

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 615 638**

51 Int. Cl.:

H01H 71/08 (2006.01)

H01H 11/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.03.2015 E 15161678 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.11.2016 EP 2927928**

54 Título: **Procedimiento de determinación de un sobrecalentamiento de al menos un borne de conexión de un dispositivo eléctrico, aparato auxiliar asociado, y sistema eléctrico que comprende un dispositivo de ese tipo y un aparato auxiliar de ese tipo**

30 Prioridad:

31.03.2014 FR 1452785

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

07.06.2017

73 Titular/es:

**SCHNEIDER ELECTRIC INDUSTRIES SAS
(100.0%)
35 rue Joseph Monier
92500 Rueil-Malmaison, FR**

72 Inventor/es:

**TIAN, SIMON y
VINCENT, FRANÇOIS**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 615 638 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 de determinación de un sobrecalentamiento de al menos un borne de conexión de un dispositivo eléctrico, aparato auxiliar asociado, y sistema eléctrico que comprende un dispositivo de ese tipo y un aparato auxiliar de ese tipo

- 5 La presente invención se refiere a un procedimiento de determinación, con la ayuda de un aparato auxiliar, de un sobrecalentamiento de al menos un borne de conexión de un dispositivo eléctrico, un aparato auxiliar de ese tipo y un sistema eléctrico que incluya un dispositivo eléctrico de ese tipo y un aparato auxiliar de ese tipo.

10 Un problema persistente en el campo de los bornes de conexión eléctrica es el aseguramiento de dichos bornes, mediante la supervisión de su temperatura. En efecto, una temperatura demasiado elevada de los bornes de conexión es característica para conducir a su destrucción, así como la puesta fuera de servicio de un dispositivo eléctrico que comprenda estos bornes de conexión. Más particularmente, una temperatura demasiado elevada de los bornes de conexión tiene capacidad para provocar un incendio.

15 Se conoce así por los documentos US-A-7501926 y respectivamente US-A-5188542 la verificación de la temperatura de un borne de conexión con la ayuda de una bilamina y respectivamente de una termistancia. En dichos modos de realización, la temperatura del borne de conexión se compara con un umbral predeterminado de temperatura, más allá del que se detecta el sobrecalentamiento del borne. Sin embargo, dichas detecciones no son muy precisas.

20 Se conoce igualmente por el documento US-A-2009/0167537 la medición de la temperatura de un borne de conexión y la comparación de esta temperatura con unos primeros y segundos umbrales predeterminados de temperatura. Un sistema de ese tipo permite poner fuera de tensión un dispositivo eléctrico que comprenda el borne de conexión, cuando la temperatura sea superior al segundo umbral de temperatura. Sin embargo, los valores elegidos para los primeros y segundos umbrales de temperatura no permiten siempre tener en cuenta las diferentes condiciones posibles del entorno del borne de conexión, lo que implica unos errores en la determinación del sobrecalentamiento del borne de conexión.

25 El objetivo de la invención es por tanto proponer un procedimiento de determinación, con la ayuda de un aparato auxiliar, de un sobrecalentamiento de al menos un borne de conexión de un dispositivo eléctrico, que permita determinar el sobrecalentamiento de manera más precisa.

30 Con este fin, la invención se refiere a un procedimiento de determinación, con la ayuda de un aparato auxiliar, de un sobrecalentamiento de al menos un borne de conexión de un dispositivo eléctrico, comprendiendo el o los bornes de conexión cada uno al menos una zona de conexión apropiada para ser conectada a un conductor eléctrico correspondiente, comprendiendo el procedimiento para cada borne de conexión las etapas siguientes:

- 35 - a) la medición, en un instante temporal dado (t_n), de una primera temperatura que corresponde a la temperatura de la zona de conexión correspondiente, a través de un primer sensor de temperatura,
 - b) el cálculo de un valor térmico de la zona de conexión en función de la primera temperatura medida,
 - c) la comparación del valor térmico de la zona de conexión con un umbral de temperatura, y
 - d) la detección del sobrecalentamiento del borne de conexión correspondiente cuando el valor térmico de la zona de conexión es superior al umbral de temperatura,

40 estando el procedimiento caracterizado porque comprende anteriormente a la etapa de comparación c) y para cada borne de conexión, la etapa siguiente:

- b') el cálculo del umbral de temperatura en el instante dado en función del valor del umbral de temperatura en un instante precedente, siendo variable el valor del umbral de temperatura entre el instante precedente y el instante dado, y

45 durante la etapa c) de comparación, se compara el valor térmico con el valor del umbral de temperatura en el instante dado.

Gracias a la invención, el valor del umbral de temperatura que permite detectar un sobrecalentamiento del o de los bornes de conexión es variable entre el instante precedente y el instante dado, lo que permite determinar de manera más precisa el sobrecalentamiento. El hecho de que el valor del umbral de temperatura sea variable permite por ejemplo tener en cuenta mejor el entorno en el que se encuentran el o los bornes de conexión.

50 Según diferentes aspectos de la invención, el procedimiento comprende una o varias de las características siguientes, tomadas aisladamente o según todas las combinaciones técnicamente admisibles:

- El procedimiento comprende anteriormente a la etapa b') de cálculo del umbral de temperatura, una etapa b'') de medición de la intensidad de la corriente que circula en el conductor eléctrico correspondiente y, durante la etapa de cálculo b'), el umbral de temperatura se calcula además en función de la intensidad de la corriente que circula

en el conductor eléctrico correspondiente.

- El o los bornes de conexión comprenden cada uno un elemento de apriete apropiado para mantener la conexión entre el conductor eléctrico y la zona de conexión correspondiente, a través de la aplicación de una fuerza de apriete sobre el conductor eléctrico, y durante la etapa de detección d), se detecta un aflojamiento de al menos un conductor eléctrico con relación al borne de conexión correspondiente, cuando el valor térmico de la zona de conexión es superior a un umbral de temperatura, correspondiendo el aflojamiento a un valor de impedancia entre la zona de conexión 66 y el conductor eléctrico de salida correspondiente superior a un valor predeterminado.
- Durante la etapa b) de cálculo del valor térmico de la zona de conexión, el valor térmico se fija igual a la primera temperatura.
- El procedimiento comprende anteriormente a la etapa b) de cálculo del valor térmico, una etapa a') de medición de una segunda temperatura ambiente en la vecindad del dispositivo eléctrico, a través de un segundo sensor de temperatura dispuesto a una distancia inferior a 3 metros, preferentemente a 1 metro, del dispositivo eléctrico y durante la etapa b) de cálculo del valor térmico, el valor térmico es igual a la diferencia entre la primera temperatura y la segunda temperatura.
- Durante la etapa b') de cálculo del umbral de temperatura, el umbral de temperatura se calcula con la fórmula siguiente:

$$S1(n) = dt * \frac{(R * Z * (I_{rms}(n))^2 - S1(n-1))}{RC} + S1(n-1)$$

- correspondiendo S1(0) al valor de umbral de temperatura en el instante inicial de referencia, dependiendo S1(0) del valor de la primera temperatura medida en el instante inicial de referencia, correspondiendo S1(n) y S1(n-1) respectivamente al valor del umbral de temperatura en el instante dado y en el instante precedente, siendo n superior o igual a 1, correspondiendo dt a un periodo de cálculo del umbral de temperatura, según el que se calcula el umbral de temperatura, correspondiendo I_{rms}(n) al valor eficaz de la corriente que atraviesa el conductor eléctrico de salida correspondiente al instante dado, correspondiendo Z a la impedancia entre la zona de conexión y el conductor eléctrico correspondiente, correspondiendo R y C respectivamente a la resistencia térmica y a la capacidad térmica entre el primer y segundo sensores de temperatura.

La invención tiene igualmente por objeto un aparato auxiliar para un dispositivo eléctrico, comprendiendo el dispositivo eléctrico al menos un borne de conexión que incluye una zona de conexión apropiada para conectarse a un conductor eléctrico correspondiente, comprendiendo el aparato auxiliar, para cada borne de conexión:

- un primer sensor de temperatura apropiado para medir, en un instante temporal dado, una primera temperatura que corresponde a la temperatura de la zona de conexión correspondiente,
- unos primeros medios de cálculo de un valor térmico de la zona de conexión en función de la primera temperatura medida,
- unos medios de comparación apropiados para comparar el valor térmico de la zona de conexión con un umbral de temperatura, y
- unos medios de detección de un sobrecalentamiento del borne de conexión correspondiente cuando el valor térmico de la zona de conexión correspondiente es superior al umbral de temperatura.

De acuerdo con la invención, el aparato auxiliar comprende para cada borne de conexión dos segundos medios de cálculo del umbral de temperatura en el instante dado en función del valor del umbral de temperatura en un instante precedente, siendo variable el valor del umbral de temperatura entre el instante precedente y el instante dado, y los medios de comparación son adecuados para comparar el valor térmico con el valor del umbral de temperatura en el instante dado.

Según otros aspectos ventajosos de la invención, el aparato auxiliar comprende además una o varias de las características siguientes, tomadas aisladamente o según todas las combinaciones técnicamente admisibles:

- El aparato auxiliar comprende, para cada borne de conexión, un sensor de corriente apropiado para medir la intensidad de la corriente que circula en el conductor eléctrico correspondiente, siendo apropiados los segundos medios de cálculo, para cada borne de conexión, para calcular el umbral de temperatura en función además de la intensidad de la corriente que circula en el conductor eléctrico correspondiente.
- El aparato auxiliar comprende para cada borne de conexión, un órgano de enlace eléctrico a la zona de conexión correspondiente, comprendiendo el órgano de enlace un material térmicamente conductor, siendo preferentemente la diferencia de temperatura entre la zona de conexión correspondiente y el órgano de enlace inferior a 10 °C, para unas temperaturas de la zona de conexión comprendidas entre 100 °C y 400 °C, siendo apropiado el primer sensor de temperatura para medir la temperatura del órgano de enlace,
- El aparato auxiliar comprende un segundo sensor de temperatura, dispuesto a una distancia inferior a 3 metros, preferentemente a 1 metro, del dispositivo eléctrico y apropiado para medir una segunda temperatura ambiente en la vecindad del dispositivo eléctrico, y los primeros medios de cálculo son apropiados para fijar el valor térmico a un valor igual a la diferencia entre la primera temperatura y la segunda temperatura.

