmente en funcionamiento (porque en caso de avería del microcontrolador, sus salidas serán permanentemente 0 ó 1).

- En la verificación de funcionamiento recíproca que realiza cada microcontrolador (3F y 3G) del otro (el microcontrolador (3F) principal verifica al (3G) secundario, y el (3G) secundario verifica al (3F) principal), detección, mediante el intercambio de datos eventuales, de fallos en el funcionamiento. Una vez detectado un fallo, el microcontrolador (3F o 3G) que lo detectó, "reinicia" el otro microcontrolador (3F o 3G) mediante una señal enviada a través de un fotoacoplador (30). Los circuitos pueden estar configurados para realizar el "reinicio" por medio de entradas propias para esta función existente en los microcontroladores (3F y 3G) determinando la duración para la interrupción temporal de la alimentación de microcontrolador.

El sistema innovador para aumentar la seguridad y fiabilidad en la activación de contactos (3L) de salida, tal como se describió anteriormente, se aplica no sólo para sistemas (3) de monitorización de temperatura, sino también a cualquier sistema basado en microcontroladores o microprocesadores en los que se necesita una seguridad mayor en la activación de contactos de salida.

Tal como se ilustra en la figura 1, el sistema (3) de monitorización de temperatura también realiza la medida de la cadena de carga del transformador (2), a través de un transformador (2B) de cadena instalado en una de las bobinas del transformador que está conectada a la entrada (3Q) de medida en el monitor (3) de temperatura. A través de esta medida, el sistema (3) de monitorización de temperatura ejecuta un algoritmo de verificación de consistencia de las medidas de temperatura. Tal algoritmo se basa en el hecho de que las temperaturas del aceite y de los bobinados del transformador (2) estarán determinadas principalmente por la cadena de carga del transformador, y

también en menor escala por la temperatura ambiental. Por tanto, este algoritmo considerará que una medida de temperatura elevada, por encima de los límites para la realización de los contactos de alarma y/o desconexión para temperatura excesiva, sólo puede considerarse verdadera si la cadena de carga del transformador está por encima de un nivel mínimo programado por el usuario. De lo contrario, el algoritmo indicará que la medida de alta temperatura no es consistente, y bloqueará la activación de los contactos de salida para la alarma y/o desconexión del transformador.

Adicionalmente, el algoritmo de verificación de consistencia puede basarse no sólo en la medida instantánea de la cadena de carga, sino también en el cálculo del promedio de esta corriente en un intervalo de tiempo móvil programado por el usuario. Por tanto, una medida de temperatura elevada, por encima de los límites para la realización de los contactos de alarma y/o desconexión para temperatura excesiva, sólo puede considerarse verdadera si el promedio calculado para la cadena de carga del transformador está por encima de un nivel mínimo programado por el usuario. De lo contrario, el algoritmo indicará que la medida de alta temperatura no es consistente, y bloqueará la activación de los contactos de salida para alarma y/o desconexión del transformador.

Basándose todavía en la medida de cadena de carga realizada en su entrada (3Q), el monitor (3) de temperatura también tiene el algoritmo de preenfriamiento. Inicialmente, la cadena de carga medida se divide entre la cadena nominal del transformador y se multiplica por el 100%, obteniendo por tanto el percentil de carga actual del transformador con respecto a su cadena nominal. Poco después, para cada grupo (4A y 4B) de enfriamiento se ajusta de forma independiente un nivel de carga en percentil que, cuando se rebasa por el percentil de carga actual, provoca la entrada en funcionamiento del grupo de enfriamiento mencionado. Debido a la elevada masa de aceite, del núcleo y de los bobinados del transformador (2), ésta tiene una gran inercia térmica, de modo que el procedimiento permite poner los grupos (4A y 4B) de enfriamiento en funcionamiento antes incluso de que la temperatura alcance valores elevados, logrando por tanto el preenfriamiento del transformador (2), reduciendo su temperatura promedio de funcionamiento y contribuyendo al aumento de su vida útil.

