

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 806 679**

51 Int. Cl.:

H02J 13/00 (2006.01)

G01R 31/04 (2006.01)

H02B 1/36 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **06.04.2017 PCT/GB2017/050969**

87 Fecha y número de publicación internacional: **12.10.2017 WO17174994**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.04.2017 E 17717837 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.06.2020 EP 3440760**

54 Título: **Sistemas de monitorización de fallos y métodos para detectar fallos de conectividad**

30 Prioridad:

06.04.2016 GB 201605864

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

18.02.2021

73 Titular/es:

**QHI GROUP LIMITED (100.0%)
Talisman House 9 Allied Business Centre
Coldharbour Lane
Harpenden AL5 4UT, GB**

72 Inventor/es:

**THOMAS, DANIEL;
KENNEDY, ROSS y
HOPE, JOHN**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 806 679 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

Sistemas de monitorización de fallos y métodos para detectar fallos de conectividad

5 La presente invención se refiere a sistemas de fallos y a métodos de monitorización para la detección de fallos de conectividad en centros de control de dispositivos tales como centros de control de motores (MCC), unidades de distribución de energía (PDU), disyuntores de circuito, tableros de interruptores, tableros de fusibles y similares. También se proporciona un centro de control de dispositivos que tiene dicho sistema de monitorización de fallos.

10 Los circuitos eléctricos son propensos a fallos que, si no se controlan, pueden degenerar en errores de conexión. Cuando el circuito está sujeto a una alta carga eléctrica, como suele ser el caso en aplicaciones comerciales como sitios de fabricación, instalaciones de procesamiento de petróleo y gas y centros de datos, un fallo en la conexión puede dar lugar a un arco eléctrico, resultando en una explosión significativa e incendio, arriesgando tanto al personal como a la infraestructura circundante, así como un tiempo de inactividad considerable.

15 De hecho, una de las causas más comunes de las paradas de producción en los aparatos eléctricos a nivel mundial se reconoce como fallos en la conexión que se producen en los centros de control de dispositivos. El término "centro de control de dispositivos" se refiere al equipo eléctrico ubicado entre una fuente de energía y uno o más dispositivos que están configurados para controlar el suministro de energía al dispositivo o dispositivos. Por lo tanto, ejemplos de centros de control de dispositivos incluyen centros de control de motores (MCC), unidades de distribución de energía (PDU), disyuntores, tableros de interruptores, tableros de fusibles y similares. El(los) dispositivo(s) bajo control podría(n) incluir, por ejemplo, motores, circuitos de iluminación, bombas, unidades de refrigeración, unidades de calefacción, compresores o cualquier otro dispositivo que esté alimentado eléctricamente (o cualquier combinación de los mismos). El término "control" abarca el encendido y el apagado de la fuente de alimentación del dispositivo, así como procesos más complejos, tal como el ajuste del nivel de energía suministrada.

25 Por ejemplo, los centros de control de motores (que se denominan comúnmente utilizados para controlar una pluralidad de dispositivos que incluyen motores, pero aquí el término no debe interpretarse como limitado a este uso) típicamente comprenden una serie de compartimentos separados, por ejemplo, en forma de cubículos encerrados en metal, cada uno con una o más secciones de control que están configuradas para controlar el suministro de energía a un dispositivo respectivo (por ejemplo, motor). Cada sección de control comprende un aparellaje apropiada para controlar la potencia del dispositivo respectivo, por ejemplo, para encenderlos y apagarlos, arrancar y parar motores, o para variar los parámetros operativos del dispositivo, tal como la velocidad de un motor, etc. Ejemplos de componentes de aparellaje que pueden proporcionarse en las secciones de control incluyen interruptores, disyuntores, seccionadores, interruptores aisladores, fusibles, arrancadores inteligentes y similares. Las secciones de control son típicamente unidades de baja o media tensión. Cada sección de control individual normalmente está alojada en una carcasa dentro del compartimento, que puede ser extraíble para permitir un mantenimiento fácil. Si la carcasa es extraíble, se lo conoce comúnmente como un "cajón", mientras que si no es extraíble (al menos en el uso diario), generalmente se lo conoce como un "cubeta". Cada compartimento normalmente contiene varios cajones o cubetas, generalmente en una configuración de columna vertical, y se pueden disponer múltiples compartimentos horizontalmente uno al lado del otro. De manera equivalente, cada compartimento puede alojar una fila horizontal de cajones o cubetas y se pueden apilar múltiples compartimentos verticalmente. El número de casos "promedio" de la industria (y, por lo tanto, secciones de control) es de 8 por compartimento, aunque pueden variar entre 3 y 15 por compartimento.

40 La energía se suministra a través de uno o más conductores (por ejemplo, uno para cada una de las múltiples líneas de alimentación de fase diferente) para cada compartimento, que típicamente se extienden a lo largo de cada compartimento, por ejemplo, verticalmente donde las cajas están dispuestas en columnas. La sección de control dentro de cada carcasa se conecta al o a cada conductor en un terminal del lado de la fuente de energía respectiva y dirige la energía de cada conductor al terminal del lado del dispositivo respectivo, al cual está conectado el dispositivo, a través del aparellaje. En particular, cuando las carcasas son extraíbles (por ejemplo, cajones), las conexiones en la parte posterior del cajón al conductor vertical (los terminales laterales de la fuente de alimentación) son a menudo una conexión de tipo "enchufe", lograda mediante un conjunto de "mordazas" cargadas por resorte que se sujetan al conductor vertical. Alternativamente, las conexiones pueden ser de tipo "fijo" utilizando pernos.

50 Con el tiempo, el punto de conexión entre las "mordazas" en la parte posterior de la carcasa y el conector vertical puede aflojarse, a menudo debido al desgaste de la tensión de los resortes. Problemas similares ocurren incluso en las llamadas juntas "fijas" donde los pernos u otros conectores pueden verse comprometidos (por ejemplo, aflojarse) por una serie de razones, incluyendo la dinámica térmica causada por las cargas variables que se aplican al circuito en el que reside la unión. El resultado es una conexión deficiente que continuará deteriorándose hasta el fallo. Este terminal de entrada entre el conector vertical y la sección de control se reconoce como un punto común de fallo. Los productos de MCC modernos a menudo incorporan características de diseño que inhiben la posibilidad de un arco eléctrico de fase a fase, tal como barreras físicas entre los conductores. Sin embargo, tales características no pueden detener el fallo de una conexión individual y el daño resultante a los componentes en la sección de control, y más seriamente el consiguiente tiempo de inactividad. Además, existe una base existente de varios millones de MCC que están operativos y datan de un período anterior a la implementación de la protección de arco de fase a fase. Estas unidades son más propensas a incidentes de fallo, debido a la edad y, por lo tanto, al debilitamiento de la

tensión del resorte en los conectores de "mordaza" en la parte posterior del cajón. El fallo de estos productos existentes tendrá, por lo tanto, la consecuencia más grave de un destello de arco de fase a fase que provocaría una explosión y un incendio significativos, con el consiguiente aumento del riesgo de lesiones para el personal y daños a la infraestructura circundante, así como un tiempo de inactividad más prolongado.

5 Por tanto, es vital monitorizar la condición de tales conexiones eléctricas para que las uniones que están comprometidas pueden ser identificadas antes de que se produzca un fallo, y las medidas correctivas adoptadas. Un enfoque es medir la temperatura de cada conductor (por ejemplo, vertical) que suministra energía a las secciones de control, ya que, si la conexión en uno de los terminales es defectuosa, esto generará calor debido a la mayor resistencia de la conexión. Sin embargo, la única solución actualmente disponible es monitorizar el conductor en
10 varios puntos discretos (normalmente dos o tres puntos, por ejemplo, superior, medio, inferior), generalmente utilizando sensores sin contacto (por ejemplo, infrarrojos). Esto se basa en el exceso de calor generado por la mala conexión entre las "mordazas" en la parte posterior del cajón y el conductor vertical que se conduce a lo largo del conductor vertical, de modo que el sensor de temperatura que lo controla detectará el exceso de calor e iniciará una alarma cuando ese calor alcanza un umbral de alarma térmica. Si bien esto puede ser efectivo, es cada vez más difícil, y en muchos casos imposible, en los productos MCC modernos porque los conductores verticales estén completamente cerrados para evitar el arco eléctrico de fase a fase. Incluso en productos MCC donde el acceso a los conductores verticales permanece abierto, la dependencia del exceso de calor que se conduce no es ideal, ya que existen variables que pueden inhibir la conducción del calor, por ejemplo, compartimentos MCC refrigerados por aire, tamaño del conductor, etc. Además, por su naturaleza, el conductor vertical (típicamente cobre) disipará el calor a lo largo de su longitud, introduciendo un retraso térmico entre la temperatura en la conexión defectuosa y la
15 ubicación del sensor de temperatura, lo que dificulta la detección precisa de fallos.

Otro método es tratar de identificar cualquier mala conexión en la parte trasera de las carcasas (por ejemplo, cajones) a través de inspecciones periódicas usando una cámara de imagen térmica para tomar una imagen de los puntos de conexión. Sin embargo, esto normalmente solo se llevaría a cabo como parte de un programa de
25 mantenimiento anual, por ejemplo, un día por año. Esto representa menos del 1 % del tiempo de actividad operativa de una instalación de producción que opera las 24 horas. Además, requiere que se retire el cajón, lo que en sí mismo inicia el tiempo de inactividad del dispositivo conectado al cajón y, por lo tanto, la interrupción del proceso de producción. Además, debido a que los puntos de conexión están en la parte posterior del cajón, el espacio de aire que existe dentro del cajón hará que sea prácticamente imposible detectar una mala conexión.

30 Otra alternativa es medir el aire ambiente dentro de la carcasa, mediante la colocación de un sensor de temperatura del aire dentro de la carcasa para detectar un aumento en el microentorno dentro de la carcasa, y compararlo con un umbral preestablecido. Sin embargo, como resultado de la función de la sección de control (por ejemplo, inicio/parada, velocidad variable, etc.), la carga eléctrica extraída a través de la sección de control fluctuará y, por lo tanto, la temperatura ambiente también lo hará, con el peligro de falsa alarma, o sin alarma cuando existe un fallo. El sistema también será susceptible a cambios en la temperatura ambiente. En última instancia, las temperaturas detectadas aumentan debido a la alta carga prolongada o las altas temperaturas ambientales (que pueden no ser causa de alarma) no se pueden distinguir de las situaciones de alarma reales, es decir, aquellas en las que hay una carga eléctrica baja/media, pero existe un fallo significativo. Un ejemplo de dicho sistema en el contexto de un disyuntor se describe en el documento US-B-7495876.

40 Una variante de este enfoque es el despliegue de múltiples sensores de temperatura para detectar las temperaturas de los componentes o conexiones particulares dentro de la carcasa, en lugar de simplemente la temperatura del aire, y ejemplos de tales sistemas se describen en los documentos US-B-7528612 y WO- A-01/48498. Sin embargo, este enfoque todavía sufre de falsas alarmas debido a los cambios inevitables en la carga y, por lo tanto, en la temperatura, que los componentes o las conexiones experimentarán durante el funcionamiento normal.

45 El documento WO-A-2010/070338 divulga aparatos y sistemas para medir la temperatura de cables eléctricos y el documento EP-A-2600162 divulga un método para predecir cuándo una unión eléctrica se ve comprometida en dependencia de su carga eléctrica.

El documento US-A-2004/0008460 divulga un dispositivo de conmutación eléctrica que incluye un circuito de línea que tiene una primera temperatura, un circuito neutro que tiene una segunda temperatura y un terminal de carga.
50 Los contactos separables están adaptados para conectar eléctricamente el circuito de línea y el terminal de carga. Un mecanismo operativo abre el contacto separable en respuesta a una señal de activación. Un primer sensor de temperatura de diodo emite una primera señal representativa de la primera temperatura del circuito de línea. Un segundo sensor de temperatura de diodo emite una segunda señal representativa de la segunda temperatura del circuito neutro. Un circuito de diferencia determina una diferencia entre la primera y la segunda señal. Un circuito de activación proporciona la señal de activación en función de la diferencia.

El documento US-A-2008/0013596 divulga un disyuntor de circuito que incluye una carcasa del disyuntor, una pluralidad de conexiones de conductores y un sensor de temperatura. La carcasa del disyuntor contiene componentes internos que incluyen una unidad de activación. La pluralidad de conexiones de conductores acopla eléctricamente la unidad de activación a una pluralidad de conductores de potencia. El sensor de temperatura está
60 ubicado para detectar el calor irradiado por las conexiones del conductor y está ubicado dentro de la carcasa.

Aunque los problemas identificados anteriormente se han discutido en el contexto de centros de control de motores, de hecho, muchos de los mismos desafíos técnicos existen en todos los tipos de centro de control de dispositivos. Por lo tanto, en general, sería deseable proporcionar un nuevo sistema y método para monitorizar y detectar fallos de conectividad eléctrica en dicho aparato.

5 La presente invención proporciona un sistema de monitorización de fallos de acuerdo con la reivindicación 1 del presente documento.

También se proporciona un método para detectar fallos de conectividad en un centro de control de dispositivos, de acuerdo con la reivindicación 8 del presente documento.

La reivindicación independiente 13 apunta a un producto de programa informático correspondiente.

10 Como ya se ha mencionado, el al menos un dispositivo podría ser de varios tipos diferentes, incluyendo motores, circuitos de iluminación, bombas, unidades de refrigeración, unidades de calentamiento, compresores y similares. Algunos de los dispositivos podrían funcionar con alimentación monofásica, en cuyo caso la primera línea de alimentación puede ser la única línea de alimentación. Sin embargo, muchos dispositivos requieren una fuente de alimentación trifásica, tal como ciertos tipos de motores, tal como los motores trifásicos. Por lo tanto, en realizaciones preferidas, el sistema y el método de monitorización de fallos se adapta en consecuencia para múltiples líneas de alimentación.