La invención tiene igualmente por objeto un sistema eléctrico que comprende un dispositivo eléctrico y un aparato

auxiliar asociado al dispositivo eléctrico, comprendiendo el dispositivo eléctrico al menos un borne de conexión que incluye una zona de conexión apropiada para conectarse a un conductor eléctrico. De acuerdo con la invención, el aparato auxiliar es tal como el presentado anteriormente en el presente documento.

5 Según otro aspecto ventajoso de la invención, el dispositivo eléctrico es un dispositivo de conmutación que comprende para cada conductor eléctrico un borne de entrada de la corriente y un borne de salida de la corriente, y apropiado, en una posición abierta, para dejar circular la corriente a través del o de los conductores eléctricos correspondientes, y en una posición cerrada para interrumpir la circulación de la corriente a través del o de los conductores eléctricos correspondientes, estando conectado el aparato auxiliar a través del o de los órganos de enlace eléctrico al o a cada borne de salida de la corriente.

10 La invención se comprenderá mejor y surgirán más claramente otras ventajas de ésta a la luz de la descripción que sigue, dada únicamente a título de ejemplo no limitativo, y realizada con referencia a los dibujos adjuntos en los que:

- la figura 1 es una representación esquemática de un sistema eléctrico según un primer modo de realización de la invención, que comprende un disyuntor eléctrico y un aparato auxiliar conectado eléctricamente al disyuntor eléctrico;
- 15 - la figura 2 es una representación esquemática del aparato auxiliar de la figura 1 y de su conexión a unos bornes de conexión aguas abajo del disyuntor de la figura 1;
- la figura 3 es una sección esquemática y parcial de un borne de conexión aguas abajo del disyuntor, según el plano III de la figura 1;
- 20 - la figura 4 es una representación esquemática de un modelo térmico simplificado del enlace entre uno de los bornes de conexión aguas abajo y el aparato auxiliar de la figura 2;
- la figura 5 es un organigrama del procedimiento de determinación de un sobrecalentamiento de unos bornes de conexión, de acuerdo con la invención;
- la figura 6 es un conjunto de cuatro curvas, entre las que una primera, segunda y tercera curvas representan el calentamiento, en función del tiempo, de un borne de conexión del disyuntor de la figura 1 para diferentes valores de un par de apriete aplicado a un elemento de apriete del borne y una cuarta curva representa el valor de un umbral de temperatura en función del tiempo;
- 25 - la figura 7 es un conjunto de dos curvas que representan, para diferentes valores de corriente que atraviesan uno de los bornes de conexión aguas abajo del disyuntor de la figura 1, respectivamente, el valor de un umbral de temperatura, en función del tiempo, y un valor térmico del borne de conexión aguas abajo, en función del tiempo;
- 30 y
- la figura 8 es una vista análoga a la de la figura 1 según un segundo modo de realización de la invención.

En la figura 1, se conecta un sistema eléctrico 10, por un lado, a un primer 12 y a un segundo 14 conductores eléctricos de entrada y, por otro lado, a un primer 12' y a un segundo 14' conductores eléctricos de salida. Los conductores eléctricos 12, 14 de entrada pertenecen a una red 16 de distribución eléctrica y están destinados a alimentar a través del sistema eléctrico 10 y los conductores eléctricos 12', 14' de salida una carga eléctrica 18.

El sistema eléctrico 10 es apropiado para comunicar a través de un enlace inalámbrico con un equipo electrónico 20, tal como un servidor informático, que sirve para centralizar unos datos. El equipo 20 se denomina igualmente concentrador de datos.

El sistema eléctrico 10 comprende un disyuntor eléctrico 22, tal como un disyuntor electromecánico, y un aparato auxiliar 24 conectado eléctricamente al disyuntor 22. El aparato auxiliar 24 se fija, por ejemplo, bajo el disyuntor 22.

El sistema eléctrico 10 comprende un carril 25, tal como un carril DIN, sobre el que se fija mecánicamente el disyuntor 22.

Los primeros conductores de entrada 12 y de salida 12' son, por ejemplo, unos conductores de fase o también unos conductores de potencial continuo positivo. Los segundos conductores de entrada 14 y de salida 14' son, por ejemplo, unos conductores de neutro o también unos conductores de potencial de referencia. Los primeros y segundos conductores eléctricos de entrada 12, 14 y de salida 12', 14' forman un enlace eléctrico 26.

El concentrador de datos 20 se une, a través de un enlace de datos, tal como un enlace radioeléctrico, a un dispositivo de visualización 27, con el fin de presentar particularmente unas informaciones relativas al funcionamiento del disyuntor 22 y transmitidas por el aparato auxiliar 24. El concentrador 20 comprende un primer órgano de comunicación 28 y una primera antena radioeléctrica 30.

El disyuntor eléctrico 22 es conocido por sí mismo, y es apropiado para interrumpir la circulación de una corriente eléctrica que atraviesa los primeros conductores eléctricos de entrada 12 y de salida 12' y/o los segundos conductores eléctricos de entrada 14 y de salida 14', principalmente en presencia de un defecto eléctrico sobre el primer conductor de entrada 12 y/o sobre el segundo conductor de entrada 14.

55 El disyuntor 22 incluye un primer 34 y segundo 36 bornes de entrada de la corriente, igualmente denominados primer y segundo bornes de conexión aguas arriba, a los que se conectan el primer 12 y el segundo 14 conductores eléctricos de entrada. El disyuntor 22 incluye igualmente un primer 38 y un segundo 40 bornes de salida de la

corriente, igualmente denominados primer y segundo bornes de conexión aguas abajo, conectados respectivamente al primer 12' y al segundo 14' conductores eléctricos de salida.

5 Más precisamente, el disyuntor eléctrico 22 realiza el enlace entre el primer 12 y el segundo 14 conductores eléctricos de entrada y respectivamente el primer 12' y el segundo 14' conductores eléctricos de salida, a través de los bornes de conexión aguas abajo 34, 36 y los bornes de conexión aguas arriba 38, 40.

El disyuntor 22 está en posición abierta apropiada para interrumpir la circulación de la corriente eléctrica a través del enlace eléctrico 26. El disyuntor 22 está en posición cerrada apropiada para dejar circular la corriente a través del enlace eléctrico 26, con el fin de alimentar la carga 18.

10 El aparato auxiliar 24 comprende para cada borne 38, 40 de conexión aguas abajo, un órgano de enlace 42, 44 al borne 38, 40 de conexión aguas abajo correspondiente, como se ha representado en la figura 2. El aparato auxiliar 24 comprende, para cada borne 38, 40 de conexión aguas abajo, un primer sensor 46 de temperatura y un sensor 50, 51 de corriente. El aparato auxiliar 24 comprende igualmente una unidad 52 de tratamiento, un órgano 54 de alimentación eléctrica y regulador 56 de tensión. El aparato auxiliar 24 comprende un órgano 58 de almacenamiento de energía eléctrica y un segundo órgano 60 de comunicación, así como una segunda antena 62 radioeléctrica adecuada para comunicar por ondas radioeléctricas con la primera antena 30. Ventajosamente, el aparato auxiliar 15 24 comprende un sensor 64 de tensión.

El dispositivo 27 de visualización, visible en la figura 1, incluye principalmente una pantalla de presentación, no representada, y unos medios, no representados, de presentación en la pantalla de datos recibidos desde el concentrador de datos 20.

20 El primer órgano 28 de comunicación es adecuado para transmitir unos datos hacia el aparato auxiliar 24, a través de la primera antena 30 y para establecer un enlace radioeléctrico con el aparato auxiliar 24.

25 Cada borne 38, 40 de conexión aguas abajo comprende una zona 66 de conexión adecuada para conectarse respectivamente al primer 12' y al segundo 14' conductores eléctricos de salida, como se ha representado en la figura 2. Cada borne 38, 40 de conexión aguas abajo comprende igualmente un elemento 68 de apriete apropiado para mantener la conexión entre el conductor eléctrico 12', 14' de salida correspondiente y la zona 66 de conexión correspondiente, a través de la aplicación de una fuerza F de apriete sobre el conductor eléctrico 12', 14' de salida correspondiente.

30 En el ejemplo de realización de la figura 3, cada borne 38, 40 de conexión aguas abajo comprende un órgano 70 móvil apropiado para desplazarse a través del elemento 68 de apriete con el fin de apretar conjuntamente, entre la zona 66 de conexión y el órgano 70 móvil, el conductor eléctrico 12', 14' de salida correspondiente, así como el órgano 42, 44 de enlace correspondiente.

La fuerza F de apriete es inducida por ejemplo mediante un par C de apriete aplicado al elemento 68 de apriete. En la figura 3, el elemento 68 de apriete es un tornillo.

35 Como variante, los bornes de salida difieren de los bornes 38, 40 de conexión aguas abajo, presentados en el primer modo de realización, en tanto que siempre comprende un elemento de apriete apropiado para mantener la conexión entre el conductor eléctrico 12', 14' de salida correspondiente y la zona 66 de conexión correspondiente.