El algoritmo de preenfriamiento también permite el ajuste, por parte del usuario, de un valor de histéresis para la parada de los grupos (4A y 4B) de enfriamiento, que sólo se apagan si la carga en percentil actual del transformador (2) se reduce hasta un valor inferior al ajuste para la entrada en funcionamiento del grupo de enfriamiento menos el valor de histéresis. Por tanto se evita que pequeñas variaciones del percentil de carga provoquen salidas sucesivas y paradas de los grupos (4A y 4B) de enfriamiento.

El sistema de monitorización de temperatura descrito también permite, tal como se ilustra en la figura 1, la medida de temperatura del conmutador (6) en carga mediante un sensor (6A) instalado en la cubierta del conmutador (6), en contacto con el aceite de aislamiento. Como en condiciones normales de funcionamiento del conmutador (6) no es una fuente de calor importante, la temperatura del aceite del conmutador (6) tenderá a ser igual o ligeramente inferior a la temperatura del aceite del transformador (2), acompañando a las variaciones del mismo. Por este motivo, la supervisión térmica del conmutador se realiza mediante el cálculo de la diferencia de temperatura entre el conmutador y el transformador. En condiciones normales ese diferencial será próximo a cero, y en caso de un defecto térmico en el conmutador ese diferencial aumentará. Resulta apropiado entonces un valor límite para este diferencial, que si se rebasa activará una alarma que indica posibles defectos en el conmutador.

Además del cálculo del valor instantáneo del diferencial de temperatura entre el conmutador (6) y el transformador (2), el sistema (3) de monitorización de temperatura también realiza el cálculo del promedio del diferencial de temperatura en un intervalo de tiempo móvil, es decir, un intervalo de tiempo programado por el usuario. El cálculo del promedio del diferencial de temperatura del conmutador en carga permite eliminar eventuales aumentos de corta duración en el diferencial de temperatura, provocados, por ejemplo, por la entrada en funcionamiento de la ventilación forzada del transformador. Se programa un valor límite para el promedio del diferencial de temperatura, evitando de esta manera la emisión de falsas alarmas para un diferencial de temperatura elevada.

El sistema (3) de monitorización de temperatura descrito aquí tiene un sistema innovador para el ajuste automático de los valores de alarma del diferencial de temperatura del conmutador (6), que consiste en:

- Ajuste por parte del usuario de un tiempo de aprendizaje para la programación automática de las alarmas. Durante este tiempo, el sistema (3) de monitorización de temperatura realizará las medidas y el cálculo de los diferenciales de temperatura instantánea y promedio, registrando los valores máximos alcanzados.