15 Por lo tanto, el cálculo ENTRADA-SALIDA se realiza para cada una de la pluralidad de líneas de alimentación, comparándose la temperatura del terminal ENTRADA en cada línea de alimentación con la del terminal SALIDA de la misma línea de alimentación. Como se discutió anteriormente, estos deberían ser aproximadamente iguales entre sí a menos que haya un fallo.

20 Se podría proporcionar cualquier número de tales líneas eléctricas, dependiendo de los requisitos del dispositivo. Preferiblemente, por lo tanto, el sistema de detección de fallos incluirá un par respectivo de sensores de temperatura para cada línea de alimentación. En implementaciones particularmente preferidas, se proporcionará energía trifásica a través de las líneas de alimentación primera, segunda y tercera, según sea adecuado para dispositivos operativos tales como motores trifásicos. Por lo tanto, la o cada sección de control está preferiblemente conectada eléctricamente entre la fuente de alimentación y el dispositivo respectivo en cada uno de los tres pares de terminales, conectando cada uno de los tres pares de terminales la sección de control al lado de la fuente y al lado del dispositivo de cada primera, segunda y tercera línea(s) de alimentación, transportando la primera, segunda y tercera líneas de alimentación energía con diferentes fases respectivas L_1 , L_2 , L_3 , y el sistema de monitorización de fallos comprende:

25 para la o cada sección de control, tres pares de sensores de temperatura, uno de cada par de sensores de temperatura está adaptado para detectar la temperatura de uno de cada par respectivo de terminales ($T_{Lm-ENTRADA}$), y el otro del par de temperatura posterior sensores que se adaptan para detectar la temperatura del otro par de terminales posteriores respectivos ($T_{Lm-SALIDA}$);

30 en el que el procesador está configurado para calcular una diferencia de terminal, siendo la diferencia de terminal una diferencia entre las temperaturas de los terminales en cada uno de los tres pares de terminales (ΔT_{L1} , ΔT_{L2} , ΔT_{L3}), compare la diferencia de terminal calculada con cada valor umbral respectivo predeterminado (ΔT^*_{L1} , ΔT^*_{L2} , ΔT^*_{L3}), por lo que una diferencia de terminal calculada mayor que el valor umbral predeterminado correspondiente es indicativo de un fallo de conectividad en uno de los respectivos pares de terminales, y generar al menos una señal de salida basada en los resultados de la comparación.

35 Dependiendo de los requisitos del dispositivo, la fuente de alimentación puede o no requerir la inclusión de una línea neutra (de retorno). Por lo general, si el dispositivo funciona con alimentación monofásica, se proporcionará una línea neutra. Si el dispositivo funciona con alimentación multifásica (es decir, se proporcionan dos o más líneas de alimentación), la provisión de una línea neutra es opcional. En todos los casos, la línea neutra podría pasar a través de la sección de control de la misma manera que las líneas eléctricas mencionadas anteriormente, pero alternativamente, la línea neutra podría pasar por alto la sección de control. Si se proporciona una línea neutra y se conecta a través de la sección de control, preferiblemente el sistema de monitorización de fallos se expande aún más para monitorizar las conexiones adicionales.

40 El procesador está configurado además para comparar la temperatura detectada de cada terminal ($T_{L1-ENTRADA}$, $T_{L1-SALIDA}$, ...) en contra de un respectivo valor umbral predeterminado ($T^*_{L1-ENTRADA}$, $T^*_{L1-SALIDA}$, ...), por el cual una temperatura detectada mayor que el valor umbral predeterminado correspondiente es indicativo de un fallo de conectividad en el terminal respectivo, y para generar al menos una señal de salida en función de los resultados de la comparación. Esto se conoce por conveniencia como la técnica de detección de fallos "ALTA", ya que indicará un fallo de conectividad siempre que la temperatura medida de un terminal sea mayor que el valor umbral almacenado.

55 Como se discutió en relación con los sistemas convencionales, el enfoque "ALTA" tiene la desventaja de que su resultado será susceptible a las fluctuaciones de la carga en la fuente de alimentación y a los cambios en la temperatura ambiente. Sin embargo, en combinación con el enfoque "ENTRADA-SALIDA" ya discutido, proporciona

información adicional útil sobre el estado de los terminales y, en particular, proporciona un mecanismo útil a prueba de fallos si los umbrales predeterminados se establecen adecuadamente altos (por ejemplo, 70 grados C) de modo que los cambios relativamente pequeños en la temperatura medida no activan una indicación de fallo. En este caso, la salida ENTRADA-SALIDA seguirá siendo el indicador principal de un fallo de conectividad, pero si por alguna razón la función ENTRADA-SALIDA no detecta un fallo, la función ALTA se activará e indicará una falla tan pronto como la temperatura de cualquier terminal alcanza el umbral preestablecido. Esto podría ocurrir, por ejemplo, en el raro escenario en el que los terminales ENTRADA y SALIDA en una línea de alimentación desarrollan un fallo simultáneamente, de modo que ambas temperaturas aumentan en la misma cantidad. Esto no sería detectado por la función ENTRADA-SALIDA, pero sería identificado por la función ALTA adicional preferida, pero opcional.

5
10
15

La sensibilidad de la función ALTA a los cambios en la temperatura ambiente se reduce o elimina haciendo referencia a la temperatura medida de cada terminal contra una medición de la temperatura ambiente. Por lo tanto, el sistema de monitorización de fallos comprende además un sensor de temperatura ambiente, adaptado para detectar la temperatura ambiente (T_{AMB}), y el procesador está configurado además para comparar la temperatura detectada de cada terminal ($T_{L1-ENTRADA}$, $T_{L1-SALIDA}$, ...) relativo a la temperatura ambiente detectada T_{AMB} contra un valor umbral predeterminado respectivo ($T^*_{L1-ENTRADA/AMB}$, $T^*_{L1-SALIDA/AMB}$, ...), por lo que una temperatura relativa detectada es mayor que el valor umbral predeterminado correspondiente indicativo de un fallo de conectividad en el terminal respectivo y generar al menos una señal de salida en función de los resultados de la comparación.

20

Las técnicas de detección de fallos llamadas "ENTRADA-SALIDA" y "ALTA" descritas hasta ahora pueden ser complementadas en realizaciones preferidas, proporcionando el sistema de detección de fallos y método con funcionalidad adicional. Dichas funciones adicionales opcionales podrían proporcionar, por ejemplo, información adicional sobre el estado de los terminales y/o actuar como modos de alarma a prueba de fallos.

25
30

Ventajosamente, el sistema y método de monitorización de fallos puede estar adaptado adicionalmente para proporcionar información adicional sobre el estado de la fuente de alimentación que no es indicativo de defectos de conectividad en las secciones de control. Por ejemplo, cuando la fuente de alimentación es una fuente de alimentación multifásica, el sistema de monitorización de fallas se puede configurar para detectar el desequilibrio de fase, es decir, una diferencia entre el nivel de alimentación suministrado en cada una de las líneas de alimentación. El desequilibrio de fase suele ser el resultado de un fallo en la fuente de alimentación, por ejemplo, como puede ser causado por un error del operador en la fuente de alimentación. El desequilibrio entre fases puede causar daños sustanciales a los dispositivos con alimentación multifásica, como los motores, y reduce significativamente su vida útil.

35
40

Por lo tanto, en realizaciones particularmente preferidas, donde se proporcionan una primera y segunda líneas de alimentación, el procesador está configurado además para calcular una diferencia de desequilibrio, la diferencia desequilibrio siendo una diferencia ($\Delta T_{L1/L2-ENTRADA}$) entre las temperaturas de la potencia terminal del lado de la fuente de la primera línea de alimentación ($T_{L1-ENTRADA}$) y el terminal del lado de la fuente de alimentación de la segunda línea de alimentación ($T_{L2-ENTRADA}$), y/o una diferencia ($\Delta T_{L1/L2-SALIDA}$) entre las temperaturas de terminal del lado del dispositivo de la primera línea de alimentación ($T_{L1-SALIDA}$) y el terminal del lado del dispositivo de la segunda línea de alimentación ($T_{L2-SALIDA}$), y para comparar la diferencia de desequilibrio calculada con un valor umbral respectivo predeterminado ($\Delta T^*_{L1/L2-ENTRADA}$ y/o $\Delta T^*_{L1/L2-SALIDA}$), por lo que una diferencia de desequilibrio calculada mayor que el valor umbral predeterminado correspondiente es indicativo de un desequilibrio entre la alimentación suministrada en la primera línea de alimentación y la alimentación suministrada en la segunda línea de alimentación, y para generar al menos una señal de salida basada en los resultados de la comparación.

45
50

Más generalmente, donde se proporcionan cualquier número plural de las líneas de alimentación, el procesador está preferiblemente configurado, además, para calcular las diferencias de desequilibrio ($\Delta T_{Lx/Ly-ENTRADA}$) entre las temperaturas de los terminales del lado de la fuente de energía de cada línea de alimentación ($T_{Lx-ENTRADA}$) y los terminales del lado de la fuente de alimentación de cualquier otra línea de alimentación ($T_{Ly-ENTRADA}$), y/o las diferencias de desequilibrio ($\Delta T_{Lx/Ly-SALIDA}$) entre las temperaturas de los terminales del lado del dispositivo de cada línea de alimentación ($T_{Lx-SALIDA}$) y los terminales laterales del dispositivo de cualquier otra línea de alimentación ($T_{Ly-SALIDA}$), y para comparar cada diferencia de desequilibrio calculada con un valor umbral respectivo predeterminado ($\Delta T^*_{Lx/Ly-ENTRADA}$ y/o $\Delta T^*_{Lx/Ly-SALIDA}$), mediante el cual una diferencia calculada de desequilibrio mayor que el valor umbral predeterminado correspondiente es indicativo de un desequilibrio entre la potencia suministrada en dos de las líneas de alimentación y para generar al menos una señal de salida en función de los resultados de la comparación.

55

La rutina de desequilibrio de fase anterior podría estar disponible como estándar en todos los procesadores de aplicación del sistema descrito y del método, pero para ahorrar en la capacidad de procesamiento puede ser activado/desactivado en el punto de instalación en función de si o no el dispositivo al que se suministra la energía es un dispositivo multifásico (particularmente un motor multifásico).

60

Se observará que la rutina de ENTRADA-SALIDA, la rutina ALTA y la rutina de desequilibrio de fase cada hacer uso de varios umbrales predeterminados. Estos umbrales son almacenados por el procesador (ya sea en una memoria digital regrabable y/o utilizando hardware o firmware) y pueden ser configurados de fábrica o seleccionables por el usuario. Por ejemplo, cuando el procesador reside en un ordenador con una interfaz de usuario (o en una red