40 El órgano 42 de enlace está en contacto con el primer conductor eléctrico 12' de salida y la zona 66 de conexión del primer borne 38 de salida. El órgano 42 enlace incluye un material térmicamente y eléctricamente conductor, tal como cobre. La diferencia de temperatura entre la zona 66 de conexión y el órgano 42 de enlace es preferentemente inferior a 10 °C para unas temperaturas de la zona 66 de conexión comprendidas entre 100 °C y 400 °C.

45 Igualmente, el órgano 44 de enlace está en contacto con el segundo conductor eléctrico 14' de salida y la zona 66 de conexión del segundo borne 40 de salida. El órgano 44 enlace incluye un material térmicamente y eléctricamente conductor, tal como cobre. La diferencia de temperatura entre la zona 66 de conexión y el órgano 44 de enlace es preferentemente inferior a 10 °C para unas temperaturas de la zona 66 de conexión comprendidas entre 100 °C y 400 °C.

50 Cada primer sensor 46 de temperatura es apropiado para medir, en un instante temporal t_n dado, una primera temperatura que corresponde a la temperatura de la zona 66 de conexión correspondiente, es decir a la temperatura del borne 38, 40 de conexión aguas abajo correspondiente. Más precisamente, el primer sensor 46 de temperatura se coloca, por ejemplo, sobre el órgano 42, 44 del enlace correspondiente y es apropiado para medir la temperatura del órgano 42, 44 de enlace. Cada primer sensor de temperatura es, por ejemplo, un termopar o una sonda de resistencia, etc. Cada primer sensor está adaptado para una medida de temperaturas comprendida entre 25 °C y 400 °C.

55 Los sensores 50, 51 de corriente son apropiados para medir la intensidad de la corriente que circula respectivamente en el primer 12' y el segundo 14' conductores eléctricos de salida, es decir también la intensidad de la corriente que atraviesa la zona 66 de conexión y el borne 38, 40 de conexión aguas abajo correspondiente.

Los sensores 50, 51 de corriente incluyen, por ejemplo, un toro de Rogowski, un transformador de corriente, una derivación o también un sensor defecto Hall.

5 Como variante, el aparato auxiliar 24 comprende un sensor 50 de corriente solamente para uno de los bornes 38 de conexión aguas abajo, que es apropiado para medir la corriente que circula en uno solo de los conductores eléctricos de salida, por ejemplo el primer conductor eléctrico 12' de salida. La corriente que circula en el segundo conductor eléctrico 14' de salida, se calcula entonces a partir del valor de la corriente que circula en el primer conductor eléctrico 12' de salida. Más precisamente, la corriente que circula en el segundo conductor eléctrico 14' de salida es igual a la opuesta de la corriente que circula en el primer conductor eléctrico 12'.

10 La unidad 52 de tratamiento incluye un segundo sensor 71 de temperatura, un procesador 72, y una memoria 76 asociada al procesador 72, como se ha representado en la figura 2. La unidad 52 de tratamiento es apropiada para generar un mensaje M1 que comprende unos datos calculados a través del procesador 72 y la memoria 76.

El órgano de alimentación eléctrica 54 es apropiado, a través de los órganos 42, 44 de enlace, para recuperar una parte de la energía eléctrica transmitida sobre los conductores eléctricos 12', 14' de salida y para alimentar con energía eléctrica el aparato auxiliar 24.

15 El regulador 56 de tensión permite adaptar la tensión suministrada por la alimentación eléctrica 54 a un valor de tensión aceptable para la unidad 52 de tratamiento y para el segundo órgano 60 de comunicación. El regulador 56 de tensión es por ejemplo un convertidor continua/continua, que suministra una tensión continua de 3,3 voltios.

20 El órgano 58 de almacenamiento de energía eléctrica es apropiado para acumular una parte de la energía eléctrica proporcionada por la alimentación eléctrica 54 cuando está cerrado el disyuntor 22, y para restituir la energía eléctrica almacenada durante una pérdida de tensión aguas abajo del disyuntor 22.

En la figura 2, el órgano 58 de almacenamiento es un condensador cuyo valor de capacidad es función, entre otros, del consumo eléctrico medio del aparato auxiliar 24 de la tensión de alimentación proporcionada al segundo órgano 60 de comunicación y a la unidad 52 de tratamiento.

25 El segundo órgano 60 de comunicación es adecuado para recibir unos datos procedentes del concentrador 20 de datos, y más precisamente procedentes del primer órgano 28 de comunicación y de la primera antena 30, y para establecer un enlace radioeléctrico con el concentrador 20. El segundo órgano 60 de comunicación es apropiado para emitir, a través de la segunda antena 62, el mensaje M1 con destino en el concentrador 20 de datos. Ventajosamente, los órganos 28, 60 de comunicación y las antenas 30, 62 están de acuerdo con los protocolos de comunicación ZIGBEE o ZIGBEE GREEN POWER, basados en la norma IEE-802.15.4.

30 Como variante, el órgano 60 de comunicación es apropiado para comunicar con el concentrador 20 de datos a través de un enlace por cable, no representado.

35 El sensor 64 de tensión es conocido por sí mismo, y es apropiado para medir una primera tensión V1 proporcionada entre el primer borne 38 de conexión aguas abajo y el segundo borne 40 de conexión aguas abajo. El sensor 64 de tensión permite, más precisamente, medir la primera tensión V1 en la salida del disyuntor 22, a la altura del primer conductor eléctrico 12' de salida.

El segundo sensor 71 de temperatura es apropiado para medir una segunda temperatura, que corresponde a una temperatura ambiente en la vecindad del disyuntor 22. El segundo sensor 71 de temperatura se dispone a una distancia inferior a 3 m, preferentemente inferior a 1 m del disyuntor 22. El segundo sensor 71 de temperatura está integrado en la unidad 52 de tratamiento.

40 La figura 4 representa un modelo térmico de la conexión entre el aparato auxiliar 24 y uno de los bornes 38, 40 de conexión aguas abajo correspondientes. Más precisamente, la figura 4 corresponde al modelo térmico de la conexión entre una de las zonas 66 de conexión y el segundo sensor 71 de temperatura. El modelo corresponde al circuito eléctrico 77 que comprende un generador de corriente G una resistencia térmica R y un condensador térmico C conectados en paralelo entre sí. De ese modo, la resistencia térmica R y el condensador térmico C representan la relación térmica entre la zona 66 de conexión correspondiente y el segundo sensor 71 de temperatura.

45 La memoria 76 es adecuada para almacenar un primer software 78 de cálculo de un valor térmico de cada zona 66 de conexión, un segundo software 80 de cálculo, para cada zona 66 de conexión, de un umbral de temperatura S1, un software 82 de comparación del valor térmico de cada zona 66 de conexión con el umbral de temperatura S1, un software 83 de detección de un sobrecalentamiento de los bornes 38, 40 de conexión aguas abajo. Como complemento, la memoria 76 es adecuada para almacenar un tercer software 84 de cálculo de la potencia y de una energía eléctrica que atraviesa cada conductor eléctrico 12', 14' de salida en función de los valores de intensidad y de tensión medidos por los sensores de corriente 50, 51 y de tensión 64.

55 La memoria 76 es adecuada para almacenar un software 88 de muestreo de la intensidad de la corriente y de la tensión medidas por los sensores de corriente 50, 51 y de tensión 64. Como variante, los primeros medios 78 de

cálculo, los segundos medios 80 de cálculo, los medios 82 de comparación, los medios 83 de detección, los terceros medios 84 de cálculo y los medios 88 de muestreo se realizan bajo la forma de componentes lógicos programables o también bajo la forma de circuitos integrados dedicados.

5 El primer software 78 de cálculo es apropiado para calcular el valor térmico de cada zona 66 de conexión, en función de la primera temperatura medida correspondiente. Más precisamente, el primer software 78 de cálculo es apropiado para calcular la diferencia entre la primera temperatura y la segunda temperatura para cada borne 38, 40 de conexión aguas abajo. De ese modo, el valor térmico corresponde, por ejemplo, a una variación de temperatura, tal como la diferencia entre la primera temperatura y la segunda temperatura, y principalmente a un calentamiento de la zona 66 de conexión.

10 Como variante, la segunda temperatura se considera como igual a un valor constante predeterminado y el primer software 78 de cálculo fija el valor térmico igual a la diferencia entre la primera temperatura y el valor constante predeterminado.

15 El segundo software 80 de cálculo es apropiado para calcular el umbral de temperatura S1 en el instante dado t_n en función del valor del umbral de temperatura calculado en un instante precedente t_{n-1} y el valor del umbral de temperatura S1 es variable entre el instante dado t_n y el instante precedente t_{n-1} . El segundo software 80 de cálculo es adecuado más precisamente para calcular el valor del umbral de temperatura S1 según un período de muestreo dt , igualmente denominado periodo de cálculo dt . El instante precedente t_{n-1} corresponde por ejemplo a un instante que precede al instante dado t_n de una duración igual al periodo de cálculo dt .

20 Como variante, el instante precedente t_0 corresponde a un instante inicial de referencia t_0 . El instante inicial de referencia t_0 corresponde, por ejemplo, al instante de una primera medida efectuada por el aparato auxiliar elegida entre la medida de la primera temperatura, la medida de la segunda temperatura y la medida de la intensidad de la corriente que circula en el conductor eléctrico 12', 14' de salida correspondiente, es decir por ejemplo en el instante de la puesta en tensión del disyuntor 22.

25 El segundo software 80 de cálculo es preferentemente igualmente apto para calcular el umbral de temperatura S1 en función de la intensidad de la corriente que circula en el conductor eléctrico 12', 14' de salida correspondiente. El umbral de temperatura S1 corresponde, por ejemplo, a un calentamiento limitado de la zona 66 de conexión correspondiente, es decir a una variación de temperatura. El circuito eléctrico 77 presentado anteriormente permite obtener una ecuación que da el valor del primer umbral de temperatura S1.