- Ajuste por parte del usuario de un margen de tolerancia para los ajustes de alarma. Los valores de alarma para el diferencial instantáneo y promedio se determinarán de manera automática por el sistema (3) de monitorización de temperatura sumando este margen de tolerancia a los valores máximos obtenidos en el punto anterior para los diferenciales instantáneo y promedio, respectivamente.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Sistema de monitorización de temperatura para transformadores de energía sumergidos en aceite, en el que el sistema está adaptado para llevar a cabo la monitorización de temperatura de transformadores de energía basándose en las temperaturas de aceite, bobina y conmutador de carga, en el que la medida de la temperatura de aceite se realiza de manera redundante, estando el sistema caracterizado porque, con el fin de realizar dicha medida redundante de la temperatura de aceite, el sistema comprende dos sensores (1A, 1B) de temperatura de tipo RTD que pueden instalarse uno junto al otro en la tapa (2A) de transformador (2) que están conectados a dos entradas (3A) de medida independientes en el sistema (3) de monitorización de temperatura, y porque:
- 10 - si los dos sensores (1A, 1B) de temperatura de tipo RTD miden aproximadamente la misma temperatura, el sistema considera que está funcionando en condiciones de funcionamiento normales y se considera que el promedio aritmético de las medidas de ambos sensores (1A, 1B) de temperatura de tipo RTD es la temperatura de aceite; y
- 15 - si se supera un valor máximo admisible para una diferencia de temperatura en la medida de ambos sensores (1A, 1B) de temperatura de tipo RTD, el sistema considera que está funcionando en condiciones de funcionamiento anómalas debido a problemas en la medida de uno de los sensores (1A, 1B) de temperatura de tipo RTD, en el que dicho valor máximo admisible para la diferencia de temperatura de ambos sensores (1A, 1B) de temperatura de tipo RTD está programado en el sistema (3) de monitorización de temperatura
- 20 de manera que en el caso de un defecto de uno de dichos sensores se ignora la medida de ese sensor y el sistema de monitorización de temperatura sigue funcionando usando el otro sensor.
- 25 2. Sistema de monitorización de temperatura según la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que las entradas (3A) de medida del sistema (3) de monitorización de temperatura tienen un sistema de autocalibración, basado en el uso de patrones de calibración internos dentro del monitor (3) de temperatura que consiste en resistores (3B) de alta precisión y estabilidad con valores de resistencia conocidos, correspondiendo cada uno de ellos (3B) a los valores de temperatura distribuidos dentro de la escala de medida del sistema de monitorización.
- 30 3. Sistema de monitorización de temperatura según la reivindicación 2, caracterizado por el hecho de que un sistema (3C) de regulación transfiere periódicamente la medida de temperatura de los sensores (1A, 1B) de temperatura a las resistencias (3B) de calibración, comparando la medida realizada en las resistencias (3B) de calibración con su valor conocido, estableciendo por tanto la medida del valor real de la resistencia (3B) de calibración.
- 35 4. Sistema de monitorización de temperatura según la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que el sistema (3) de monitorización de temperatura tiene un sistema de temporización entre la activación de grupos (4A y 4B) de enfriamiento/ventilación primero y segundo que puede evitar su activación simultánea en el caso de error interno o falta de alimentación, garantizando por tanto la activación del segundo grupo (4B) con un retardo de algunos segundos con respecto al primer grupo (4A).
- 40 5. Sistema de monitorización de temperatura según la reivindicación 4, caracterizado por el hecho de que en condensadores (3D) de una fuente (3E) de alimentación interna del monitor (3) de temperatura, en el caso de un error de alimentación (5) externa, se reduce gradualmente la tensión de alimentación interna de un microcontrolador (3F), permitiendo por tanto que el microcontrolador (3F) detecte el error de alimentación (5) antes de que la tensión interna presente un fallo completo, y que en ese momento los microcontroladores (3F) activan inmediatamente el primer grupo (4A) de ventilación, apagando la bobina (3H) de relé correspondiente y manteniendo el segundo grupo (4B) de ventilación apagado mientras se mantiene la bobina (3I) de relé energizada, mediante lo cual la corriente necesaria se suministra por tanto mediante un supercondensador (3J) que tiene capacidad suficiente para mantener el relé (3I) energizado durante varios segundos.
- 45 50 6. Sistema de monitorización de temperatura según la reivindicación 5, caracterizado porque, cuando se energiza la bobina (3I) de relé del segundo grupo (4B) de ventilación, el microcontrolador (3F) entra en un modo de bajo consumo (modo "de espera"), de tal manera que el supercondensador (3J) no se descarga totalmente.
- 55 7. Sistema de monitorización de temperatura según la reivindicación 1, caracterizado por un sistema de alternación automático de grupos (4A, 4B) de enfriamiento forzado, que puede garantizar el uso uniforme del equipo de enfriamiento sin necesidad de intervención por parte de operarios humanos, ya que cada vez que se encienden los grupos (4A y 4B) de enfriamiento forzado, tras haber estado apagados, se invierte el orden de activación de los grupos de enfriamiento, considerando un sistema con tan sólo dos grupos de enfriamiento.
- 60 8. Sistema de monitorización de temperatura según la reivindicación 7, caracterizado por el hecho de que, en sistemas con más de dos grupos (4A, 4B) de enfriamiento forzado, la activación secuencial de los grupos se inicia, tras haber estado apagados, por el grupo posterior al que fue el primero en activarse la vez anterior en un proceso cíclico.
- 65