- conectada a la misma), el software puede configurarse para permitir al usuario ingresar cualquier valor umbral apropiado para las circunstancias, por ejemplo, a través de una entrada de teclado estándar. Sin embargo, como se discute a continuación en las realizaciones preferidas, el procesador se proporciona localmente a la sección de control, por ejemplo, en una PCB, en cuyo caso su tamaño será limitado. En tales casos, se prefiere preprogramar el procesador con una pluralidad de opciones para el valor de cada umbral que se utilizará en los diversos cálculos. Por ejemplo, las opciones para los umbrales ENTRADA-SALIDA (por ejemplo, ΔT^*_{L1} , ΔT^*_{L2} y ΔT^*_{L3}) pueden ser: 10 grados C, 14 grados C, 18 grados C, 22 grados C, y así sucesivamente, hasta 38 grados C. Asimismo, las opciones para los umbrales ALTOS (por ejemplo, $T^*_{L1-ENTRADA}$, $T^*_{L1-SALIDA}$, etc.) puede ser: 55 grados C, 60 grados C, 65 grados C, 70 grados C, y así sucesivamente, hasta 90 grados C.
- 5 Del mismo modo, las opciones para el umbral(es) de desequilibrio de fase (por ejemplo, $\Delta T^*_{Lx/Ly-ENTRADA}$ y/o $\Delta T^*_{Lx/Ly-SALIDA}$) podrían ser: 10 grados C, 14 grados C, 18 grados C y 22 grados C. Se podrían proporcionar uno o más interruptores u otro hardware adecuado en la placa de circuito que lleva el procesador para permitir que el instalador seleccione cuáles de las opciones disponibles deberían usarse para cada límite. En realizaciones particularmente preferidas, se pueden proporcionar interruptores DIP para este propósito. Por ejemplo, se puede usar un paquete de ocho interruptores (cada uno con dos opciones disponibles, configuraciones 1 y 0) para definir ocho opciones para el umbral ENTRADA-SALIDA, ocho opciones para el umbral ALTO y cuatro opciones para el umbral de desequilibrio de fase. El instalador puede seleccionar su(s) valor(es) umbral(es) deseado(s) en función de las circunstancias de la instalación, por ejemplo, teniendo en cuenta las temperaturas ambiente probables y el grado de sensibilidad requerido del sistema de monitorización de fallos.
- 10 La(s) salida(s) desde el procesador puede adoptar varias formas diferentes y pueden ser gestionadas en un número de maneras diferentes, con el fin, por ejemplo, de alertar a un operador de la presencia de un fallo de conectividad o desequilibrio de fase (si el sistema está configurado para detectar desequilibrio), y/o para monitorizar y registrar el estado de los terminales a lo largo del tiempo, independientemente de la presencia de un fallo.
- 15 Por lo tanto, en realizaciones preferidas, el procesador está adaptado de tal manera que la al menos una señal de salida generada por el procesador incluye al menos una señal de estado que es una señal de alarma si se indica un fallo de conectividad en uno de los terminales o un desequilibrio entre dos de las líneas eléctricas, y es una señal de no alarma en casi contrario. Una o más de las señales de estado podrían proporcionar una indicación general del "estado" de la sección de control, es decir, la transición a una señal de alarma en caso de que el procesador indique cualquier fallo o desequilibrio en cualquiera de los terminales o líneas de alimentación. Alternativamente, se podría proporcionar una señal de estado dedicada para cada uno de los diferentes tipos de fallos y, opcionalmente, un desequilibrio que el sistema está configurado para detectar, por ejemplo, una señal de estado que indique si la función ENTRADA-SALIDA en la primera línea de alimentación está dentro del umbral aceptable, otro estado señal que indica lo mismo en relación con la segunda línea de alimentación, señales de estado para cualquier función ALTA proporcionada, etc. Al proporcionar salidas individuales de cada cálculo de esta manera, se pueden tomar diferentes acciones aguas abajo dependiendo de la naturaleza del fallo y/o desequilibrio que se haya detectado.
- 20 La(s) señal(es) de alarma se podría(n) accionar inmediatamente después de la detección de un fallo o desequilibrio por el procesador. Sin embargo, en realizaciones preferidas, el procesador está adaptado para cambiar la al menos una señal de estado de una señal de no alarma a una señal de alarma solo si el fallo de conectividad o el desequilibrio se indica durante un período predeterminado, preferiblemente 60 segundos. De esta manera, se pueden reducir o evitar falsas alarmas causadas por pequeños cambios temporales en las temperaturas medidas. El período predeterminado aplicado podría ser el mismo o diferente para cada señal de estado. Por ejemplo, las señales de estado basadas en la función ENTRADA-SALIDA o las mediciones de desequilibrio de fase pueden configurarse para pasar a una señal de alarma después de que haya transcurrido un período de tiempo relativamente corto, mientras que las señales de estado basadas en la función ALTA pueden configurarse para pasar a una señal de alarma después de un período más largo en el que la temperatura medida está por encima del umbral correspondiente, para ayudar a explicar la fluctuación inherente en esta medición. El(los) período(s) predeterminado(s) podría(n) establecerse de fábrica o ser seleccionable por el usuario de una manera similar a la descrita anteriormente en relación con los valores umbral.
- 25 En las realizaciones anteriores, el procesador simplemente señal(es) de salidas que indica(n) la presencia o ausencia de una situación de alarma. Sin embargo, además o como alternativa, el procesador también puede generar algunos o todos los datos de temperatura medidos o calculados. Esto es particularmente deseable cuando la condición del sistema de control del dispositivo se debe registrar constantemente. Por lo tanto, preferiblemente, el procesador está adaptado de tal manera que la al menos una señal de salida generada por el procesador incluye datos de temperatura detectados que preferiblemente comprenden cualquiera de: las temperaturas detectadas de uno o más de los terminales ($T_{L1-ENTRADA}$, $T_{L1-SALIDA}$, ...), y/o una o más diferencias de temperatura calculadas (ΔT_{L1} , ΔT_{L2} , $\Delta T_{L1/L2-ENTRADA}$, $T_{L1-ENTRADA/AMB}$, ...). La(s) señal(es) de salida podría(n) transportar los datos de temperatura detectados en forma analógica o digital, como se describe más adelante.
- 30 El módulo de salida puede simplemente proporcionar medios para comunicar la(s) señal(es) de salida a algún dispositivo o red externa, por ejemplo, una interfaz de usuario. Sin embargo, en realizaciones preferidas, el módulo de salida comprende al menos un dispositivo de alarma, preferiblemente un dispositivo de alarma visual y/o de audio, que es controlado por la(s) señal(es) de salida del procesador. Preferiblemente, el procesador está
- 35
- 40
- 45
- 50
- 55
- 60

configurado de tal manera que la salida de una señal de alarma activa uno o más de al menos uno de los dispositivos de alarma. El uno o más dispositivos de alarma podrían configurarse para producir la misma alarma independientemente de la naturaleza del fallo o desequilibrio que el procesador haya detectado, por ejemplo, encender una luz particular o hacer sonar una sirena. Este sería el caso, por ejemplo, si la señal de salida consistiera únicamente en una única señal de estado que indica la presencia de cualquier fallo o desequilibrio como se mencionó anteriormente. Sin embargo, preferiblemente, el procesador está configurado para controlar el al menos un dispositivo de alarma para emitir una alarma diferente en función del cálculo realizado por el procesador que indica el fallo de conectividad o el desequilibrio. Por ejemplo, las diferentes alarmas podrían distinguir entre en qué terminal se detectó un fallo y/o en qué línea de alimentación. Por ejemplo, cuando la rutina ENTRADA-SALIDA detecta un fallo en una determinada línea de alimentación, el procesador también podrá identificar si es el terminal ENTRADA o SALIDA el que tiene el fallo, ya que este terminal mostrará la lectura de temperatura más alta.

Cuando el sistema está adaptado para, además, realizar la función ALTA mencionada anteriormente y/o detectar desequilibrio de fase, las diferentes alarmas preferiblemente también distinguen entre:

- un fallo de conectividad indicado por una diferencia entre la temperatura detectada de dos terminales del mismo par de terminales (ΔT_{L1} , ΔT_{L2} , ...) - es decir, la función ENTRADA-SALIDA;
- un fallo de conectividad indicado por una temperatura detectada de un terminal ($T_{L1-ENTRADA}$, $T_{L1-SALIDA}$, ...), relativa a una temperatura ambiente detectada, que es mayor que el umbral correspondiente, es decir, la función ALTA; y
- un desequilibrio indicado por una diferencia entre la temperatura detectada de dos terminales del lado de la fuente de alimentación o dos terminales del lado del dispositivo ($\Delta T_{L1/L2-ENTRADA}$, $\Delta T_{L1/L2-SALIDA}$, ...) - es decir, desequilibrio de fase.

Las diferentes alarmas pueden, por ejemplo, tomar la forma de luces con diferentes colores o diferentes lugares, o de sirenas con diferentes sonidos, o cualquier combinación de las dos. En ejemplos particularmente preferidos, las diferentes alarmas podrían transmitirse activando al menos un dispositivo de alarma de acuerdo con una secuencia codificada. Por ejemplo, una luz tal como un LED podría controlarse para que sea intermitente o se encienda de acuerdo con un código para indicar la presencia de cierto tipo de fallo en un terminal, y de acuerdo con un segundo código diferente para indicar la presencia del mismo tipo de fallo, pero en un terminal diferente. En otros ejemplos adicionales, la alarma podría comprender una pantalla tal como una pantalla de cristal líquido que puede controlarse para mostrar un determinado mensaje en función de la(s) señal(es) de salida, por ejemplo, identificando el tipo de fallo detectado y/o su ubicación. Si el procesador y el módulo de salida son locales a la sección de control, los dispositivos de alarma (o al menos uno de ellos) también son preferiblemente locales, por ejemplo, conectados al procesador y ubicados en el exterior de cualquier carcasa en la que esté contenida la sección de control.

Ventajosamente, el o cada dispositivo de alarma es una fuente de luz, preferiblemente un LED, o una sonda, preferiblemente una sirena. En una implementación particularmente preferida, el módulo de salida comprende una pluralidad de fuentes de luz que emiten cada una un color diferente o una fuente de luz multicolor que está adaptada para emitir diferentes colores bajo el control del procesador, preferiblemente una fuente de luz tricolor. Por ejemplo, cada uno de los colores podría usarse para indicar un tipo de alarma diferente (ENTRADA-SALIDA, ALTA y desequilibrio de fase). Luego, cada color puede parpadear de acuerdo con un código para identificar el terminal o la línea de alimentación que genera la alarma, como se describió anteriormente. Deseablemente, el al menos un dispositivo de alarma puede controlarse mediante la señal de salida del procesador a través de un relé, preferiblemente un relé de contacto seco.

Además de controlar al menos un dispositivo de alarma (que preferiblemente es local para el módulo de salida), el módulo de salida ventajosamente proporciona además un canal remoto de salida, configurado para emitir al menos una de las señales de salida a un ordenador remoto o la red, preferiblemente a través de un relé, lo más preferiblemente un relé de contacto seco. De esta manera, el sistema puede notificar a los operadores locales y remotos de una alarma de manera sustancialmente simultánea.

Como alternativa o además de la provisión de uno o más dispositivos de alarma y/o salidas de relé, el módulo de salida puede estar configurado para proporcionar una funcionalidad más avanzada que permite la comunicación con el procesador a través de una red. Esto se puede usar para controlar el procesador (por ejemplo, para establecer cualquiera de los umbrales predeterminados mencionados anteriormente) y/o para recibir datos desde el procesador (por ejemplo, señales de estado y/o los datos de temperatura medidos o calculados). Preferiblemente, por lo tanto, el módulo de salida comprende un dispositivo de comunicaciones configurado para convertir la(s) señal(es) de salida en un protocolo de datos de red y para comunicar la(s) señal(es) de salida a un dispositivo externo a través de una red, siendo el protocolo de datos de red un protocolo de comunicaciones en serie, más preferiblemente MODBUS. Se prefiere MODBUS porque es un protocolo no patentado ampliamente respaldado por los fabricantes en muchas industrias, aunque otros protocolos con los mismos beneficios están disponibles y podrían utilizarse en su lugar. El dispositivo de comunicaciones se puede configurar para comunicar las señales de salida a la red a través de una conexión por cable o de forma inalámbrica. Los componentes locales del sistema están provistos preferiblemente de una dirección de red que puede configurarse nuevamente utilizando interruptores DIP o similares en una placa de

circuito local a la sección de control.

Como se ha mencionado al principio, los únicos componentes del sistema de monitorización de fallos que deben ser locales a la sección de control son los sensores de temperatura. El procesador y el módulo de salida podrían ubicarse en otro lugar en comunicación por cable o inalámbrica con los sensores de temperatura. Dichas implementaciones se prestan bien a la provisión de un procesador central y un módulo de salida que recibe y procesa las mediciones de temperatura de múltiples secciones de control, en caso de que el centro de control del dispositivo las incluya. Por lo tanto, en una realización preferida, donde el centro de control del dispositivo comprende una pluralidad de secciones de control, el sistema de monitorización de fallos comprende al menos un primer par de sensores de temperatura para cada sección de control, siendo el procesador un procesador central configurado para recibir las temperaturas detectadas desde los sensores de temperatura proporcionados para cada una de la pluralidad de secciones de control y siendo el módulo de salida un módulo de salida central. El procesador podría ser proporcionado por un ordenador en un sistema que aloja el centro de control del dispositivo. Implementaciones con un procesador central como este son particularmente apropiadas cuando el sistema de monitorización de fallos se incluye en el diseño original del centro de control del dispositivo en lugar de adaptarse posteriormente.

Sin embargo, en la mayoría de los escenarios, se prefiere que el procesador y el módulo de salida también se proporcionan localmente para la sección de control, ya que esto permite un encaje más directo del sistema de monitorización de fallos a cualquier centro de control de dispositivos, sin necesidad de cableado complejo o el uso de comunicaciones inalámbricas. Por lo tanto, preferiblemente el sistema de monitorización de fallos comprende un módulo de monitorización de fallos para cada una de las al menos una sección de control, comprendiendo cada módulo de monitorización de fallos:

el al menos un primer par de sensores de temperatura para la sección de control respectiva;

el procesador, en el que el procesador es un procesador local configurado para recibir las temperaturas detectadas desde al menos un primer par de sensores de temperatura para la sección de control respectiva solamente; y

el módulo de salida, en el que el módulo de salida es un módulo de salida local.

Si el centro de control de dispositivos comprende una pluralidad de secciones de control, el sistema de monitorización de fallos comprende, por lo tanto, una respectiva pluralidad de módulos de monitorización de fallos. Cada módulo de monitorización de fallos generalmente toma la forma de una placa de circuito o similar que lleva el procesador y, opcionalmente, todo o parte del módulo de salida, al cual están conectados los sensores de temperatura como se describe más adelante. El procesador normalmente está preprogramado con el software apropiado para llevar a cabo las funciones ya descritas anteriormente. El módulo de monitorización de fallos puede instalarse en una carcasa que contiene la sección de control (tal como un cajón o una cubeta). Por lo general, se puede suministrar energía al procesador desde la sección de control (por ejemplo, en forma de una fuente de alimentación de CC de baja tensión, típicamente entre 12 y 24 V) conectando el procesador a la sección de control. Si no hay disponible una fuente de alimentación adecuada en la sección de control, el módulo de monitorización de fallos puede incluir un adaptador de alimentación adecuado (por ejemplo, CA a CC). La sección de control también incluirá típicamente una conexión de comunicaciones de red y, por lo tanto, si el módulo de salida incluye un módulo de comunicaciones tal como una salida MODBUS, esto también puede conectarse a la red a través de la sección de control. Por lo tanto, en una realización preferida, el sistema de monitorización de fallos comprende una red de módulos de monitorización de fallos y un controlador, en el que cada módulo de monitorización de fallos comprende un módulo de salida como se describió anteriormente para la comunicación con el controlador a través de la red. Opcionalmente, la red puede comprender además al menos un agregador configurado para agregar comunicaciones entre el controlador y un subconjunto de los módulos de monitorización de fallos.