30 Más precisamente, el umbral de temperatura S1 se calcula según el período de muestreo dt con la ecuación siguiente:

$$S1(n) = dt * \frac{(R * Z * (I_{rms}(n))^2 - S1(n-1))}{RC} + S1(n-1), \quad (1)$$

35 correspondiendo $S1(0)$ al valor de umbral de temperatura en el instante inicial de referencia t_0 , es decir a una muestra inicial, denominada muestra 0, del valor del umbral de temperatura S1, dependiendo $S1(0)$ del valor de la primera y de la segunda temperatura medidas en el instante inicial de referencia t_0 , es decir por ejemplo igual a la separación de la primera temperatura medida en el instante inicial de referencia t_0 y correspondiendo $S1(n)$ y $S1(n-1)$ respectivamente al valor del umbral de temperatura en el instante dado $t_n = t_0 + n * dt$ y en el instante precedente $t_{n-1} = t_0 + (n-1) * dt$, siendo n superior o igual a 1 y correspondiente al número de muestra del valor de umbral S1, correspondiendo dt , por ejemplo, igualmente a un periodo según el que el primer 46 y el segundo 71 sensores de temperatura y el sensor 50, 51 de corriente miden respectivamente la primera temperatura, la segunda temperatura y la corriente que circula en el conductor eléctrico 12', 14' de salida correspondiente, correspondiendo $I_{rms}(n)$ al valor eficaz de la corriente que atraviesa el conductor eléctrico 12', 14' de salida correspondiente al instante dado t_n , correspondiendo Z a la impedancia entre la zona 66 de conexión y el conductor eléctrico 12', 14' de salida correspondiente, correspondiendo R y C respectivamente a la resistencia térmica y a la capacidad térmica entre la zona 66 de conexión y el segundo sensor 71 de temperatura y más precisamente entre el primer sensor 46 de temperatura y el segundo 71 sensor de temperatura.

Como variante, el valor del umbral de temperatura $S1(0)$ en el instante inicial de referencia t_0 es un valor predeterminado.

50 En la variante en la que el primer software 78 de cálculo fija el valor térmico igual a la diferencia entre la primera temperatura y el valor constante predeterminado, el primer umbral de temperatura S1 se calcula con una ecuación similar a la ecuación (1) presentada anteriormente, pero los valores de los parámetros R y C de la ecuación serían diferentes y corresponderían por ejemplo respectivamente a la resistencia térmica y a la capacidad térmica entre la zona 66 de conexión y un punto de referencia predeterminado.

55 El software 82 de comparación es apropiado para comparar el valor térmico de cada zona 66 de conexión, calculado por el primer software 78 de cálculo, con el umbral de temperatura S1 correspondiente. La comparación entre el

- valor térmico y el umbral de temperatura se realiza en cada múltiplo del período de muestreo dt después del instante inicial de referencia t_0 . El umbral de temperatura $S1$ se calcula a partir de la ecuación (1) recursiva que permite calcular el valor del primer umbral $S1$ en el instante dado t_n , a partir del conocimiento del valor del primer umbral $S1$ en el instante precedente t_{n-1} y principalmente a partir del conocimiento del valor del umbral de temperatura $S1(0)$ en el instante inicial de referencia t_0 .
- Más precisamente, el software 82 de comparación es adecuado para comparar el valor térmico calculado a partir de la primera temperatura medida en el instante dado t_n con el valor del umbral de temperatura $S1(n)$ en el instante dado t_n . En efecto, la comparación es eficaz si se compara el valor del umbral de temperatura $S1$ y el valor térmico en el mismo instante, es decir en el instante de la medida de la primera temperatura correspondiente al valor térmico calculado. De ese modo, el instante dado t_n corresponde al instante de medición de la primera temperatura.
- El software 83 de detección es adecuado, más precisamente, para detectar el aflojamiento de al menos un borne 38, 40 de conexión aguas abajo correspondiente, es decir el aflojamiento de al menos un conductor eléctrico 12', 14' de salida con relación al borne 38, 40 de conexión aguas abajo correspondiente, cuando el valor térmico de la zona 66 de conexión es superior al umbral de temperatura $S1$. El aflojamiento corresponde a un valor del par C de apriete inferior a un primer valor de referencia predeterminado, es decir a un valor de la fuerza F de apriete inferior a un segundo valor de referencia predeterminado y por tanto a un valor de la impedancia Z superior a un valor predeterminado, es decir, por ejemplo, superior a $0,004 \Omega$ preferentemente superior a $0,005 \Omega$.
- Se explicará de ahora en adelante el funcionamiento del sistema eléctrico 10 según la invención con la ayuda de la figura 5.
- El procedimiento se presenta en el presente documento a continuación para el caso de un único borne 38, 40 de conexión aguas abajo, es decir para la conexión de uno solo de los bornes 38, 40 de conexión aguas abajo y el aparato auxiliar 24. El procedimiento se aplica en general a cada borne 38, 40 de conexión aguas abajo.
- Durante una etapa inicial 100, el primer sensor 46 de temperatura mide, en el instante dado t_n , la primera temperatura. Además, durante la primera medición de la primera temperatura, es decir en el instante inicial de referencia t_0 , la primera temperatura medida se guarda y el umbral de temperatura $S1(0)$ en el instante inicial de referencia t_0 , es decir el valor de la muestra inicial del umbral de temperatura $S1$, se calcula, y posteriormente se guarda. Posteriormente, durante una siguiente 102, el segundo sensor 71 de temperatura mide la segunda temperatura.
- A continuación, durante una etapa 104, se calcula el valor térmico de la zona 66 de conexión correspondiente, por ejemplo con la diferencia entre la primera temperatura y la segunda temperatura, es decir que se resta el valor de la segunda temperatura de la primera temperatura.
- Como variante, durante la etapa 104, se fija el valor térmico igual a la primera temperatura y no se realiza la etapa 102.
- En el curso de una etapa 106, se mide la intensidad de la corriente que circula en el conductor eléctrico de salida 12', 14' correspondiente. Posteriormente, durante una etapa 108, se calcula el valor del umbral de temperatura $S1$ entre el instante dado t_n , en función del valor del umbral de temperatura $S1(n-1)$ en el instante precedente t_{n-1} y preferentemente igualmente en función de la intensidad de la corriente medida durante la etapa 106. Se calcula así el umbral de temperatura $S1$, por ejemplo, a partir de la ecuación (1) presentada anteriormente. Durante un primer cálculo del umbral de temperatura $S1$, después del instante inicial de referencia t_0 , se utiliza el valor del umbral de temperatura en el instante inicial de referencia t_0 . Además, durante el cálculo del umbral de temperatura $S1$, los valores elegidos para la resistencia térmica R , el condensador térmico C y la impedancia Z entre la zona 66 de conexión y el conductor eléctrico 12', 14' de salida correspondiente, son los valores que corresponden a un calentamiento máximo de la zona 66 de conexión correspondiente y por tanto a un umbral de temperatura máximo $S1$. De ese modo, el valor elegido para la impedancia Z corresponde a la impedancia mínima admisible para evitar un incendio.
- A continuación, durante una etapa 110, se compara el valor térmico de la zona 66 de conexión correspondiente con el valor del umbral de temperatura $S1$ calculado, en el instante dado t_n , durante la etapa 108.
- Si durante la etapa 110 de comparación, el valor térmico es inferior o igual al umbral de temperatura $S1$, entonces el procedimiento vuelve a la etapa 100 de medición de la primera temperatura al cabo de una duración predeterminada, correspondiente, por ejemplo, al período de muestreo dt .
- Si durante la etapa 110 de comparación, el valor térmico es estrictamente superior al umbral de temperatura $S1$, durante una etapa 112, se detecta un sobrecalentamiento de la zona 66 de conexión y del borne 38, 40 de conexión aguas abajo correspondiente. Durante la etapa 112, se detecta por ejemplo entonces el aflojamiento del conductor eléctrico 12', 14' de salida correspondiente, con relación al borne 38, 40 de conexión aguas abajo correspondiente.
- Durante una etapa 114 siguiente, se genera el primer mensaje $M1$ y comprende un dato que especifica la detección del aflojamiento o, más generalmente, del sobrecalentamiento del borne 38, 40 de conexión aguas abajo

correspondiente. Finalmente, en el transcurso de la etapa 116 siguiente, se transmite el primer mensaje M1 al concentrador 20. El concentrador 20 es apropiado entonces para indicar a un operador, a través del dispositivo de visualización 27, un sobrecalentamiento o un aflojamiento del borne 38, 40 de conexión aguas abajo correspondiente.

- 5 Ventajosamente, durante la generación del primer mensaje M1 se incluyen unos valores de potencia eléctrica y de energía eléctrica calculados por el tercer software 84 de cálculo en el primer mensaje M1.

En la figura 6, se observan una primera 200, segunda 202 y tercera 204 curvas que corresponden a los valores térmicos, y más precisamente a unos valores de calentamiento de una de las zonas 66 de conexión, calculados por el primer software 78 de cálculo. La primera 200, segunda 202 y tercera 204 curvas se trazan en función del tiempo T, y más precisamente en función de la duración transcurrida desde el instante inicial de referencia t_0 . El instante inicial de referencia corresponde a la abscisa 0 de la figura 6. La primera 200, segunda 202 y tercera 204 curvas corresponden cada una a un par de apriete C respectivo, aplicado al elemento de apriete 68 con el fin de mantener la conexión eléctrica entre el conductor eléctrico y la zona 66 de conexión, respectivamente igual a 2 Nm, 0,2 Nm y 0,1 Nm, para una corriente medida por el sensor 50, 51 de corriente correspondiente igual a 20 A. La figura 6 muestra igualmente una cuarta curva 206 que corresponde al valor del umbral de temperatura S1 calculado por el segundo software 80 de cálculo, en función del tiempo, y más precisamente en función de la duración transcurrida desde el instante inicial de referencia t_0 .