- 5 9. Sistema de monitorización de temperatura según la reivindicación 7 u 8, caracterizado por el hecho de que, en el caso de que los grupos (4A, 4B) de enfriamiento permanezcan encendidos de manera constante durante periodos más prolongados, se mantiene un registro de tiempo de funcionamiento de cada grupo (4A, 4B) de enfriamiento, mediante lo cual se da prioridad a la activación del grupo con el tiempo de funcionamiento más corto para sustituir al grupo con el tiempo de funcionamiento más largo.
- 10 10. Sistema de monitorización de temperatura según la reivindicación 1, caracterizado por tener una función de funcionamiento de ventilador que consiste en el hecho de que el usuario programa la hora para el inicio del funcionamiento de los grupos (4A, 4B) de enfriamiento, así como los días de la semana en los que tendrá lugar esa operación y el tiempo total en minutos en el que los grupos de enfriamiento deben permanecer en funcionamiento.
- 15 11. Sistema de monitorización de temperatura según la reivindicación 1, caracterizado por un sistema (3K) de mantenimiento de reloj en el caso de un error en una alimentación (5) auxiliar, sin uso de batería interna en el equipo, por medio del uso de supercondensadores (3J) que son condensadores con alta capacidad de almacenamiento de energía, que pueden suministrar la energía necesaria para mantener el reloj (3K) funcionando durante la falta de energía a través de la alimentación (5) auxiliar, considerando que el sistema (3) de monitorización de temperatura se alimenta con tensión (5) auxiliar altamente fiable, de tal manera que las interrupciones de la alimentación son poco frecuentes y de corta duración.
- 20 12. Sistema de monitorización de temperatura según la reivindicación 1, caracterizado por un sistema para aumentar la fiabilidad y seguridad en la activación de contactos (3L) de salida para funciones de apagado y alarma de temperatura excesiva, por medio del uso de dos microcontroladores (3F, 3G), denominados microcontrolador (3F) principal y (3G) secundario, eléctricamente aislados, pero que realizan el intercambio de datos entre sí por medio de fotoacopladores (3O), mediante lo cual cada contacto (3L) de salida del sistema (3) de monitorización de temperatura consiste internamente en dos relés (3M, 3N) con sus contactos conectados en serie,
- 25 mediante lo cual un relé (3M) se controla por el microcontrolador (3F) principal y el otro relé (3N) por el microcontrolador (3G) secundario, de tal manera que cerrar sólo uno de esos relés (3M o 3N) no es suficiente para provocar el cierre del contacto (3L) de salida.
- 30 13. Sistema de monitorización de temperatura según la reivindicación 12, caracterizado por la posibilidad de usar una topología alternativa económica en la que el microcontrolador (3G) secundario sólo activa un relé (3N) cuyo contacto, cuando se cierra, proporciona la tensión de alimentación que permitirá que el microcontrolador (3F) principal energice bobinas de diversos relés (3M) de salida, evitando por tanto la duplicación del número de relés usados de manera interna en el sistema (3) de monitorización de temperatura.
- 35 14. Sistema de monitorización de temperatura según las reivindicaciones 12 ó 13, caracterizado por el uso de circuitos (3P) especialmente proyectados en la conexión de cada salida de microcontrolador (3F, 3G) hacia las bobinas (3M y 3N) de relé, y tales circuitos (3P) no energizan las bobinas (3M, 3N) de relé en caso de que el nivel de salida lógica de los microcontroladores (3F, 3G) sea continuamente 0 ó 1, en el que tales circuitos (3P) sólo energizan las bobinas (3M y 3N) de relé en caso de que esté presente un nivel lógico en la salida de microcontrolador (3F, 3G) que alterna continuamente entre 1 y 0 a una frecuencia predeterminada, mediante lo cual tal condición sólo puede obtenerse si el microcontrolador (3F, 3G) está funcionando de manera normal, mientras que en el caso de que el microcontrolador esté bloqueado, sus salidas serán permanentemente 0 ó 1.
- 40 45 15. Sistema de monitorización de temperatura según las reivindicaciones 12, 13 ó 14, caracterizado por el hecho de que cada microcontrolador (3F, 3G) lleva a cabo la verificación de funcionamiento recíproca del microcontrolador (3F, 3G), el microcontrolador (3F) principal verifica el microcontrolador (3G) secundario, y el microcontrolador (3G) secundario verifica el controlador (3F) principal, mediante lo cual cualquier error de funcionamiento se detecta por medio de intercambio de datos.
- 50 16. Sistema de monitorización de temperatura según la reivindicación 15, caracterizado por el hecho de que, una vez detectado un error, el microcontrolador (3F, 3G) que lo detectó reinicia el otro microcontrolador (3F, 3G) por medio de una señal enviada por medio de un fotoacoplador (3O), y los circuitos pueden configurarse tanto para realizar el reinicio por medio de entradas específicas para esa función en los microcontroladores (3F, 3G) como por medio de un esquema para la interrupción temporal de la alimentación del microcontrolador.
- 55 60 17. Sistema de monitorización de temperatura según la reivindicación 1, caracterizado por llevar a cabo una medida de corriente de carga del transformador (2) por medio de un transformador (2B) de corriente instalado en uno de los aisladores de transformador que están conectados a la entrada (3Q) de medida en el sistema (3) de monitorización de temperatura y que, por medio de tal medida, realiza un algoritmo de verificación de consistencia de las medidas de temperatura basándose en el hecho de que las temperaturas (2) de aceite y de bobina de transformador se determinan principalmente mediante la corriente de carga del transformador.