En cada módulo de monitorización de fallos, los sensores de temperatura tendrán típicamente una conexión por cable al procesador. Cada sensor de temperatura puede estar etiquetado para identificar el terminal del cual se mide la temperatura. Los sensores de temperatura podrían estar permanentemente conectados al procesador. Sin embargo, para permitir una fácil sustitución de los sensores de temperatura y, en particular, el uso de diferentes longitudes o tipos de cables entre el procesador y los sensores, preferiblemente los sensores de temperatura están conectados al procesador mediante un conjunto de conector configurado para permitir que los sensores de temperatura puedan separarse y extraerse acoplados al procesador. Cada sensor de temperatura podría conectarse individualmente al procesador; por ejemplo, el conjunto de conector podría comprender una serie de bloques de terminales estándar, uno para cada sensor. Sin embargo, en realizaciones más preferidas, el conjunto de conector comprende un primer componente de conexión de múltiples polos al que se acoplan los sensores de temperatura, y un segundo componente de conexión de múltiples polos acoplado al procesador, estando configurados el primer y el segundo componente de conexión de múltiples polos para un acoplamiento extraíble entre sí. Por lo tanto, todos los sensores de temperatura se forman en una sola unidad en virtud de su acoplamiento al primer componente de conexión de múltiples polos y se pueden "enchufar" al procesador en una sola etapa. Esto garantiza que los cables de sensor correctos estén conectados a las entradas/salidas correctas en el procesador y reduce la posibilidad de error del usuario. Además, este enfoque permite: pruebas simples y de bajo costo de los sensores antes del envío;

tiempo de montaje reducido en la fábrica; acortar el tiempo de instalación y reducir las habilidades requeridas por los instaladores; calidad mejorada de las conexiones entre los sensores y el procesador, y la capacidad de suministrar diferentes longitudes de cable de sensor y/o variaciones UL ("UL" significa "Underwriters Laboratory LLC", un organismo que establece estándares de seguridad para dispositivos y componentes eléctricos y proporciona certificación de los mismos).

En algunas implementaciones preferidas, los sensores de temperatura estarán cableados para el primer componente de múltiples clavijas. Esto minimiza el número de piezas requeridas y ofrece el proceso de instalación más simple con la menor oportunidad de error del usuario. Sin embargo, en otras realizaciones preferidas, el primer componente de conexión de múltiples clavijas comprende una pluralidad de puntos de conexión a los que los sensores de temperatura respectivos están acoplados de forma desmontable. Esto permite al instalador seleccionar diferentes longitudes o tipos de cable para cada uno de los sensores individualmente si lo desea.

Preferiblemente, cada módulo de monitorización de fallos comprende un alojamiento que contiene el procesador y, opcionalmente, al menos una parte del módulo de salida. El alojamiento tiene un tamaño ventajoso para caber dentro de carcasas típicas de MCC, tal como cajones y cubetas, junto a la sección de control. Se prefiere que el alojamiento tenga dimensiones no mayores de 80 x 60 x 20 mm. Preferiblemente, el alojamiento está configurado para permitir su montaje dentro de una carcasa MCC, por ejemplo, en un raíl DIN. El montaje DIN está preferiblemente en la cara estrecha (por ejemplo, 20 mm) del alojamiento.

Los sensores de temperatura pueden ser de varios tipos diferentes y una mezcla de tipos podría ser empleado en el sistema de monitorización de fallos, si se desea. En algunas realizaciones preferidas, cada sensor de temperatura comprende un sensor de temperatura sin contacto, preferiblemente un termómetro de radiación. Los sensores sin contacto son particularmente preferidos en entornos donde la geometría del terminal es tal que es difícil colocar un sensor en buen contacto térmico con el terminal, ya que un sensor sin contacto puede colocarse en las proximidades generales del terminal y aun así ser dispuesto para detectar la temperatura terminal con un alto grado de precisión. Sin embargo, en muchos casos se preferirá que cada sensor de temperatura comprenda un sensor de temperatura de contacto directo, preferiblemente un termistor. Los sensores como estos suelen ser de menor costo y pueden ser más robustos que los sensores sin contacto. Cuando la geometría del terminal no permite que se coloque un sensor de temperatura de contacto en la terminación, se puede fijar al cable adyacente a la terminación.

Si se usan sensores de contacto, preferiblemente uno o cada uno de los sensores de temperatura puede estar provisto de una cubierta formada por un material aislante térmico, dispuesto para reducir la transferencia de calor entre el sensor de temperatura y el entorno ambiente en relación con la transferencia de calor entre la temperatura sensor y el terminal respectivo. Por ejemplo, la cubierta podría tomar la forma de cinta aislante térmica envuelta alrededor del exterior del sensor y el terminal o cable en el que se coloca el sensor. Alternativamente, se puede proporcionar una carcasa del sensor formada de un material aislante como plástico, el alojamiento tiene un espesor de pared entre el sensor y el entorno ambiente que es mayor que el espesor de pared entre el sensor y el terminal o cable en el que se coloca. Dicho alojamiento podría fijarse al terminal o al cable utilizando una fijación mecánica, tal como una atadura de cables o mediante un adhesivo, por ejemplo.

Como se mencionó al principio, el sistema de monitorización de fallos podría ser desplegado en cualquier forma de centro de control de dispositivos. Más preferiblemente, el centro de control de dispositivos es un centro de control de motores (MCC), unidad de distribución de energía (PDU), gabinete de distribución de energía (PDC), gabinete de control de energía (PCC), panel de energía remoto (RPP), tablero de fusibles, disyuntor o tablero de distribución.

La presente invención proporciona además un centro de control de dispositivos, que comprende al menos una sección de control configurada para controlar el suministro de energía eléctrica de una fuente de alimentación a un respectivo al menos un dispositivo, estando el o cada sección de control conectado eléctricamente entre la fuente de alimentación y el dispositivo respectivo en al menos un primer par de terminales, conectando uno de los primeros pares de terminales la sección de control al lado de la fuente de alimentación de una primera línea de alimentación y el otro del primer par de terminales conectando la sección de control al dispositivo lado de la primera línea de alimentación, de manera que la sección de control complete el circuito de alimentación del dispositivo y un sistema de monitorización de fallos como se describió anteriormente, y que opcionalmente tenga cualquiera de las características preferidas mencionadas anteriormente. La monitorización de fallos puede integrarse integralmente en el centro de control de dispositivos o podría adaptarse al mismo.

En implementaciones preferidas, la o cada sección de control está alojada en una carcasa separada (tal como un cajón o una cubeta), y preferiblemente se acopla de forma desmontable a al menos el lado de la fuente de alimentación de la primera línea de alimentación. Lo más preferiblemente, el centro de control de dispositivos comprende una pluralidad de secciones de control.

En implementaciones particularmente preferidas, se proporciona un sistema de monitorización de fallos para detectar fallos de conectividad en un centro de control de dispositivos, comprendiendo el centro de control de dispositivos al menos una sección de control configurado para controlar el suministro de energía eléctrica de una fuente de alimentación a un respectivo al menos un dispositivo, estando la o cada sección de control conectada eléctricamente entre la fuente de alimentación y el dispositivo respectivo en una pluralidad de pares de terminales,

conectando uno de cada par de terminales la sección de control al lado de la fuente de alimentación de una línea de alimentación respectiva y el otro de cada par de terminales conectando la sección de control al lado del dispositivo de la línea de alimentación respectiva, de modo que la sección de control complete el circuito de alimentación del dispositivo, las líneas de alimentación transportan energía con diferentes fases respectivas L1, L2 ... Lm, comprendiendo el sistema de monitorización de fallos:

para la o cada sección de control, una pluralidad de pares de sensores de temperatura, uno de cada par de sensores de temperatura estando adaptado para detectar la temperatura de uno de un par respectivo de terminales (TL1-ENTRADA, TL2-ENTRADA ... TLn-ENTRADA), y estando el otro de cada par de sensores de temperatura adaptado para detectar la temperatura del otro del respectivo par de terminales (TL1-SALIDA, TL2-SALIDA ... TLn-SALIDA); un procesador configurado para: recibir las temperaturas detectadas; calcular una diferencia ENTRADA-SALIDA, siendo la diferencia ENTRADA-SALIDA una diferencia entre las temperaturas de cada par de terminales ($\Delta TL1$, $\Delta TL2$... ΔTLm) y comparar la diferencia ENTRADA-SALIDA calculada o cada una con un valor umbral respectivo predeterminado (ΔT^*L1 , ΔT^*L2 ... ΔT^*Lm), mediante el cual se calcula una diferencia ENTRADA-SALIDA ($\Delta TL1$, $\Delta TL2$... ΔTLm) mayor que el valor umbral predeterminado correspondiente (ΔT^*L1 , ΔT^*L2 ... ΔT^*Lm) es indicativo de un fallo de conectividad en uno de los terminales en el respectivo par de terminales; comparar la temperatura detectada de cada terminal (TL1-ENTRADA, TL1-SALIDA, ...) con un valor umbral predeterminado respectivo (T^*L1 -ENTRADA, T^*L1 -SALIDA, ...), por lo que una temperatura detectada mayor que el valor umbral predeterminado correspondiente es indicativo de una falla de conectividad en el terminal respectivo; calcular una diferencia de desequilibrio ($\Delta TL1/L2$ -ENTRADA), siendo la diferencia de desequilibrio una diferencia entre las temperaturas de dos de los terminales laterales de la fuente de alimentación de las líneas de alimentación y/o una diferencia ($\Delta TL1/L2$ -SALIDA) entre las temperaturas de dos de los terminales del lado del dispositivo de las líneas eléctricas y comparar la diferencia de desequilibrio calculada con un valor umbral respectivo predeterminado ($\Delta T^*L1/L2$ -ENTRADA y/o $\Delta T^*L1/L2$ -SALIDA), por lo que una diferencia de desequilibrio calculada mayor que el valor umbral predeterminado correspondiente es indicativa de un desequilibrio entre la alimentación suministrada en las líneas de alimentación respectivas; y generar al menos una señal de salida basada en los resultados de una o más de las comparaciones; y, un módulo de salida adaptado para recibir al menos una señal de salida generada por el procesador y para comunicar la al menos una señal de salida externamente.

La aplicación proporciona un sistema robusto que es capaz de detectar un fallo a través de la utilización de tres técnicas de innovación en tándem, proporcionando la combinación un beneficio particular. Por ejemplo, las técnicas ENTRADA-SALIDA y ALTA juntas identifican fallos de conectividad particularmente bien, porque el enfoque ENTRADA-SALIDA no se ve afectado por la fluctuación de la temperatura ambiente, pero conlleva el riesgo de no detectar un problema si ambos terminales del par sufren un fallo al mismo tiempo. El enfoque ALTA proporciona una red de seguridad para atrapar esto. Asimismo, el algoritmo ALTA se ve afectado por la fluctuación de la temperatura ambiente, pero la función ENTRADA-SALIDA no. Junto con la monitorización del desequilibrio de fases, que compensa el error en el dispositivo, cada algoritmo identifica fallos que los demás pueden no permitir que el sistema en conjunto proporcione la identificación de los fallos que puede sufrir un centro de control de motores y el riesgo de fallo catastrófico se reduce. La tendencia de la industria es proporcionar mitigación de fallos o existe un prejuicio reconocido contra la provisión de monitorización directa de fallos que se ha considerado imposible.

A continuación, se describirán ejemplos de sistemas y métodos de monitorización de fallos de acuerdo con la presente invención con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

La figura 1 muestra una primera realización de un sistema de monitorización de fallos en un centro de control de dispositivos ejemplar;

La figura 2 muestra una segunda realización de un sistema de monitorización de fallos en otro centro de control de dispositivos ejemplar;

La figura 3 representa esquemáticamente otro ejemplo de un centro de control de dispositivos con un sistema de monitorización de fallos;

La figura 4 muestra contenidos ejemplares de una de las carcasas del centro de control de dispositivos de la figura 3 en una realización;

La figura 5 muestra contenidos ejemplares de una de las carcasas del centro de control del dispositivo de la figura 3 en otra realización;

La figura 6 muestra contenidos ejemplares de una de las carcasas del centro de control del dispositivo de la figura 3 en otra realización;

Las figuras 7(a) y 7(b) muestran dos ejemplos de módulos de monitorización de fallos de acuerdo con realizaciones adicionales;

Las figuras 8(a) y 8(b) muestran partes de dos módulos de monitorización de fallos de acuerdo con realizaciones adicionales;

Las figuras 9(a) y 9(b) ilustran dos implementaciones ejemplares de sensores de temperatura que pueden usarse en cualquiera de las realizaciones; y

Las figuras 10 y 11 ilustran esquemáticamente dos redes ejemplares que forman sistemas de monitorización de fallos en realizaciones adicionales de la invención.

5 Como se discutió anteriormente, el sistema y el método de monitorización de fallos actualmente descrito es adecuado para la implementación en cualquier centro de control de dispositivos. Típicamente, el centro de control de dispositivos estará configurado para controlar una pluralidad de dispositivos a través de una pluralidad correspondiente de secciones de control. Sin embargo, el presente sistema y método pueden usarse igualmente en centros de control de dispositivos que controlan un solo dispositivo. Por lo tanto, los principios de operación del sistema y método de monitorización de fallos se describirán inicialmente con referencia al control de un solo dispositivo, pero como se verá, la misma técnica se puede emplear en centros de control de dispositivos (por ejemplo, MCC, tableros de distribución, centros de distribución de energía, etc.) con cualquier número de dispositivos.

10 Por lo tanto, la figura 1 ilustra un centro de control de dispositivo ("DCC") 1 configurado para controlar el suministro de energía desde una fuente de alimentación PS a un único dispositivo D. En este caso, el dispositivo D funciona con alimentación monofásica y, por lo tanto, es alimentado a través de una sola línea de alimentación L_1 . En esta realización, una línea de retorno o neutra L_n también está presente, pero esto no es necesario en todas las realizaciones como se discute a continuación. El dispositivo D podría ser un pequeño circuito de bomba, por ejemplo. El DCC 1 incluye una sección de control 5 conectada entre el lado de la fuente de alimentación de la línea de alimentación L_1 en un primer terminal L_1 -ENTRADA y el lado del dispositivo de la línea de alimentación L_1 en un segundo terminal L_1 -SALIDA. El primer y segundo terminales se denominan primer par de terminales, ya que ambos están en la misma línea de alimentación que completa la sección de control 5. La sección de control 5 incluye el aparellaje 4, que aquí se representa esquemáticamente como un interruptor simple, pero en la práctica puede incluir cualquier componente de control adecuado, incluyendo interruptores, disyuntores, seccionadores, aisladores, fusibles, iniciadores inteligentes, etc. La sección de control 5 está típicamente contenido dentro de una carcasa 2, tal como los cajones o cubetas mencionadas anteriormente, pero esto es opcional.