En la figura 6, se observa que el valor térmico calculado para la primera 200, segunda 202 y tercera 204 curvas es siempre inferior al valor del umbral de temperatura S1, presentado sobre la cuarta curva 206. En efecto, para la primera 200, segunda 202 y tercera 204 curvas, el valor del par C de apriete y por tanto de la fuerza F de apriete es tal que el borne 38, 40 de conexión aguas abajo correspondiente no se considera como aflojado, no se alcanza jamás por tanto el valor del umbral de temperatura. Se observa sin embargo que cuando el valor del par C de apriete, y por tanto la fuerza F de apriete, disminuye, el valor térmico correspondiente en este caso a un valor de calentamiento de la zona 66 de conexión, aumenta. Además, se observa claramente sobre la cuarta curva 206, que el valor del umbral de temperatura S1 varía en función de la duración transcurrida con relación al instante inicial de referencia t_0 , y más generalmente con relación al instante precedente. La forma de la cuarta curva 206 es globalmente similar a la de las otras tres curvas 200, 202, 204. La evolución del umbral de temperatura sigue por tanto la del valor térmico, lo que permite determinar el sobrecalentamiento del borne 38, 40 de conexión aguas abajo correspondiente de manera más precisa, sin riesgo de error.

En la figura 7, se observa una quinta curva 208 que corresponde al valor térmico de una de las zonas 66 de conexión, calculado por el primer software 78 de cálculo, en función del tiempo, y más precisamente en función de la duración transcurrida desde el instante inicial de referencia t_0 , y más generalmente desde instante precedente t_{n-1} , y una sexta curva 210 que corresponde al valor del umbral de temperatura S1 calculado por el segundo software 80 de cálculo, en función del tiempo. En la figura 7, el instante inicial de referencia corresponde a la abscisa 0. La quinta 208 y sexta 210 curvas se obtienen para un valor de la corriente que atraviesa la zona 66 de conexión y el conductor eléctrico 12', 14' de salida correspondiente, que varía en el transcurso del tiempo. La corriente que atraviesa la zona 66 de conexión correspondiente es igual a 10 A entre 0 segundos (s) y 600 s, posteriormente a 40 A entre 600 s y 1500 s y a 20 A entre 1500 s y 2800 s.

En referencia a la quinta curva 208, se ha efectuado un aflojamiento del elemento 68 de apriete, es decir del borne 38, 40 de conexión aguas abajo correspondiente, para un instante igual a 2400 s. De ese modo, entre 0 s y 2400 s el par de apriete es igual a 0,2 Nm y después de 2400 s el par de apriete es igual a 0 Nm lo que corresponde a un aflojamiento completo del elemento 68 de apriete.

Se observa entonces, que antes de un tiempo igual a 2400 s, el valor térmico es inferior al umbral de temperatura S1 y la evolución de la sexta curva 210 sigue la de la quinta curva 208. Posteriormente, después del aflojamiento del borne 38, 40 de conexión aguas abajo correspondiente, el valor térmico aumenta grandemente y se hace superior al valor de umbral de temperatura S1. Se detecta entonces el sobrecalentamiento del borne 38, 40 de conexión aguas abajo correspondiente.

El hecho de que el valor del umbral de temperatura S1 varíe en función del tiempo y más precisamente entre el instante dado t_n y el instante precedente t_{n-1} permite determinar de manera más precisa el sobrecalentamiento. En efecto, esto permite considerar, por ejemplo, diferentes fases de funcionamiento del disyuntor 22, y más precisamente de los bornes 38, 40 de conexión aguas abajo. El procedimiento de cálculo del umbral de temperatura S1 en función del tiempo permite por ejemplo tener en cuenta mejor el entorno en el que se encuentran el o los bornes 38, 40 de conexión aguas abajo.

Se observa sobre la quinta 208 y sexta 210 curvas, que cuando la corriente aumenta o disminuye, el valor térmico y el valor del umbral de temperatura S1 respectivamente aumentan o disminuyen. La evolución del umbral de temperatura S1 sigue la del valor térmico, lo que permite determinar de manera más precisa el sobrecalentamiento del borne 38, 40 de conexión aguas abajo correspondiente. En la figura 7, se observa que el sobrecalentamiento debido en este caso al aflojamiento, se detecta al cabo de 80 s, lo que permite detectar rápidamente una anomalía y, por ejemplo, ordenar rápidamente la desconexión de la tensión al disyuntor 22 o la intervención del operador. El

hecho de que el umbral de temperatura S1 se calcule en función de la intensidad de la corriente permite, además, mejorar la detección del sobrecalentamiento puesto que la evolución del umbral de temperatura S1 sigue la del valor térmico con precisión.

5 Además, el aparato auxiliar 24 permite detectar el sobrecalentamiento, es decir un aflojamiento del borne incluso para una intensidad de corriente que atravesase el conductor eléctrico 12', 14' de salida correspondiente inferior a 10 A e incluso cuando el valor del sobrecalentamiento es reducido, por ejemplo, del orden de 25 °C, puesto que el valor del umbral de temperatura evoluciona globalmente de manera análoga a la del valor térmico cuando se calcula preferentemente además en función de la corriente medida que atraviesa el conductor eléctrico 12', 14' de salida correspondiente.

10 Los órganos 42, 44 de enlace permiten una conducción del calor mejorada entre la zona 66 de conexión correspondiente y cada sensor 46 de temperatura.

15 Ventajosamente, el aparato auxiliar 24 comprende un medio de detección de una pérdida de tensión aguas abajo del disyuntor y es apropiado para determinar una causa de la pérdida de tensión aguas abajo del disyuntor 22, siendo dicha causa elegida preferentemente entre un grupo que consiste en: una sobrecarga eléctrica, un cortocircuito, y una caída de tensión. Más precisamente, el aparato auxiliar 24 está de acuerdo con el aparato auxiliar descrito en la solicitud de patente registrada bajo el número FR 13 58776, en las páginas 9 a 11.

La figura 8 ilustra un segundo modo de realización de la invención para el que los elementos análogos al primer modo de realización, descrito anteriormente, se referencian mediante unas referencias idénticas, y no se describen de nuevo.

20 Según el segundo modo de realización, la corriente que circula en los conductores eléctricos 12, 12', 14, 14' es una corriente trifásica, y el enlace eléctrico 26 incluye tres primeros conductores eléctricos 12' de salida y tres primeros conductores eléctricos 12 de entrada, que corresponden a unos conductores de fase y un segundo conductor eléctrico 14' de salida y un segundo conductor eléctrico 14 de entrada, que corresponden a unos conductores de neutro.

25 El sistema eléctrico 10 incluye por lo tanto cuatro disyuntores 22 provistos cada uno de un único borne 38, 40 de conexión aguas abajo y de un único borne 34, 36 de conexión aguas arriba y que forman un disyuntor tetrapolar, acoplado al aparato auxiliar 24.

El aparato auxiliar 24 incluye por tanto cuatro órganos de enlace y cuatro sensores de corriente.

30 El segundo software 80 de cálculo del umbral de temperatura S1 es por tanto apropiado para calcular el umbral de temperatura S1(n) en el instante dado t_n , para cada borne de conexión, en función del valor del umbral de temperatura S1(n-1) en el instante precedente t_{n-1} y de la corriente que atraviesa el borne 38, 40 de conexión aguas abajo correspondiente.

35 El funcionamiento de este segundo modo de realización para cada primer conductor eléctrico 12' de salida y el segundo conductor eléctrico 14' de salida es análogo al del primer modo de realización, descrito para un primer conductor 12' de salida y un segundo conductor 14' de salida, y no se describe de nuevo.

Las ventajas de este segundo modo de realización son idénticas a las del primer modo de realización.

40 Como variante, en este segundo modo de realización, el aparato auxiliar 24 comprende tres sensores de corriente asociado cada uno a un primer conductor eléctrico 12' de salida respectivo. La corriente que circula en el segundo conductor eléctrico 14' de salida se calcula por tanto a partir de las corrientes medidas en los primeros conductores eléctricos 12' de salida.

45 Más generalmente, la invención se aplica tanto a un disyuntor monofásico apropiado para conectarse a un conductor de fase y a un conductor de neutro, tal como se ha presentado en el primer modo de realización, como a un disyuntor trifásico apropiado para conectarse a tres conductores de fase, o también a un disyuntor tetrapolar conectado a tres conductores de fase y a un conductor de neutro, tal como se ha presentado en el segundo modo de realización. Para los disyuntores monofásicos y tetrapolares, durante la apertura del disyuntor, según la aplicación considerada, el conductor de neutro se corta y la corriente que lo atraviesa se interrumpe, o bien el conductor de neutro no se corta y no se interrumpe la corriente que lo atraviesa.

Más generalmente, el aparato auxiliar 24 es adecuado para asociarse a cualquier tipo de dispositivo eléctrico que comprenda un borne de conexión.