- 5 18. Sistema de monitorización de temperatura según la reivindicación 17, caracterizado por el hecho de que el algoritmo de verificación de consistencia considera que una medida de temperatura aumentada por encima de los límites para la activación de los contactos de alarma y/o apagado debido a una temperatura excesiva sólo puede clasificarse como verdadera si la corriente de carga de transformador está por encima de un nivel mínimo programado por el usuario, indicando de lo contrario que la medida de una alta temperatura no es consistente, y bloqueando la activación de los contactos de salida para la alarma y/o el apagado del transformador.
- 10 19. Sistema de monitorización de temperatura según las reivindicaciones 17 ó 18, caracterizado por el hecho de que el algoritmo de verificación de consistencia no sólo se basa en la medida instantánea de la corriente de carga, sino también en el cálculo del promedio de tal corriente en un intervalo de tiempo móvil programado por el usuario, de tal manera que una medida de temperatura aumentada, por encima de los límites de activación para los contactos de alarma y/o apagado debido a temperatura excesiva, sólo puede considerarse verdadera si el promedio calculado para la corriente de carga del transformador está por encima de un nivel mínimo programado por el usuario, y de lo contrario el algoritmo indica que la medida de una alta temperatura no es consistente, y bloquea, la activación de los contactos de salida para la alarma y/o el apagado del transformador.
- 15 20. Sistema de monitorización de temperatura según la reivindicación 1, caracterizado por tener un algoritmo de preenfriamiento, en el que la corriente de carga medida se divide entre la corriente nominal del transformador y se multiplica por el 100%, obteniendo por tanto el porcentaje de carga actual de los transformadores con respecto a su corriente nominal, y después, para cada uno de los grupos (4A, 4B) de enfriamiento, se establece independientemente a un nivel de porcentaje de carga que, cuando se supera el porcentaje de carga actual, provoca que dicho grupo de enfriamiento entre en funcionamiento.
- 20 21. Sistema de monitorización de temperatura según la reivindicación 20, caracterizado por el hecho de que el algoritmo de preenfriamiento permite que el usuario establezca un valor de histéresis para la parada de los grupos (4A, 4B) de enfriamiento que sólo se apagan si la carga en porcentaje de corriente del transformador (2) se reduce hasta un valor inferior al establecido para la entrada en funcionamiento del grupo de enfriamiento menos el valor de histéresis, evitando por tanto que pequeñas variaciones del porcentaje de carga provoquen arranques y paradas sucesivos en los grupos (4A y 4B) de enfriamiento.
- 25 30 22. Sistema de monitorización de temperatura según la reivindicación 1, caracterizado por realizar la medida de temperatura del conmutador (6) de carga por medio de un sensor (6A) instalado en la tapa de conmutador (6), en contacto con el aceite aislante, mediante lo cual se lleva a cabo la supervisión de la temperatura del conmutador por medio del cálculo de la diferencia de temperatura entre el conmutador y el transformador y después se establece un límite para tal diferencia que, si se supera, activará una alarma que indica posibles defectos en el conmutador.
- 35 23. Sistema de monitorización de temperatura según la reivindicación 22, caracterizado por realizar el cálculo del promedio de diferencial de temperatura entre el conmutador (6) y el transformador (2) en un intervalo de tiempo móvil, es decir un intervalo de tiempo programado por el usuario, mediante lo cual también se programa un límite para el promedio de diferencial de temperatura que, si se supera, activará una alarma que indica posibles defectos en el conmutador.
- 40 24. Sistema de monitorización de temperatura según las reivindicaciones 22 ó 23, caracterizado por tener un sistema para el establecimiento automático de los valores de alarma del diferencial de temperatura del conmutador (6), mediante lo cual el usuario establece un tiempo de aprendizaje durante el cual el sistema (3) de monitorización de temperatura llevará a cabo medidas y cálculos de los diferenciales de temperatura instantáneo y promedio y registrará los valores máximos alcanzados.
- 45 50 25. Sistema de monitorización de temperatura según las reivindicaciones 22, 23 ó 24, caracterizado por el hecho de que el usuario programa un margen de tolerancia para los establecimientos de alarma y que los valores de alarma de diferencial instantáneo y promedio se determinan automáticamente por el sistema (3) de monitorización de temperatura, mediante lo cual se añade tal margen de tolerancia a los valores máximos obtenidos respectivamente para los diferenciales instantáneo y promedio.