15 Se proporciona localmente a la sección de control 5 (y preferiblemente dentro de la carcasa 2) un módulo de monitorización de fallos 10 que en esta realización constituye el sistema de monitorización de fallos, pero en otras realizaciones puede formar parte del mismo como se describe más adelante. En esta realización, el módulo de monitorización de fallos 10 comprende un procesador 11, un primer y un segundo sensores de temperatura 12a, 12b y un módulo de salida que toma la forma de un dispositivo de alarma 16 y una línea de salida remota opcional 15/17 para enviar señales a un dispositivo remoto o red R. Otras características opcionales proporcionadas en el módulo de monitorización de fallos 10 en esta realización incluyen un sensor de temperatura adicional 19 y una fuente de alimentación 18 tomada de la sección de control 5, las cuales se discutirán a continuación.

20 Los sensores de temperatura 12a, 12b están dispuestos para medir las temperaturas del primer y segundo terminales de la línea de alimentación L_1 . Así, el sensor 12a mide la temperatura T_{L_1 -ENTRADA del primer terminal L_1 -ENTRADA y el sensor 12b mide la temperatura T_{L_1 -SALIDA del segundo terminal L_1 -SALIDA. En la práctica, dependiendo del tipo de sensores de temperatura utilizados, las temperaturas pueden medirse desde uno de los cables unidos en los terminales respectivos en lugar de directamente en los propios terminales, pero en este caso las mediciones se toman desde puntos tan cercanos a los terminales como sea posible. El procesador 11 recibe mediciones de temperatura desde los sensores que se actualizan a intervalos regulares para proporcionar una monitorización continua sustancialmente en tiempo real. Por ejemplo, las temperaturas de los sensores deben detectarse al menos cada 60 segundos.

25 El procesador 11 en esta realización se programa previamente para calcular la diferencia ΔT_{L_1} entre las temperaturas medidas T_{L_1 -ENTRADA y T_{L_1 -SALIDA, y para comparar la diferencia calculada ΔT_{L_1} con un valor umbral predeterminado $\Delta T^*_{L_1}$. El valor umbral predeterminado $\Delta T^*_{L_1}$ se establece de manera que un valor calculado ΔT_{L_1} , mayor que el valor umbral predeterminado $\Delta T^*_{L_1}$ se considera indicativo de un fallo de conectividad en uno de los terminales primero y segundo. A continuación, se analizan varios métodos para establecer este y otros valores de umbral predeterminados para uso del procesador. En base a la comparación, el procesador 11 genera al menos una señal de salida que se comunica externamente mediante un módulo de salida, que comprende aquí un dispositivo de alarma local 16, por ejemplo, en forma de una fuente de luz, tal como un LED. Alternativamente o, además, las señales de salida pueden transferirse a un dispositivo remoto o red R en la línea 15/17. La(s) señal(es) de salida podría(n) incluir, por ejemplo, una señal de estado que indica el estado de los terminales L_1 -ENTRADA, L_1 -SALIDA al pasar de una señal de no alarma a una señal de alarma cuando el procesador calcula una diferencia de temperatura ΔT_{L_1} que es mayor que el umbral $\Delta T^*_{L_1}$. Preferiblemente, la alarma está "enclavada", lo que significa que, si la diferencia de temperatura calculada ΔT_{L_1} cae por debajo del umbral $\Delta T^*_{L_1}$, la señal de estado permanecerá en estado de alarma hasta que un operador la restablezca. Para reducir la posibilidad de falsas alarmas, el procesador 11 puede configurarse para esperar hasta que la diferencia de temperatura calculada ΔT_{L_1} se haya mantenido en un valor mayor que el umbral $\Delta T^*_{L_1}$ durante un período de tiempo predeterminado antes de emitir una señal de alarma, por ejemplo, 60 segundos.

El dispositivo de alarma local 16 está controlado por la señal de salida desde el procesador 11, por ejemplo, en el caso de una fuente de luz que se ilumina cuando el símbolo de estado es una señal de alarma y que permanece apagada de otro modo (o viceversa) o la fuente de luz cambia de color. El dispositivo de alarma también puede ser controlado por el procesador 11 para proporcionar información adicional, tal como identificar al operador qué terminal L_1 -ENTRADA o L_1 -SALIDA tiene el fallo, ya que este será el terminal que tiene la temperatura más alta de las dos temperaturas medidas. El dispositivo de alarma 16 podría controlarse para emitir esta información, por ejemplo, actuando de acuerdo con una secuencia de código; por ejemplo, en el caso de una fuente de luz, puede configurarse para ser intermitente o parpadear en una cierta primera secuencia para indicar que el terminal L_1 -ENTRADA tiene el fallo y parpadea o destellea en una segunda secuencia diferente para indicar que la terminal L_1 -SALIDA tiene el fallo.

Si se proporciona una línea de salida remota 15/17, esto podría simplemente salida la misma señal de estado, por ejemplo, a través de una salida de relé. El dispositivo remoto R podría ser un dispositivo de alarma remoto, como otra fuente de luz o una sirena, o podría ser, por ejemplo, un ordenador o una red de ordenadores, con una interfaz gráfica de usuario adecuada configurada para mostrar el estado de los terminales en controlar la sección 5 a un usuario y alertarlo sobre cualquier señal de alarma. Alternativamente o, además, las señales de salida emitidas en la línea remota R podrían incluir los datos de temperatura medidos y/o calculados, en cuyo caso esto puede ser en forma de un protocolo de comunicación de datos en serie tal como MODBUS.

Además de la función anterior "ENTRADA-SALIDA" descrita anteriormente, el sistema de monitorización de fallos también es sensible a las temperaturas medidas individuales del primer y segundo terminales ($T_{L_1-ENTRADA}$ y $T_{L_1-SALIDA}$), absoluta o referenciada contra la temperatura ambiente, que se conoce como la función "ALTA". La temperatura ambiente se mide con el sensor de temperatura adicional 19. El procesador implementa la función ALTA comparando cada temperatura medida $T_{L_1-ENTRADA}$ y $T_{L_1-SALIDA}$ con los respectivos umbrales predeterminados $T^*_{L_1-ENTRADA}$ y $T^*_{L_1-SALIDA}$ (que pueden tener el mismo valor para cada terminal, o podrían ser diferentes para cada terminal), referenciado contra la temperatura ambiente medida. Si una (o más) de las temperaturas medidas $T_{L_1-ENTRADA}$ y/o $T_{L_1-SALIDA}$ es mayor que el umbral correspondiente, esto es indicativo de un fallo de conectividad en el terminal respectivo. Dado que la función ALTA es intrínsecamente vulnerable a falsas alarmas debido a fluctuaciones inevitables en la carga en la línea de alimentación L_1 (y, por lo tanto, las temperaturas de los terminales), se pueden establecer los umbrales predeterminados $T^*_{L_1-ENTRADA}$ y $T^*_{L_1-SALIDA}$ relativamente altos para reducir la aparición de falsas alarmas y/o el procesador 11 puede configurarse para emitir una señal de alarma solo después de que la temperatura medida se haya mantenido por encima del valor umbral correspondiente durante un cierto período de tiempo, por ejemplo, 60 segundos. La alarma ALTA se puede comunicar externamente ya sea mediante el mismo dispositivo de alarma local 16 (preferiblemente actuando de una manera diferente, por ejemplo, haciendo que se ilumine en un color diferente), o mediante otro dispositivo de alarma local, tal como una segunda fuente de luz (no mostrada), y/o en la línea de salida remota 15/17. La función ALTA proporciona una útil generación de alarmas a prueba de fallos en escenarios raros, tal como que ambos terminales experimenten fallos de conectividad al mismo tiempo, en cuyo caso sus temperaturas aumentarían simultáneamente y, potencialmente, la función ENTRADA-SALIDA podría fallar en la alarma.

Cabe señalar que, aunque en esta realización el procesador local 11 realiza el cálculo ENTRADA-SALIDA que se ha descrito anteriormente (y el cálculo ALTA) para determinar si existe un fallo y para generar una señal de salida, en otras realizaciones estas funciones pueden realizarse en un procesador remoto (no mostrado en la figura 1), en cuyo caso el procesador local 11 puede tener una funcionalidad menor, por ejemplo, simplemente transmitir las temperaturas medidas $T_{L_1-ENTRADA}$ y $T_{L_1-SALIDA}$ a un dispositivo remoto a través de la línea de salida remota 15/17 para un procesamiento posterior que incluye realizar el cálculo ENTRADA-SALIDA (y el cálculo ALTA) y generar señales de salida. Esto puede ser preferible cuando hay una pluralidad de secciones de control 5 y los correspondientes módulos de monitorización de fallos 10 como se describe más adelante.

La alimentación se proporciona preferiblemente al módulo de monitorización de fallos 10 mediante una conexión 18 a una fuente de alimentación comúnmente disponible en la sección de control 5, por ejemplo, una fuente de 12 o 24 V CC. Si la tensión requerida no está disponible directamente, el módulo de monitorización de fallos puede incluir un convertidor adecuado. En otras realizaciones más, el módulo de monitorización de fallos podría incluir una fuente de alimentación integrada, como una batería.

En la realización de la figura 1, el dispositivo D utiliza energía monofásica y, por lo tanto, hay una sola línea de alimentación L_1 y una línea neutra L_n para completar el circuito. Se apreciará que la línea neutra podría conectarse a través de la sección de control 5 de la misma manera que la línea de alimentación L_1 , en cuyo caso se puede proporcionar o no el aparellaje 4 correspondiente para conectar y desconectar la línea neutra L_n . Sin embargo, esto no es esencial, ya que la fuente de alimentación del dispositivo D puede controlarse controlando el aparellaje solo en la línea L_1 (dado que esto abrirá/cerrará el circuito en su conjunto). De manera equivalente, el aparellaje 4 podría ubicarse en la línea neutra L_n solamente y no en la línea L_1 con el mismo efecto. Por lo tanto, la línea neutra L_n puede, si se desea, pasar por alto la sección de control 5 (y el compartimento 5) por completo, y puede estar cableada. Si la línea neutra L_n está conectada a través de la sección de control 5, se prefiere que el par de terminales en los que se conecta a la sección de control 5 controlen sus temperaturas mediante sensores de temperatura adicionales 12 (no mostrados) proporcionados en el módulo de monitorización de fallos 10 para que cualquier fallo de conexión en la línea neutra L_n también se pueda detectar utilizando los mismos principios descritos

anteriormente.

Muchos otros dispositivos tales como motores requieren una fuente de alimentación de múltiples fases y, por lo tanto, múltiples líneas de alimentación, cada una con una fase de alimentación diferente. La figura 2 muestra una segunda realización en la que el DCC 1 proporciona una primera, segunda y tercera líneas de alimentación de diferentes fases respectivas L_1 , L_2 y L_3 . Se notará que no hay una línea neutra L_n presente y esto se debe a que una línea neutra no es esencial cuando la fuente de alimentación es multifásica. La sección de control 5 está conectada entre cada una de las tres líneas de alimentación en tres pares respectivos de terminales: L_1 -ENTRADA y L_1 -SALIDA, L_2 -ENTRADA y L_2 -SALIDA, y L_3 -ENTRADA y L_3 -SALIDA. El módulo de monitorización de fallos 10 ahora incluye tres pares correspondientes de sensores de temperatura: 12a y 12b, 12c y 12d, y 12e y 12f, dispuestos para medir las temperaturas de los seis terminales (en la figura 2, los cables que conectan los sensores de temperatura 12 al procesador no se muestran, para mayor claridad).

El procesador 11 realiza el cálculo ENTRADA-SALIDA que se ha descrito anteriormente para cada una de las tres líneas de alimentación L_1 , L_2 y L_3 . Por lo tanto, la diferencia ΔT_{L1} entre las temperaturas de los terminales ENTRADA y SALIDA en la primera línea de alimentación L_1 se calcula y se compara con un umbral correspondiente ΔT^*_{L1} ; la diferencia ΔT_{L2} entre las temperaturas de los terminales ENTRADA y SALIDA en la segunda línea de alimentación L_2 se calcula y se compara con el umbral correspondiente ΔT^*_{L2} ; y la diferencia ΔT_{L3} entre las temperaturas de los terminales ENTRADA y SALIDA en la tercera línea de alimentación L_3 se calcula y se compara con un umbral correspondiente ΔT^*_{L3} . Nuevamente, estos valores de umbral predeterminados pueden ser diferentes entre sí, pero típicamente serán los mismos (con el resultado de que solo se necesita almacenar un valor de umbral y puede usarse en los tres cálculos). El procesador 11 está configurado para generar una o más señales de salida basadas en los cálculos y para emitir la(s) señal(es) a un módulo de salida local 16 y/o en la línea de salida remota 15/17 (cada una como se describe en relación con la primera realización) para comunicar el estado de los terminales externamente. La(s) señal(es) de salida podría(n) incluir una señal de estado que indica el "estado" general de la sección de control 5 que pasa a una señal de alerta si alguno o más de los tres cálculos de ENTRADA-SALIDA indican un fallo. Alternativamente, el procesador puede generar tres señales, una relacionada con cada línea de alimentación L_1 , L_2 , L_3 , que puede utilizarse para controlar tres dispositivos de alarma diferentes o para controlar un dispositivo de alarma para emitir diferentes alarmas (por ejemplo, colores o secuencia de intermitencia) dependiendo de qué línea de alimentación está indicando un fallo.