50 Según otra variante, los órganos 28, 60 de comunicación y las antenas 30, 62 están de acuerdo con cualquier tipo de protocolo de comunicación inalámbrico, tales como el protocolo WI-FI o el protocolo BLUETOOTH.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de determinación, con la ayuda de un aparato auxiliar (24), de un sobrecalentamiento de al menos un borne (38, 40) de conexión de un dispositivo eléctrico (22), comprendiendo el o los bornes (38, 40) de conexión cada uno al menos una zona (66) de conexión apropiada para conectarse a un conductor eléctrico (12', 14') correspondiente,

comprendiendo el procedimiento para cada borne (38, 40) de conexión las etapas siguientes:

- a) la medición (100), en un instante temporal dado (t_n), de una primera temperatura que corresponde a la temperatura de la zona (66) de conexión correspondiente, a través de un primer sensor (46) de temperatura,
- b) el cálculo (104) de un valor térmico de la zona (66) de conexión en función de la primera temperatura medida,
- c) la comparación (110) del valor térmico de la zona (66) de conexión con un umbral de temperatura ($S1$), y
- d) la detección (112) del sobrecalentamiento del borne (38, 40) de conexión correspondiente cuando el valor térmico de la zona (66) de conexión es superior al umbral de temperatura ($S1$),

estando el procedimiento **caracterizado porque** comprende anteriormente a la etapa de comparación c) y para cada borne (38, 40) de conexión, la etapa siguiente:

- b') el cálculo (108) del umbral de temperatura ($S1(n)$) en el instante dado (t_n) en función del valor del umbral de temperatura ($S1(n-1)$) en un instante precedente (t_{n-1} , t_0), siendo variable el valor del umbral de temperatura ($S1$) entre el instante precedente (t_{n-1} , t_0) y el instante dado (t_n), y

durante la etapa c) de comparación, se compara el valor térmico con el valor del umbral de temperatura ($S1(n)$) en el instante dado (t_n).

2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado porque** comprende anteriormente a la etapa b') de cálculo del umbral de temperatura ($S1$), la etapa siguiente:

- b'') la medición (106) de la intensidad de la corriente que circula en el conductor eléctrico (12', 14') correspondiente

y **porque** durante la etapa de cálculo b'), el umbral de temperatura ($S1$) se calcula además en función de la intensidad de la corriente que circula en el conductor eléctrico (12', 14') correspondiente.

3. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el o los bornes (38, 40) de conexión comprenden cada uno un elemento (68) de apriete apropiado para mantener la conexión entre el conductor eléctrico (12', 14') y la zona (38, 40) de conexión correspondiente, a través de la aplicación de una (C) fuerza de apriete sobre el conductor eléctrico (12', 14'), y **porque** durante la etapa de detección d), se detecta un aflojamiento de al menos un conductor (12', 14') eléctrico con relación al borne (38, 40) de conexión correspondiente, cuando el valor térmico de la zona de conexión es superior a un umbral de temperatura ($S1$), correspondiendo el aflojamiento a un valor de impedancia (Z) entre la zona de conexión (66) y el conductor eléctrico (12', 14') de salida correspondiente superior a un valor predeterminado.

4. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** durante la etapa b) de cálculo del valor térmico de la zona (66) de conexión, el valor térmico se fija igual a la primera temperatura.

5. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado porque** comprende anteriormente a la etapa b) de cálculo del valor térmico, la etapa siguiente:

- a') la medición (102) de una segunda temperatura ambiente en la vecindad del dispositivo eléctrico (22), a través de un segundo sensor (71) de temperatura dispuesto a una distancia inferior a 3 metros, preferentemente a 1 metro, del dispositivo eléctrico (22),

y **porque**, durante la etapa b) de cálculo del valor térmico, el valor térmico es igual a la diferencia entre la primera temperatura y la segunda temperatura.

6. Procedimiento según la reivindicación 5, **caracterizado porque** durante la etapa b') de cálculo del umbral de temperatura ($S1$), el umbral de temperatura ($S1$) se calcula con la fórmula siguiente:

$$S1(n) = dt * \frac{(R * Z * (I_{rms}(n))^2 - S1(n-1))}{RC} + S1(n-1)$$

correspondiendo $S1(0)$ al valor de umbral de temperatura en el instante inicial de referencia (t_0), dependiendo $S1(0)$ del valor de la primera temperatura medida en el instante inicial de referencia, correspondiendo $S1(n)$ y $S1(n-1)$ respectivamente al valor del umbral de temperatura en el instante dado (t_n) y en el instante precedente (t_{n-1}), siendo n superior o igual a 1, correspondiendo dt a un periodo de cálculo del umbral

de temperatura, según el cual se calcula el umbral de temperatura (S1), correspondiendo $I_{rms}(n)$ al valor eficaz de la corriente que atraviesa el conductor eléctrico (12', 14') de salida correspondiente al instante dado (t_n), correspondiendo Z a la impedancia entre la zona (66) de conexión y el conductor eléctrico (12', 14') correspondiente, correspondiendo R y C respectivamente a la resistencia térmica y a la capacidad térmica entre el primer (46) y segundo (71) sensores de temperatura.

7. Aparato auxiliar (24) para un dispositivo eléctrico (22), comprendiendo el dispositivo eléctrico (22) al menos un borne (38, 40) de conexión que incluye una zona (66) de conexión apropiada para conectarse a un conductor eléctrico (12', 14') correspondiente, comprendiendo el aparato auxiliar (24), para cada borne (38, 40) de conexión:

- un primer sensor (46) de temperatura apropiado para medir, en un instante temporal dado (t_n), una primera temperatura que corresponde a la temperatura de la zona (66) de conexión correspondiente,
- unos primeros medios (78) de cálculo de un valor térmico de la zona (66) de conexión en función de la primera temperatura medida,
- unos medios (82) de comparación apropiados para comparar el valor térmico de la zona (66) de conexión con un umbral de temperatura (S1), y
- unos medios (83) de detección de un sobrecalentamiento del borne (38, 40) de conexión correspondiente cuando el valor térmico de la zona (66) de conexión correspondiente es superior al umbral de temperatura (S1),

caracterizado porque el aparato auxiliar (24) comprende, para cada borne (38, 40) de conexión:

- unos segundos medios (80) de cálculo del umbral de temperatura (S1) en el instante dado (t_n) en función del valor del umbral de temperatura (S1($n-1$)) en un instante precedente (t_{n-1} , t_0), siendo variable el valor del umbral de temperatura (S1) entre el instante precedente (t_{n-1}) y el instante dado (t_n), y los medios (82) de comparación son apropiados para comparar el valor térmico con el valor del umbral de temperatura (S1(n)) en el instante dado (t_n).

8. Aparato según la reivindicación 7, **caracterizado porque** comprende, para cada borne (38, 40) de conexión, un sensor (50, 51) de corriente apropiado para medir la intensidad de la corriente que circula en el conductor eléctrico (12', 14') correspondiente, siendo apropiados los segundos medios (80) de cálculo, para cada borne (38, 40) de conexión, para calcular el umbral de temperatura (S1) en función además de la intensidad de la corriente que circula en el conductor eléctrico (12', 14') correspondiente.

9. Aparato según la reivindicación 7 u 8, **caracterizado porque** comprende para cada borne (38, 40) de conexión, un órgano (42, 44) de enlace eléctrico a la zona (66) de conexión correspondiente, comprendiendo el órgano (42, 44) de enlace un material térmicamente conductor, siendo preferentemente la diferencia de temperatura entre la zona (66) de conexión correspondiente y el órgano (42, 44) de enlace inferior a 10 °C, para unas temperaturas de la zona (66) de conexión comprendidas entre 100 °C y 400 °C, siendo apropiado el primer sensor (46) de temperatura para medir la temperatura del órgano (42, 44) de enlace.

10. Aparato según una de las reivindicaciones 7 a 9, **caracterizado porque** comprende un segundo sensor (71) de temperatura, dispuesto a una distancia inferior a 3 metros, preferentemente a 1 metro, del dispositivo eléctrico (22) y apropiado para medir una segunda temperatura ambiente en la vecindad del dispositivo eléctrico (22), y **porque** los primeros medios (78) de cálculo son apropiados para fijar el valor térmico a un valor igual a la diferencia entre la primera temperatura y la segunda temperatura.

11. Sistema eléctrico (10) que comprende un dispositivo eléctrico (22) y un aparato auxiliar (24) asociado al dispositivo eléctrico, comprendiendo el dispositivo eléctrico (22) al menos un borne (38, 40) de conexión que incluye una zona (66) de conexión apropiada para conectarse a un conductor eléctrico (12', 14'), **caracterizado porque** el aparato auxiliar (24) está de acuerdo con una de las reivindicaciones 7 a 10.

12. Sistema según la reivindicación 11, **caracterizado porque** el dispositivo eléctrico (22) es un dispositivo de conmutación que comprende para cada conductor eléctrico (12, 12', 14, 14') un borne (34, 36) de entrada de la corriente y un borne (38, 40) de salida de la corriente, y apropiado, en una posición abierta, para dejar circular la corriente a través del o de los conductores eléctricos (12', 14') correspondientes, y en una posición cerrada para interrumpir la circulación de la corriente a través del o de los conductores eléctricos (12', 14') correspondientes, estando conectado el aparato auxiliar a través del o de los órganos (42, 44) de enlace eléctrico al o a cada borne (38, 40) de salida de la corriente.