FIG 1

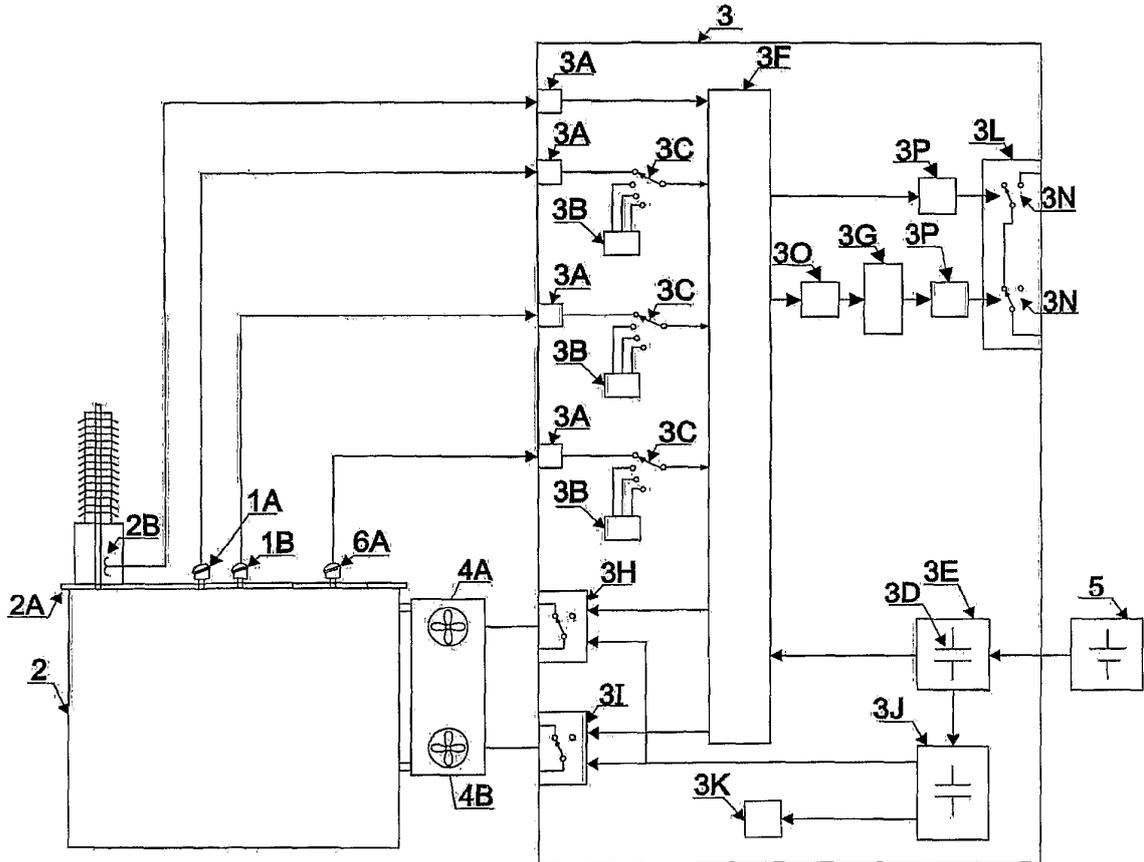


FIG2