El procesador 11 se programa además para realizar la función ALTA descrita anteriormente en relación con la primera realización. Por lo tanto, en este caso, las temperaturas de referencia absoluta o ambiental de cada uno de los seis terminales (T_{L1} -ENTRADA, T_{L1} -SALIDA, T_{L2} -ENTRADA, T_{L2} -SALIDA, ... etc.) se compararán con los valores predeterminados correspondientes valores umbral (T^*_{L1} -ENTRADA, T^*_{L1} -SALIDA, T^*_{L2} -ENTRADA, T^*_{L2} -SALIDA, ... etc.) que nuevamente pueden ser iguales o diferentes. La presencia de un fallo se indicará cuando la temperatura medida exceda el umbral, preferiblemente durante un período de tiempo preestablecido. El procesador 11 generará una o más señales de salida en consecuencia para el control de los dispositivos de alarma 16 y/o la comunicación en la línea de salida remota 15/17.

Las fuentes de alimentación de múltiples fases son propensas a sufrir el llamado desequilibrio de fase, en el que los niveles de potencia en las múltiples líneas de alimentación L_1 , L_2 , L_3 se diferencian entre sí. En dispositivos como motores multifásicos, esto puede causar daños sustanciales y acortar significativamente la vida útil del dispositivo. En una realización ventajosa, el sistema de monitorización de fallos puede configurarse opcionalmente para detectar adicionalmente incidentes de desequilibrio de fase. Así, en una rutina de desequilibrio de fase ("FASE"), el procesador 11 calcula la diferencia entre la temperatura medida de cada terminal ENTRADA y cada uno de los otros terminales ENTRADA, es decir, calculando $\Delta T_{L1/L2}$ -ENTRADA ($= T_{L1}$ -ENTRADA - T_{L2} -ENTRADA), $\Delta T_{L2/L3}$ -ENTRADA ($= T_{L2}$ -ENTRADA - T_{L3} -ENTRADA) y $\Delta T_{L3/L1}$ -ENTRADA ($= T_{L3}$ -ENTRADA - T_{L1} -ENTRADA), y/o la diferencia entre temperatura medida de cada terminal SALIDA y cada uno de los otros terminales SALIDA, es decir, calcular $\Delta T_{L1/L2}$ -SALIDA ($= T_{L1}$ -SALIDA - T_{L2} -SALIDA), $\Delta T_{L2/L3}$ -SALIDA ($= T_{L2}$ -SALIDA - T_{L3} -SALIDA) y $\Delta T_{L3/L1}$ -SALIDA ($= T_{L3}$ -SALIDA - T_{L1} -SALIDA). Cada una de las diferencias calculadas se compara con un valor umbral predeterminado correspondiente $\Delta T^*_{L1/L2}$ -ENTRADA, etc., que nuevamente puede ser diferente para cada par de terminales, pero más típicamente serán todos iguales. Una diferencia calculada entre la temperatura de dos terminales ENTRADA o dos terminales SALIDA mayores que el umbral correspondiente es indicativa de un desequilibrio de fase existente entre las dos líneas de alimentación en cuestión. El procesador está configurado para generar una o más señales de salida basadas en el cálculo que se comunican externamente a través de dispositivos de alarma locales tales como 16 y/o en la línea de salida remota 15/17. Al igual que con las funciones anteriores, el procesador puede configurarse para generar una señal de alarma solo cuando se ha indicado el desequilibrio de fase durante un período de tiempo preestablecido, por ejemplo, 60 segundos, para evitar falsas alarmas.

Los resultados de la rutina de desequilibrio de fase podrían ser tomados en cuenta en una señal de estado generada por el procesador 11 que indica el estado general de salud de los terminales como se mencionó anteriormente. En este caso, la señal de estado podría pasar a una señal de alarma si alguna de las rutinas ENTRADA-SALIDA, ALTA o FASE identifica un fallo de conexión o un desequilibrio de fase. Sin embargo, en los ejemplos preferidos, se generan múltiples señales de salida de modo que el módulo de salida puede indicar al uso no solo que hay un fallo o desequilibrio de fase, sino también cuál de las rutinas ha identificado el fallo o desequilibrio de fase, y preferiblemente qué terminal o línea de alimentación indica el fallo o el desequilibrio de fase.

5 En un ejemplo, la naturaleza y la ubicación del fallo y/o desequilibrio de fase se puede indicar de forma local mediante la aplicación del dispositivo(s) de alarma 16 como fuente de luz de varios colores (por ejemplo, LED) o como una matriz de fuentes de luz de diferentes colores. Por ejemplo, el dispositivo de alarma 16 podría ser una fuente de luz tricolor capaz de emitir, por ejemplo, luz verde, amarilla y roja (secuencialmente) bajo el control del procesador 11. El procesador puede configurarse para controlar la fuente de luz 16 para emitir luz verde cuando no hay condición de alarma (es decir, cuando ninguna de las rutinas ha identificado un fallo o desequilibrio de fase), y para pasar a luz amarilla o roja cuando se produce una condición de alarma está activa de acuerdo con la siguiente tabla:

Color de fuente de luz	Estado de fuente de luz	Significado
Verde	Sólida	Todo bien (sin alarma)
Amarillo	Sólida	Alarma de FASE
Amarillo	Sólido y luego intermitente codificado	T Fallo y ubicación del sensor
Rojo	Sólido y luego parpadeo codificado	Fallo ENTRADA-SALIDA y ubicación
Rojo	Intermitente codificado	Alarma ALTA y ubicación
Apagada	-	Pérdida de energía al dispositivo

10 En un ejemplo, cuando los identifica de rutina ENTRADA-SALIDA una diferencia de temperatura (por ejemplo, ΔT_{L1}) entre un par de sensores 12 en el mismo cable que excede el umbral de aviso (ΔT^*_{L1}) durante más de 60 segundos, el LED 16 cambia de color de verde a rojo. El LED estará en rojo fijo durante unos 5 segundos, seguido de una serie de "destellos" que indicarán la ubicación del sensor de temperatura más alta en el par de sensores correspondiente. Por ejemplo, un destello simple repetido a intervalos uniformes puede designar el terminal L1-ENTRADA, un destello doble repetido a intervalos uniformes puede designar el terminal L1-SALIDA, y así sucesivamente. Cuando la ruta ALTA indica que la temperatura de cualquier sensor 12 excede el umbral relevante, el LED 16 cambia de color de verde a rojo y es intermitente continuamente, por ejemplo, a una frecuencia diferente de cualquiera de las secuencias codificadas mencionadas anteriormente. Si la rutina FASE identifica una diferencia de temperatura entre dos sensores ENTRADA o dos SALIDA que es mayor que el umbral correspondiente durante más de 60 segundos, el LED 16 se ilumina en amarillo continuo. Opcionalmente, esto podría ir seguido de un código intermitente para indicar entre qué líneas de alimentación existe el desequilibrio de fase.

25 Como se muestra en la tabla anterior, el LED 16 puede opcionalmente también puede usarse para indicar si alguno de los sensores de temperatura 12 han fallado, que será detectado por el procesador 11, ya sea como un circuito abierto o un cortocircuito. Nuevamente, es posible que sea necesario detectar la condición de circuito abierto o cortocircuito durante un período de tiempo predeterminado, por ejemplo, 60 segundos, antes de que se genere una señal de alarma. En este ejemplo, el LED 16 se enciende en amarillo continuo durante 5 segundos seguido de una serie de 'destellos' codificados que indicarán la ubicación del sensor defectuoso.

30 Todas las alarmas están preferiblemente "enclavadas" de modo que si un evento de alarma desaparece (por ejemplo, una temperatura medida o las diferencias de temperatura calculadas vuelven a caer por debajo del umbral relevante), la alarma no se borrará automáticamente, sino que permanecerá en su lugar hasta que se reinicie por parte de un operador.

Debe indicarse que la rutina FASE es opcional.

35 Otras características de la segunda realización indicadas usando los mismos números de referencia en la figura 2 tal como se utilizan en la figura 1 son los mismos que en la primera realización y, por lo tanto, no se describirán de nuevo.

40 Los centros de control de dispositivos (DCC) 1 descritos hasta ahora se han configurado para el control de un solo dispositivo D. Sin embargo, en la práctica, el DCC 1 se configurará típicamente para controlar una pluralidad de dispositivos D a través de una pluralidad correspondiente de secciones de control 5, cada una opcionalmente alojada en una carcasa separada 2, tal como un cajón o una cubeta. La figura 3 muestra un diagrama esquemático del circuito de alimentación para un DCC 1 de este tipo que controla el suministro de energía desde una fuente de alimentación PS a múltiples dispositivos D. El DCC 1 podría ser, por ejemplo, un centro de control de motores

(MCC), una unidad de distribución de energía (PDU), un gabinete de distribución de energía (PDC), un gabinete de control de energía (PCC), un panel de energía remoto (RPP), un tablero de fusibles o un tablero de distribución. Si bien todos los dispositivos D están designados con el mismo identificador en la figura, en la práctica es probable que incluyan una mezcla de diferentes tipos de dispositivos, tales como motores, circuitos de iluminación, bombas, compresores, etc. Cada dispositivo (o tipo de dispositivo) D puede tener diferentes requisitos de suministro de energía y/o requisitos de control. Por ejemplo, algunos de los dispositivos pueden requerir alimentación monofásica, otros multifase, y algunos pueden requerir una línea conductora de retorno (neutra) L_n , mientras que otros no. Por lo tanto, aunque todos los dispositivos D se representan en la figura 3 como conectados a cuatro líneas de alimentación L_1 , L_2 , L_3 y L_4 , este puede no ser el caso en la práctica. De manera similar, aunque todas las secciones de control 5 están representadas de manera idéntica, en la práctica la funcionalidad de las secciones de control puede diferir dependiendo de los requisitos del dispositivo D al que está conectada la sección de control. Algunas secciones de control 5 de ejemplo se describirán en más detalle a continuación.

Del sistema de monitorización de fallos, solo las ubicaciones de los módulos de monitorización de fallos 10 se indican en la figura 3 y los otros componentes del sistema, tales como los sensores de temperatura, procesadores o módulos de salida (que pueden formar parte de los módulos de monitorización de fallos) no se muestran, para mayor claridad. Estos pueden implementarse como se discutió anteriormente en la primera y/o segunda realizaciones con respecto a cada sección de control 5, ejemplos adicionales de las cuales se describirán a continuación. La figura 3 tampoco representa ninguna línea de comunicación que pueda proporcionarse opcionalmente entre los módulos de monitorización de fallos 10 y/o a un dispositivo remoto o red. A continuación, se proporcionarán ejemplos de esto en relación con las figuras 10 y 11.

Por lo tanto, el DCC 1 recibe la energía de entrada desde una fuente de alimentación PS en primera, segunda y tercera líneas de alimentación L_1 , L_2 , L_3 en tres fases respectivas diferentes. También se proporciona una línea neutra o de retorno L_n . La potencia de entrada se recibe desde la fuente de alimentación PS a través de una entrada principal opcional 8 que puede incluir, por ejemplo, un interruptor o disyuntor. La energía entrante se distribuye a través del DCC a lo largo de las líneas eléctricas respectivas proporcionadas en un bus 6, y las ramas 7a, 7b y 7c suministran energía desde el bus a las columnas respectivas de las secciones de control 5. Por ejemplo, cada rama 7a, 7b, 7c puede comprender un conjunto de conductores verticales, uno para cada línea de alimentación L_1 , L_2 , L_3 , L_n , a la que cada una de las secciones de control 5 en la columna se conecta en sus terminales ENTRADA.

Cada una de las ramas 7b y 7c se representa como el suministro de energía a una columna respectiva de secciones de control 5, que aquí se contienen en carcasas individuales 2, que podrían ser cajones extraíbles o "cubetas" no extraíbles. Las implementaciones ejemplares de cada una se describen a continuación con referencia a las figuras 4 y 5 respectivamente. En la rama 7a, se representan diferentes secciones de control 5 en las carcasas 3, que comprenden alimentadores salientes tales como disyuntores adecuados para suministrar dispositivos de cargas variables. Un ejemplo de esto se proporciona a continuación en relación con la figura 6.

Volviendo a la figura 4, se muestra un diagrama esquemático de los contenidos de un cajón 2 en una realización. En la parte posterior del cajón, se proporciona una serie de terminales de conexión: cuatro terminales ENTRADA para la conexión al lado de la fuente de alimentación de las líneas de alimentación respectivas L_1 , L_2 , L_3 y L_n ; y cuatro terminales SALIDA para la conexión al lado del dispositivo de las líneas de alimentación respectivas L_1 , L_2 , L_3 y L_n . Físicamente, cada uno de los terminales comprende un conjunto de "mordazas" cargadas por resorte o una solución de conexión extraíble similar que forma una abrazadera que se puede colocar en los conductores DCC (terminales ENTRADA) y en los conductores conectados al dispositivo D respectivo (terminales SALIDA). Entre los terminales ENTRADA y SALIDA, las cuatro líneas de alimentación se enrutan entre varios componentes de aparellaje 5a, 5b y 5c que forman la sección de control 5. En este ejemplo, el componente 5a es el aislador principal y está montado en la superficie frontal del cajón 2. El componente 5b es un dispositivo de control tal como un contactor, un variador de frecuencia (VFD) o un arrancador suave. El componente 5c es una unidad que proporciona protección térmica/magnética contra sobrecargas. Se apreciará que los componentes del aparellaje ilustrados son meramente ejemplares y, en otros casos, la sección de control 5 podría comprender cualquier otro aparellaje adecuado, o solo uno o algunos de los ejemplos indicados. En este ejemplo, la sección de control 5 también comprende un dispositivo de medición opcional 5d, por ejemplo, para medir la tensión y/o corriente transportada por al menos algunas de las líneas de alimentación.

El módulo de monitorización de fallos en este ejemplo comprende un procesador 11 que recibe las temperaturas medidas desde ocho sensores de temperatura 12a, ... 12h, cada uno de los cuales está dispuesto para detectar la temperatura de uno de los terminales ENTRADA o SALIDA como se muestra. El módulo de monitorización de fallos aquí también incluye un dispositivo de alarma local 16 en forma de un LED multicolor colocado en el panel frontal del cajón o cubeta 2 para alertar a un operador sobre un evento de alarma o comunicar el estado de los terminales. El procesador 11 recibe energía a través de una conexión de CC 18 a la sección de control 5 (aquí proporcionada por el dispositivo de control 5b) y opcionalmente emite señales de salida a través de una línea de salida remota 15/17 conectada a un puerto de comunicaciones también disponible en la sección de control 5. Esta y otras opciones de comunicación remota se analizarán más adelante con referencia a las figuras 7, 10 y 11. Se puede proporcionar opcionalmente un sensor de temperatura ambiente 19 como se discutió anteriormente.