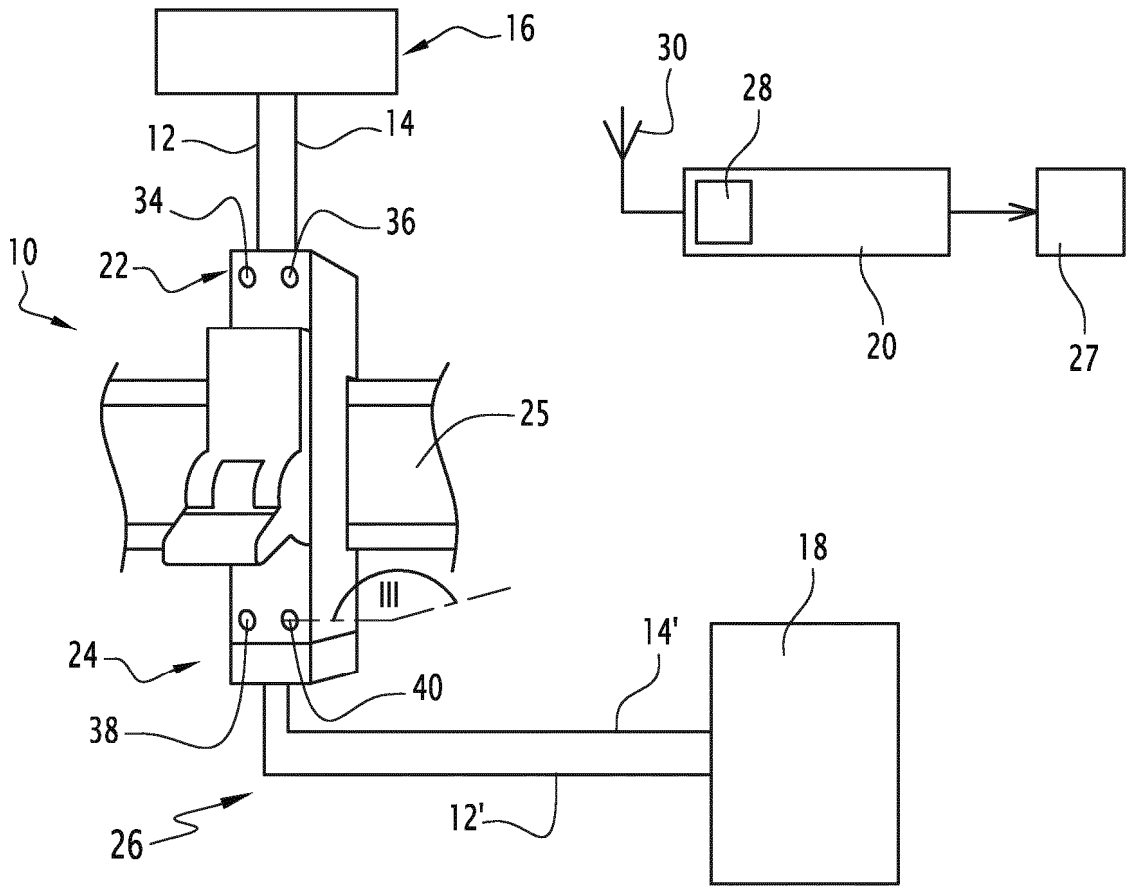


FIG. 1

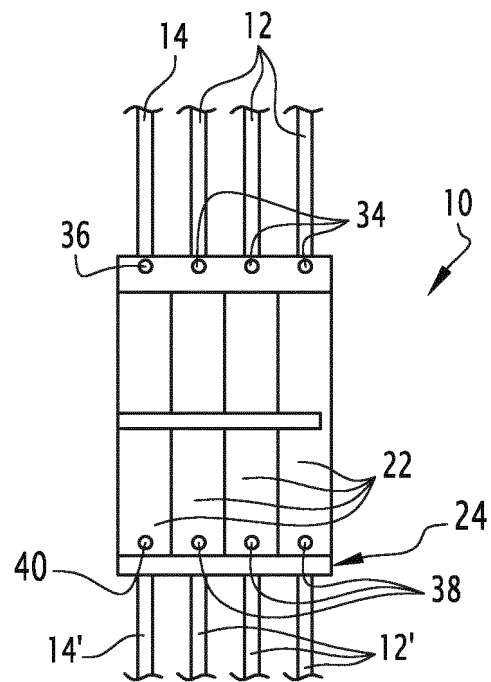


FIG. 8

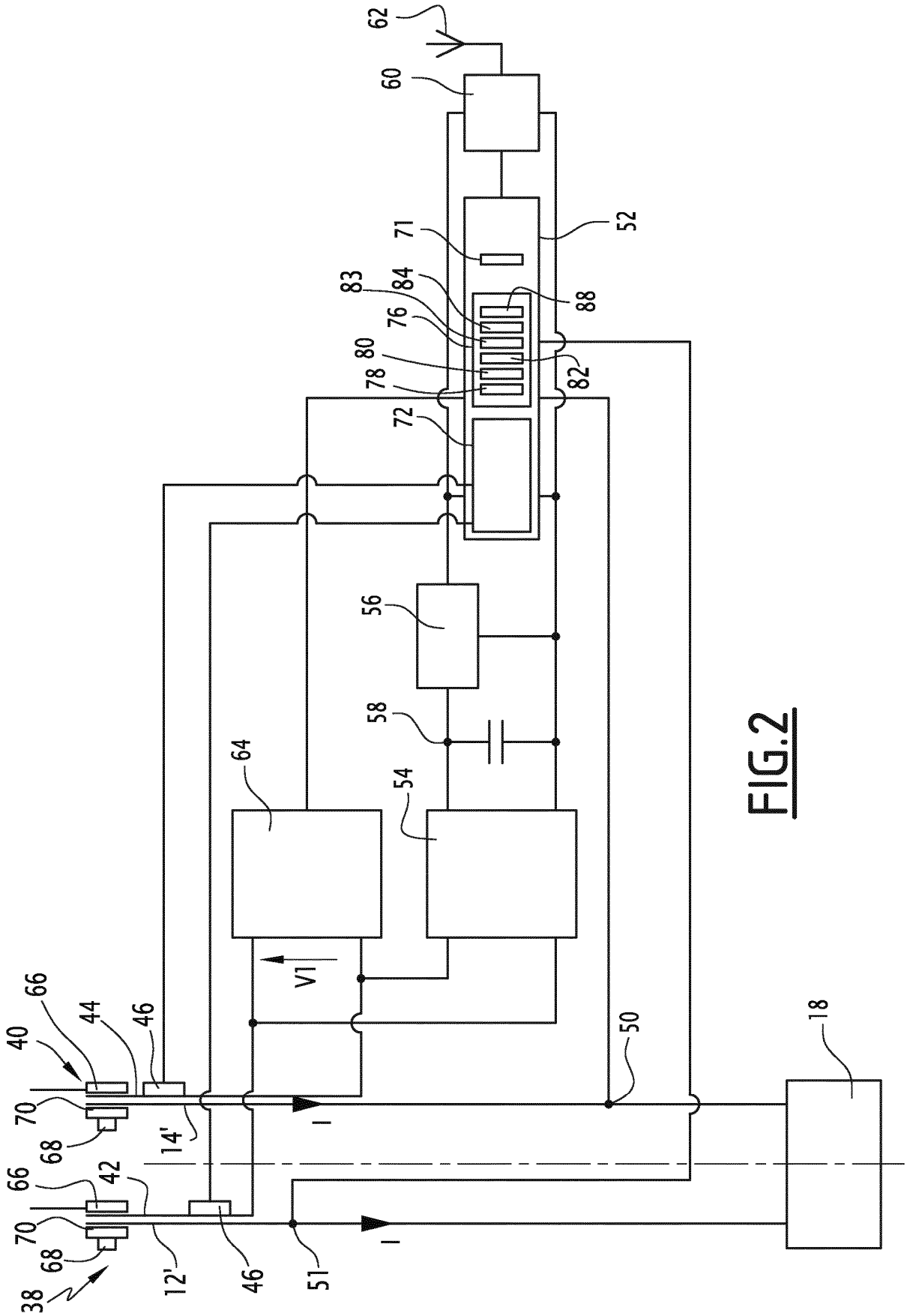


FIG. 2

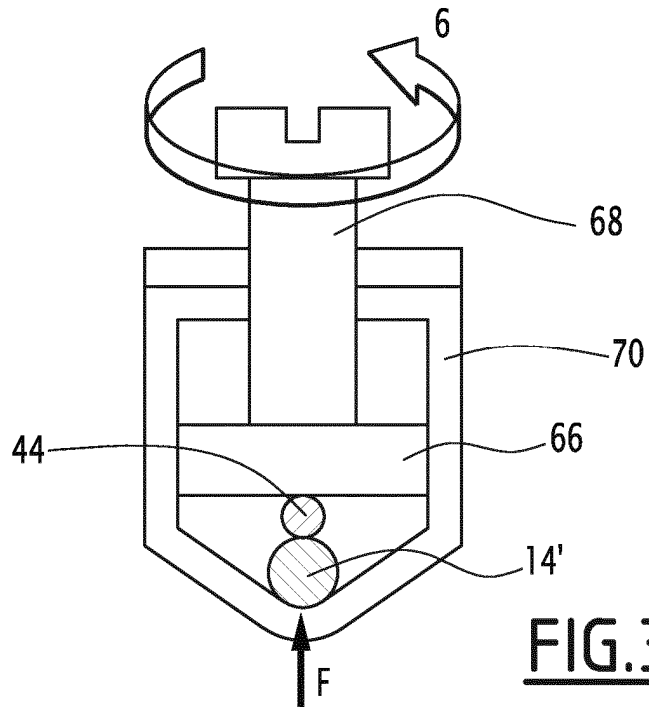


FIG.3