El procesador 11 está configurado para realizar la función ENTRADA-SALIDA, las funciones ALTA y (opcionalmente) FASE, en las temperaturas medidas por los sensores 12a a 12h, de la misma manera que ya se ha discutido anteriormente con respecto a las figuras 1 y 2. Si se identifica un fallo o un evento de desequilibrio de fase, el procesador 11 controla el LED 16 de la manera descrita anteriormente, y opcionalmente las señales de salida también se transmiten externamente en la línea de comunicaciones 15/17.

La figura 5 es un diagrama esquemático del contenido de una cubeta 2' en otra realización. Aquí, la cubeta 2' no está diseñada para ser extraíble en el uso diario, por lo que los terminales ENTRADA y SALIDA están configurados como conexiones con pernos o de estilo terminal en los conductores verticales (ENTRADA) y los conductores del dispositivo (SALIDA), en lugar de mordazas accionadas por resorte. Esta realización también difiere de la de la figura 4 en que solo se proporciona energía trifásica en tres líneas L₁, L₂ y L₃, y no se proporciona una línea neutra (aunque esto puede proporcionarse en otras implementaciones de estilo de cubeta dependiendo de los requisitos del dispositivo). Las características restantes de la realización son las mismas que las descritas anteriormente y el procesador 11 está configurado para realizar la rutina ENTRADA-SALIDA, las rutinas ALTA y (opcionalmente) FASE como ya se describió.

La figura 6 muestra esquemáticamente un disyuntor 3 tal como puede desplegarse en la rama 7a del DCC que se muestra en la figura 3. Por lo general, esto también estará contenido en un caso (que no se muestra en la figura 6). La sección de control 5 está cableada entre el lado de la fuente de alimentación de las tres líneas de alimentación L₁, L₂ y L₃ (terminales de ENTRADA) y el lado del dispositivo de las mismas tres líneas (terminales de SALIDA). Se proporciona un módulo de monitorización de fallos equipado con sensores de temperatura 12 como antes para detectar las temperaturas de los seis terminales y realizar las rutinas ENTRADA-SALIDA y ALTA (y opcionalmente FASE) como ya se describió para identificar la presencia de fallos de conectividad y/o desequilibrio de fase. En este ejemplo, solo se proporciona un dispositivo de salida local 16 y no hay línea de salida remota, pero en otras implementaciones también se puede agregar una línea remota 15/17.

Dos implementaciones ejemplares de módulos de monitorización de fallos 10 que pueden ser utilizados en cualquiera de las realizaciones anteriores se describirán ahora con referencia a las figuras 7(a) y 7(b). Ambas implementaciones ejemplares incluyen un procesador local 11 que está preprogramado para realizar al menos la rutina ENTRADA-SALIDA descrita anteriormente, las rutinas ALTA y (opcionalmente) FASE. Sin embargo, como se mencionó anteriormente en otras realizaciones, este nivel de procesamiento puede realizarse centralmente, por ejemplo, en un ordenador al que están conectados todos los módulos de monitorización de fallos 10. Dichas implementaciones se discutirán más adelante.

En las realizaciones de las figuras 7(a) y 7(b), el procesador 11 se proporciona en una placa de circuito o similares, preferiblemente encerrado en un alojamiento 10a que está equipado con puntos de acceso adecuados para hacer las conexiones con cada uno de los componentes descritos a continuación. El alojamiento 10a está dimensionado preferiblemente para ocupar un espacio mínimo dentro de la carcasa DCC, por ejemplo, que tiene dimensiones máximas de 80 x 60 x 20 mm. El alojamiento 10a está diseñado preferiblemente con un montaje en raíl DIN en su cara estrecha.

Los sensores de temperatura 12 antes mencionados (de los que típicamente puede haber 6) están conectados al procesador 11 a través de cables 13 y un conector 20 que se describirá adicionalmente a continuación con referencia a la figura 8. En ambas realizaciones, se proporcionan terminales de entrada de fuente de alimentación 18a/b para conectar el procesador a una fuente de alimentación de corriente alterna o continua, por ejemplo, una fuente de alimentación de CC de 12 a 48 V que puede estar disponible típicamente en la sección de control 5 como se mencionó anteriormente. Alternativamente, los terminales 18a/b podrían reemplazarse por una fuente de alimentación a bordo, tal como una batería. También se proporcionan en ambas realizaciones terminales de salida 16a/b para la conexión a un dispositivo de alarma local 16 tal como la fuente de luz, por ejemplo, LED, mencionada en realizaciones anteriores. En la práctica, los terminales de salida 16a/b pueden ser controlados por el procesador 11 a través de una salida de relé.

Las dos realizaciones mostradas en las figuras 7(a) y (b) proporcionan una línea de salida remota a través de la cual al menos una señal de salida puede comunicarse a un dispositivo remoto. Sin embargo, la naturaleza y el alcance de esta comunicación remota difiere entre las realizaciones. En la realización de la figura 7(a), la línea de salida remota 15 es otra salida de relé (preferiblemente un contacto de salida de relé seco) que puede usarse para controlar un dispositivo de alarma remoto (no mostrado). Por ejemplo, este dispositivo de alarma remota podría ser una sirena o un indicador en un panel, ubicado fuera del DCC, que se activa mediante una señal de alarma del procesador 11 para indicar la ocurrencia de un fallo de conectividad o desequilibrio de fase en la sección de control particular a qué módulo de monitorización de fallos 10 está conectado. En otro ejemplo, la salida de relé 15 podría proporcionar una entrada a un ordenador remoto que está configurada para alertar a un usuario de la presencia de un fallo o desequilibrio de fase al informar la recepción de una señal de alarma en la línea 15, por ejemplo, enviando un mensaje a un usuario y/o indicando un fallo en una interfaz gráfica de usuario representativa del DCC. La salida de relé 15 puede ser controlada por el procesador 11 de la misma manera que se ha descrito anteriormente en relación con su control del dispositivo de alarma local 16, por ejemplo, para proporcionar información en la señal sobre cuál de las rutinas de ENTRADA/SALIDA, ALTA o FASE han indicado el fallo o el desequilibrio de fase y, opcionalmente, qué terminal tiene el fallo. Sin embargo, no se puede obtener más información, tal como los datos de

temperatura medidos o calculados, a través de la línea de relé 15.

La realización del módulo de monitorización de fallos 10 mostrado en la figura 7(b) está equipada con funcionalidad de comunicaciones más sofisticado, además de la línea de alarma local 16 y el relé de salida 15 (o como alternativa). El procesador 11 está provisto de un módulo de salida que incluye un dispositivo de comunicaciones 11a que está configurado para convertir la salida de datos por el procesador en un protocolo de comunicaciones adecuado, preferiblemente un protocolo de comunicaciones en serie, tal como MODBUS. En la práctica, esta funcionalidad se puede incluir en la del propio procesador 11. Se proporcionan una o más líneas de datos 17 para conectar el módulo 10 a un dispositivo remoto o red que funciona en dicho protocolo de datos. Por ejemplo, en la realización de la figura 7(b), los artículos 17a y 17b son dos terminales de tornillo para la conexión de una red MODBUS RS485 en cadena. Por supuesto, se podría usar cualquier otro protocolo de datos, pero se prefiere un protocolo de datos en serie no patentado como MODBUS porque será respaldado por una amplia gama de fabricantes de DCC en muchas industrias.

La salida de datos en las líneas de datos 17a, 17b y/o 17c podría ser una o más de las señales de salida generadas por el procesador 11 ya discutido anteriormente, por ejemplo, una o más señales de estado que indican evento con alarma o sin alarma. Alternativamente o, además, las salidas en las líneas 17a, 17b y/o 17c podrían comprender datos de temperatura tal como cualquiera de: las temperaturas medidas desde los sensores 12 (referenciadas contra la temperatura ambiente), o cualquier diferencia de temperatura calculada por las rutinas de ENTRADA-SALIDA o ALTA o FASE opcional. De esta forma, se puede obtener información adicional sobre el estado de los terminales, por ejemplo, la magnitud de cualquier aumento de temperatura, lo que permite una monitorización más precisa. A continuación, se describirán ejemplos de redes a las que se puede conectar el módulo 10 a través de las líneas 17a, 17b y/o 17c.

La conexión de datos habilitada por las líneas 17a, 17b y/o 17c puede opcionalmente también ser utilizada para cargar los datos al módulo 10, por ejemplo, para actualizar el software en el procesador 11 y/o para establecer ciertos parámetros tales como los diversos umbrales mencionados anteriormente como ΔT^*_{L1} , etc., usado en la rutina ENTRADA-SALIDA, $T^*_{L1-ENTRADA}$, etc., usado en la rutina ALTA, y/o $\Delta T^*_{L1/L2-ENTRADA}$, etc., usado en la rutina FASE, así como los períodos de tiempo preestablecidos opcionales para los cuales se debe detectar un evento de alarma antes de que se emita una señal de alarma. En tales realizaciones, estos valores pueden almacenarse en la memoria en el procesador 11 y escribirse a los mismos utilizando técnicas conocidas enviando comandos apropiados al procesador 11 a través del protocolo de red seleccionado.

Sin embargo, en los ejemplos preferidos, valores tales como los umbrales mencionados anteriormente pueden ser o bien ajuste de fábrica, o seleccionables por el usuario de una lista de opciones establecidas de fábrica. Esto es particularmente ventajoso en realizaciones como la de la figura 7(a), en la que no hay entrada de datos disponible, pero sigue siendo la implementación preferida en realizaciones como la de la figura 7(b) donde tal comunicación es posible, ya que la instalación es más directa y menos propensa a errores de usuario.

Por lo tanto, en todas las realizaciones, el módulo 10 está provisto preferiblemente de una entrada de usuario adecuada, tal como una serie de interruptores (por ejemplo, cualquiera de los dos interruptores giratorios o DIP) 14 que puede ser utilizado para establecer el(los) valor(es) de los umbrales seleccionados para utilizar en los cálculos mencionados anteriormente. Esto permite al usuario adaptar el sistema de monitorización de fallos a las circunstancias particulares de la instalación, por ejemplo, seleccionar un nivel más alto o más bajo de sensibilidad a fallos y/o tener en cuenta las temperaturas ambiente inusualmente altas o bajas. En los ejemplos que se muestran en las figuras 7(a) y (b), se proporciona un conjunto de ocho interruptores DIP 14 que el instalador puede utilizar para establecer los valores del umbral ENTRADA-SALIDA ΔT^*_{Lm} (siendo el mismo valor umbral utilizado en relación con cada línea de alimentación L_m si se debe proporcionar más de una), el umbral ALTA T^*_{Lm} (el mismo valor de umbral que se utiliza para cada terminal) y el umbral FASE $\Delta T^*_{Lx/Ly-ENTRADA}$ (el mismo umbral valor utilizado para cada par de líneas eléctricas).

Por ejemplo, los tres primeros interruptores (cada uno de los cuales se puede ajustar a un valor de "1" o "0") se puede utilizar para seleccionar el valor de umbral ENTRADA-SALIDA de una lista de opciones prealmacenadas, por ejemplo:

Posiciones del interruptor	ΔT^*_{Lm}
0,0,0	10°C
0,0,1	14°C
0,1,0	18°C
0,1,1*	22°C

ES 2 806 679 T3

1,0,0	26°C
1,0,1	30°C
1,1,0	34°C
1,1,1	38°C

La entrada en estrella 0,1,1 (= 22 grados C) indica la configuración predeterminada preferida con la que el módulo 10 puede salir de la fábrica.

5 De manera similar, el cuarto, quinto y sexto interruptores de bloque 14 se pueden utilizar para seleccionar el valor de umbral alto de una lista de opciones prealmacenadas, por ejemplo:

Posición del interruptor	T* _{Lm}
0,0,0	55°C
0,0,1	60°C
0,1,0	65°C
0,1,1*	70°C
1,0,0	75°C
1,0,1	80°C
1,1,0	85°C
1,1,1	90°C

Una vez más, la entrada en estrella 0,1,1 (= 70 grados C) indica el ajuste de fábrica por defecto preferido.