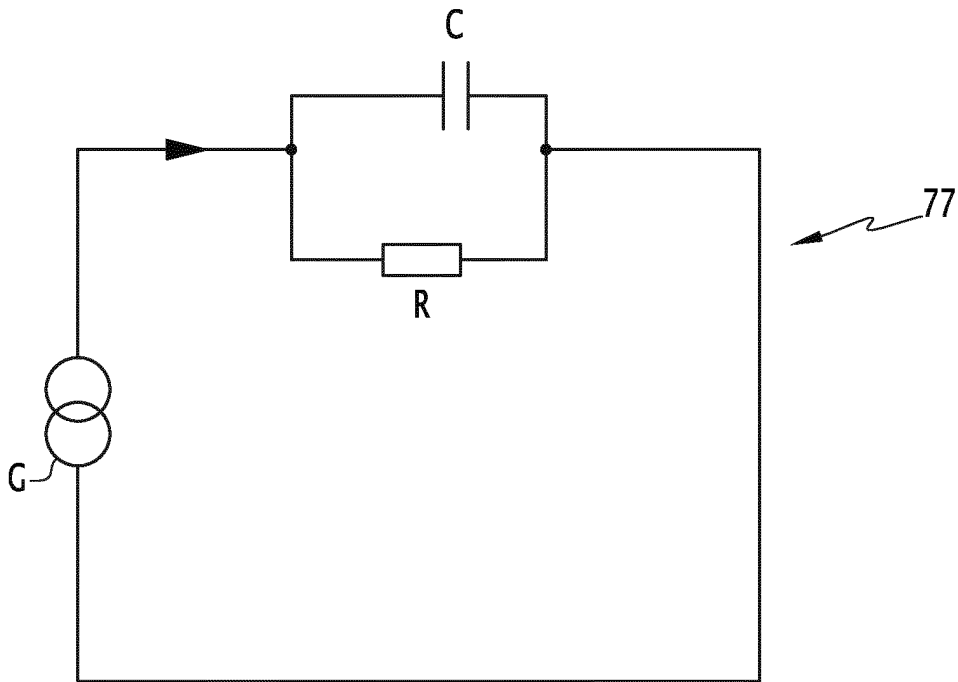


FIG.4

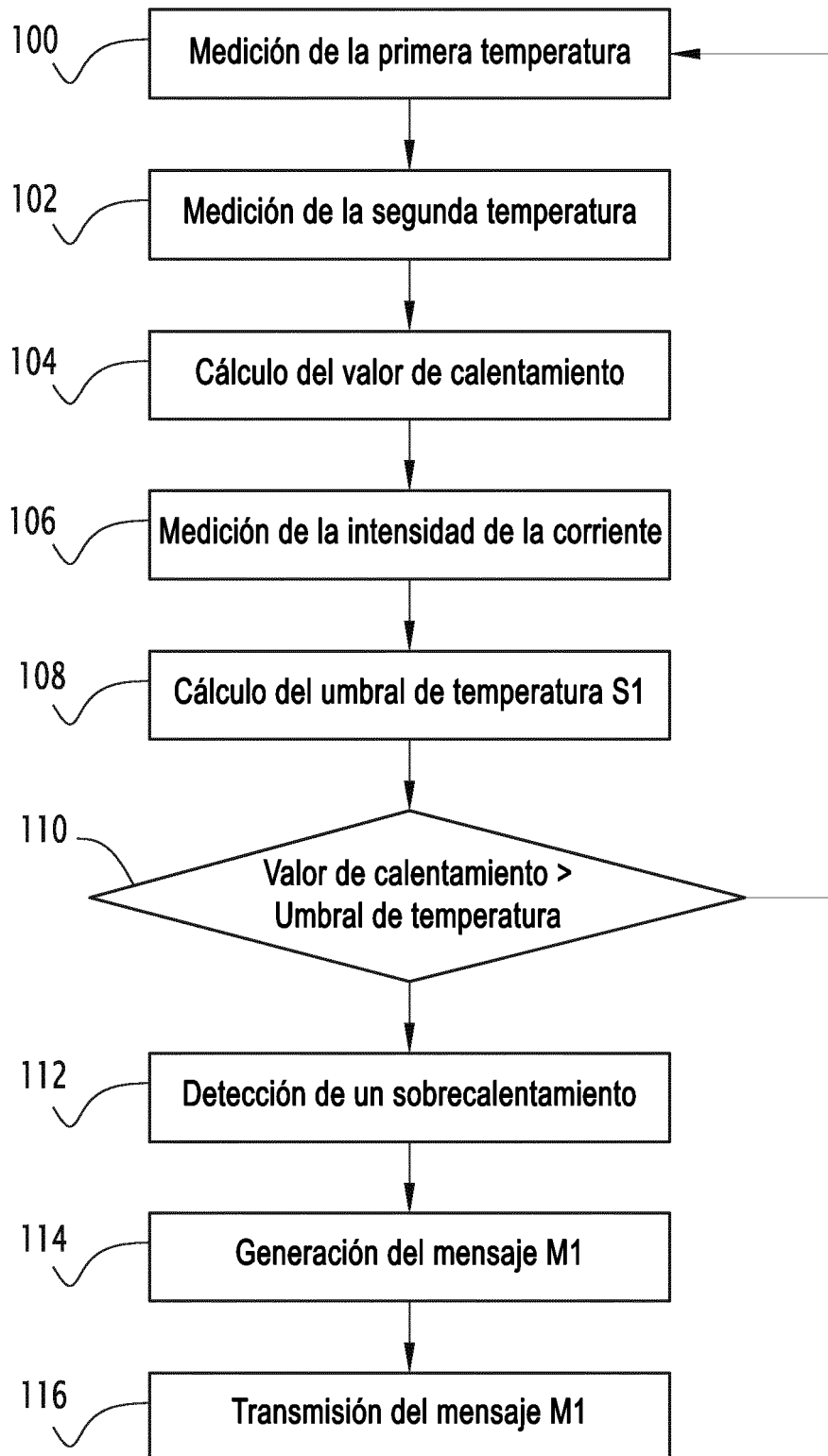


FIG.5

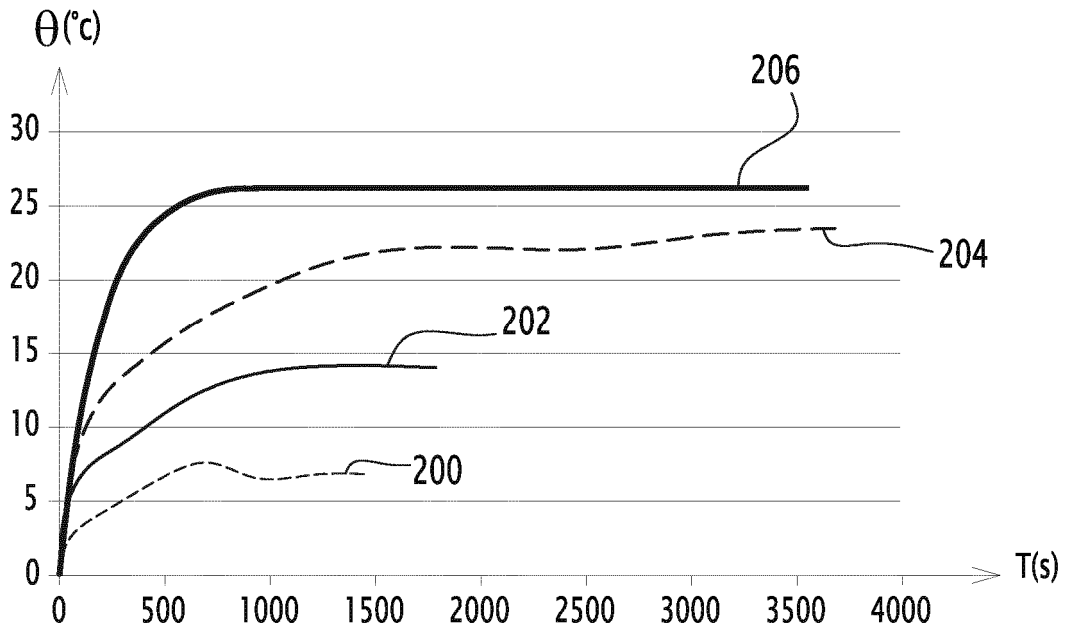


FIG.6

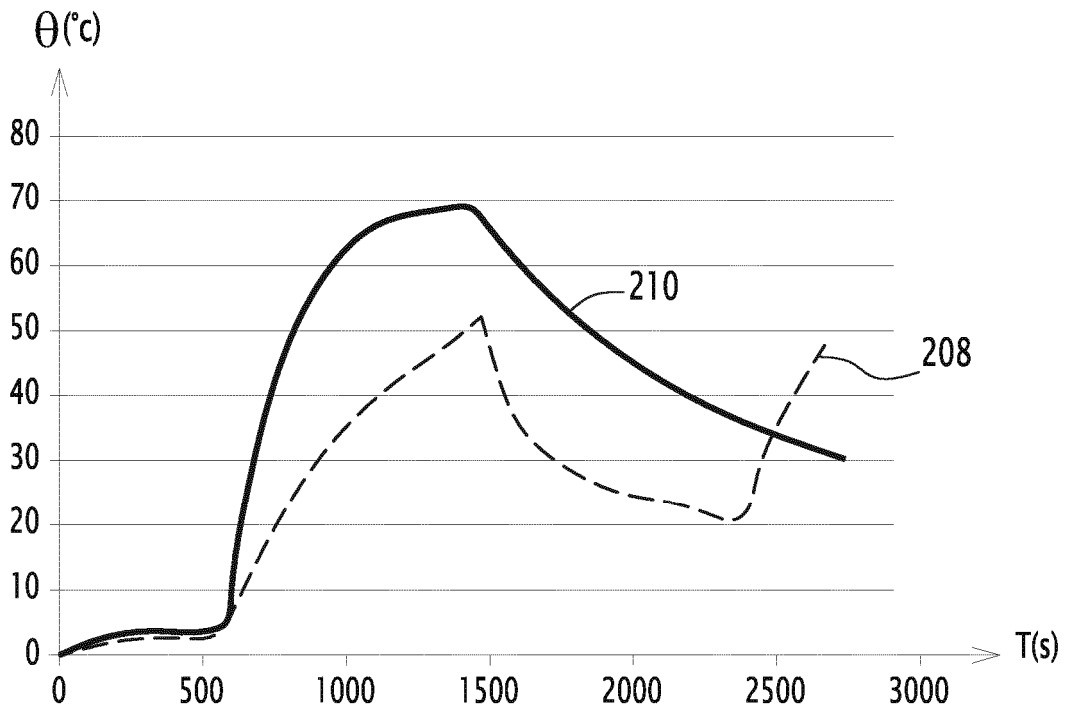


FIG.7