Los dos últimos interruptores (séptimo y octavo) se pueden usar para seleccionar el valor de umbral de FASE entre cuatro opciones almacenadas previamente, por ejemplo:

Posición del interruptor	$\Delta T^*_{Lx/Ly-ENTRADA}$
0,0	10°C
0,1*	14°C
1,0	18°C
1,1	22°C

10 Cuando el módulo 10 está provisto de una salida de datos 17 para la conexión a una red, también será necesario establecer la dirección de red del módulo 10. Si uno o más de los valores de umbral anteriores se establecen por otros medios (por ejemplo, escribiendo directamente al procesador 11 a través de los canales de comunicaciones), algunos de los interruptores en el bloque 14 podrían usarse para este propósito. Alternativamente, podría proporcionarse otro conjunto de interruptores para que el instalador establezca la dirección de red. Por ejemplo, se puede usar un conjunto de 5 interruptores para seleccionar una dirección de red entre 1 y 31, asignando a cada interruptor un valor como se muestra a continuación. La dirección asignada será la suma de los interruptores que el instalador establece en "1":

15

ES 2 806 679 T3

Interruptor	Valores de esclavo Modbus
1	1
2	2
3	4
4	8
5	16

En realizaciones de este tipo equipadas con una funcionalidad de comunicaciones de red, el procesador 11 típicamente se programará de acuerdo con el protocolo seleccionado (por ejemplo, MODBUS) para mantener cada elemento de datos en un registro asignado en consecuencia. En un ejemplo, se podrían proporcionar los siguientes registros MODBUS:

5

Registro	Tipo	Acceso	Tamaño de datos	Descripción
1	Bobina booleana	Solo lectura	Bit	Alarma ENTRADA-SALIDA
2	Bobina booleana	Solo lectura	Bit	Alarma ALTA
3	Bobina booleana	Solo lectura	Bit	Alarma FASE
4	Bobina booleana	Solo lectura	Bit	Alarma de fallo del sensor
5	Bobina booleana	Solo lectura	Bit	Alarma agregada
6	Bobina booleana	Solo lectura	Bit	Monitor de encendido/apagado
7	Bobina booleana	Leer/Escribir	Bit	Registro de cajón 'fuera de servicio'
30001	Entero de entrada	Solo lectura	16 bit	Versión de firmware
30002	Entero de entrada	Solo lectura	16 bit	Número de serie - bits altos
30003	Entero de entrada	Solo lectura	16 bit	Número de serie - bits bajos
30010	Entero firmado de entrada	Solo lectura	16 bit	T _{L1-ENTRADA} (°C x 10)
30011	Entero firmado de entrada	Solo lectura	16 bit	T _{L2-ENTRADA} (°C x 10)
30012	Entero firmado de entrada	Solo lectura	16 bit	T _{L3-ENTRADA} (°C x 10)
30013	Entero firmado de entrada	Solo lectura	16 bit	T _{L1-SALIDA} (°C x 10)
30014	Entero firmado de	Solo lectura	16 bit	T _{L2-SALIDA} (°C x 10)

	entrada			
30015	Entero firmado de entrada	Solo lectura	16 bit	$T_{L3-SALIDA}$ (°C x 10)
30016	Entero firmado de entrada	Solo lectura	16 bit	T_{AMB} (°C x 10)
40001	Entero de permanencia	Leer/Escribir	16 bit	ΔT^*_{Lm} (°C x 10).
40002	Entero de permanencia	Leer/Escribir	16 bit	T^*_{Lm} (°C x 10).
40003	Entero de permanencia	Leer/Escribir	16 bit	$\Delta T^*_{Lx/Ly-ENTRADA}$ (°C X 10)

Por lo tanto, los registros 1, 2 y 3 indican "1" (alarma) o "0" (sin alarma) según si el procesador ha identificado un evento de alarma basado en la función ENTRADA-SALIDA, la función ALTA o la función FASE, respectivamente. El registro 4 indica "1" si se ha detectado un sensor de temperatura 12 como defectuoso (por ejemplo, debido a un cortocircuito o circuito abierto), y "0" si no. El registro 5 es un registro de alarma "común" que se establecerá en "0" si no existe una condición de alarma y en "1" si existe una o más de las alarmas en los registros 1 a 4. El registro 6 es un registro de "vigilancia" que alterna continuamente entre "1" y "0" en un intervalo preestablecido para permitir que un sistema externo confirme que el procesador 11 está operativo. El registro 7 se proporciona para permitir al usuario informar al procesador si la sección de control 5 en la que está instalado el módulo 10 que contiene el procesador 11 está en servicio ("1") o fuera de servicio ("0"). Al configurar el registro como fuera de servicio, las funciones del módulo de monitorización de fallos 10 se desactivan de modo que se pueda trabajar en la sección de control 5, por ejemplo, desconectada, sin activar una alarma.

Los registros 30001 a 30003 son registros de varios bits para el almacenamiento de datos, como el número de versión del firmware o software con el que se programa el procesador 11, y un número de serie del procesador particular.

Los registros 30010 a 30016 son registros de múltiples bits para cada una de las temperaturas medidas por los sensores de temperatura 12a a 12h y el sensor de temperatura ambiente 19 (T_{AMB}).

Los registros 40001 a 40003 son registros de múltiples bits que contienen los valores de umbral ENTRADA-SALIDA, ALTA y FASE respectivamente. Como se describió anteriormente, estos pueden establecerse mediante interruptores DIP 14 locales al procesador, o mediante comunicación a través de la red.

En todas las realizaciones, los sensores de temperatura 12 podrían conectarse al procesador 11 o conectarse a través de bloques de terminales estándar, por ejemplo, a través de una placa de circuito tal como una PCB en la que se lleva el procesador 11. Sin embargo, en realizaciones preferidas se proporciona un conjunto de conexión 20 a través del cual los sensores de temperatura se pueden acoplar de forma desmontable al resto del módulo 10. Esto no solo aumenta la facilidad de instalación, sino que permite el reemplazo directo de los sensores en caso de que uno se dañe o si se requiere un tipo diferente de sensor o cable de sensor. Las figuras 8(a) y (b) muestran dos implementaciones preferidas de dicho conjunto de conexión 20. En la realización de la figura 8(a), los sensores de temperatura 12 están cableados a una unidad de conexión de múltiples clavijas (por ejemplo, un enchufe) 22 y se proporciona una unidad de conexión de múltiples clavijas correspondiente (por ejemplo, un enchufe) para acoplarse a la misma. De esta manera, todos los sensores 12 pueden conectarse al procesador en una sola acción. Esto permite pruebas y conexiones simples al módulo 10, así como:

- Pruebas simples y de bajo costo de los sensores 12 antes del envío;
- Reducción del tiempo de montaje en la fábrica;
- Tiempo de instalación reducido y habilidades reducidas requeridas por el instalador;
- Calidad mejorada de las conexiones de los sensores al procesador 11;
- Reemplazo directo en servicio de cualquier sensor dañado 12; y
- Se deben suministrar varias longitudes de cable de sensor y/o variaciones de UL para el cable 13.

Una variante de esta realización se muestra en la figura 8(b). Aquí, la unidad de conexión 22 a la que están conectados los sensores comprende un conjunto de conectores de bloque de terminales 22b (uno para cada sensor), unidos al conector de múltiples clavijas 22a. Esto permite al instalador seleccionar, por ejemplo, diferentes longitudes de cable del sensor para cada uno de los sensores.

- 5 En todas las realizaciones, se prefiere que los sensores estén etiquetados o codificados de otra manera (por ejemplo, mediante la elección del color del cable) para indicar de qué terminal es cada uno para medir la temperatura, ya que es crítico que la ubicación de cada entrada de temperatura sea conocida.

10 En todas las realizaciones, los propios sensores de temperatura 12 (y el sensor de ambiente 19, si se proporcionan) podrían adoptar diversas formas diferentes y podrían desplegarse en diferentes posiciones dependiendo de la geometría de la instalación. Sin embargo, en todos los casos, la temperatura de cada terminal debe medirse lo más cerca posible del terminal. Dado que puede ser difícil garantizar un buen contacto físico entre un sensor y una terminación (que puede tener una forma irregular), por lo tanto, puede ser preferible utilizar sensores de temperatura sin contacto, tal como termómetros de radiación, por ejemplo, detectores infrarrojos, ubicados de manera tal como para recibir la radiación emitida por los terminales respectivos. En otras realizaciones, se prefiere usar sensores de temperatura de contacto tales como termistores o termopares (si se usan termopares, entonces es esencial una referencia de temperatura ambiente 19). Por ejemplo, son adecuados los sensores de termistor con valores de resistencia de tipo 10K3A1.

15 Sensores de contacto tales como termistores están montados preferiblemente lo más cerca posible a los terminales respectivos, por ejemplo, en uno de los cables adyacentes a la terminación. Para mejorar la precisión de la medición, es deseable aislar cada sensor de temperatura de la temperatura ambiente para que su temperatura coincida con la del terminal o cable al que está pegado lo más cerca posible.

20 Por lo tanto, en realizaciones preferidas, cada sensor 12 está provisto de una cubierta formada de un material aislante térmico, dispuesta para reducir la transferencia de calor entre el sensor de temperatura y el entorno ambiente en relación con la transferencia de calor entre el sensor de temperatura y el terminal respectivo. Las figuras 9(a) y (b) muestran dos ejemplos de cubiertas adecuadas. En la figura 9(a), el sensor de temperatura 12 (aquí un termistor) se fija a la superficie del cable C utilizando una cinta adhesiva aislante térmica 25 que se envuelve alrededor del sensor 12 y el cable C (y preferiblemente no pasa entre el cable C y el sensor 12). El material a partir del cual se forma la cinta 25 comprende preferiblemente una espuma o tela tridimensional que contiene bolsas de aire u otro gas para proporcionar un mayor aislamiento térmico. La figura 9(b) muestra una realización alternativa en la que se proporciona una cubierta 26 en forma de un bloque formado de un material aislante tal como plástico. El bloque 26 está dimensionado para alojar el sensor 12 en una cavidad del mismo. El material aislante del que está hecho el bloque 26 se extiende al menos alrededor de los lados del sensor 12, que de lo contrario estaría expuesto a las condiciones ambientales. El bloque 26 puede estar abierto en la superficie subyacente de modo que no haya material aislante entre el sensor 12 y el cable C, o podría tener una pared o membrana más delgada aquí para una transferencia térmica relativamente alta. El bloque 26 se puede unir al cable C usando un medio mecánico, tal como una atadura de cables (no mostrada) o mediante un adhesivo 27 adecuado.

25 Como ya se describió, el DCC típicamente incluirá una pluralidad de secciones de control 5 y preferiblemente cada una estará provista de un módulo de monitorización de fallos 10 de uno de los tipos descritos anteriormente. Cada módulo de monitorización de fallos podría simplemente proporcionar una salida local, tal como el dispositivo de alarma 16 mencionado anteriormente. Sin embargo, más preferiblemente, los módulos 10 están conectados a uno o más dispositivos remotos para que la ocurrencia de un evento de alarma pueda notificarse a personas alejadas del DCC, o incluso fuera del sitio.

30 Si los módulos 10 están provistos de líneas de salida de relé 15 como se describe en relación con la figura 7 anterior, todas estas salidas se pueden conectar a un dispositivo remoto adecuado, tal como un panel de visualización o un dispositivo de entrada en una red informática para convertir señales en las líneas de retransmisión 15 en notificaciones apropiadas para los usuarios.

35 Cuando los módulos 10 incluyen módulos de comunicaciones y salidas de datos 17 (por ejemplo, MODBUS), los módulos están preferiblemente conectados a una red de comunicaciones adecuada que opera en el protocolo seleccionado. Un ejemplo de una red de este tipo se muestra en la figura 10. Cabe señalar que los circuitos de alimentación del DCC en el que se implementa el sistema de monitorización de fallos (por ejemplo, como se muestra en la figura 3) también estarán presentes, pero no se muestran en la figura 10. Solo los componentes seleccionados de los módulos de monitorización de fallos 10 se representan para mayor claridad, pero en la práctica cada uno de estos puede implementarse con cualquiera o todas las características descritas en las realizaciones anteriores. Por lo tanto, la pluralidad de módulos de monitorización de fallos 10 están conectados a través de líneas de datos 17 para formar una red en la que también reside al menos un controlador 31 y preferiblemente uno o más dispositivos de entrada de usuario y/o pantallas tales como 32 y 33. Cada módulo 10 se comunica con el controlador 31 utilizando el protocolo serie seleccionado (por ejemplo, MODBUS), emitiendo datos tales como el estado de alarma y/o datos de temperatura. La red también se puede usar para ingresar datos a los módulos 10 como se describió anteriormente. Las alarmas y otros datos se pueden indicar a los usuarios a través de interfaces 32, 33 en la red.

- Los sistemas en red, tales como el que se muestra en la figura 10, también se prestan a implementaciones alternativas en las que las funciones de procesamiento anteriormente descritas no se realizan de forma local dentro de cada módulo 10, sino más bien en un procesador remoto 11', que podría, por ejemplo, formar parte del controlador 31. Así, los procesadores locales 11 en cada módulo 10 podrían simplemente transmitir las temperaturas medidas por los sensores de temperatura 12 al procesador central 11' que luego podría realizar la rutina ENTRADA-SALIDA, la rutina ALTA y (opcionalmente) la rutina FASE, para cada módulo 10 y generar las señales de salida necesarias para la comunicación a los usuarios a través de las interfaces 32/33 y/o controlar de forma remota los dispositivos de alarma 16 que preferiblemente todavía pueden estar localizados en cada módulo 10 (a través de los procesadores locales 11).
- 5
- 10 Una implementación de red alternativa se muestra en la figura 11. Aquí, en lugar de conectar todos los módulos 10 a la red en serie, se proporcionan agregadores de red 35, cada uno de los cuales acepta entradas de un subconjunto de los módulos 10 y proporciona comunicaciones entre ese subconjunto y el resto de la red. Por ejemplo, cada unidad 35 puede ser un agregador MODBUS que acepta hasta 32 entradas y proporciona una salida de dispositivo esclavo MODBUS simple. El uso de agregadores 35 reduce el tráfico de red y simplifica la instalación de los
- 15
- módulos 10.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de monitorización de fallos (10, 30) para detectar fallos de conectividad en un centro de control de dispositivos (1), comprendiendo el centro de control de dispositivos al menos una sección de control (5) configurada para controlar el suministro de energía eléctrica desde una fuente de energía a al menos un dispositivo (D) respectivo, estando la o cada sección de control conectada eléctricamente entre la fuente de alimentación y el al menos un dispositivo respectivo en un primer par de terminales y en un segundo par de terminales, conectando uno de los primeros pares de terminales la sección de control del lado de la fuente de alimentación de una primera línea de alimentación y conectando el otro del primer par de terminales la sección de control al lado del dispositivo de la primera línea de alimentación, de modo que la sección de control complete el circuito de alimentación del dispositivo, y conectando el segundo par de terminales la sección de control al lado de la fuente y al lado del dispositivo, ya sea de una segunda línea de alimentación que transporta energía con una fase diferente de la de la primera línea de alimentación o de un cable de alimentación neutro, comprendiendo el sistema de monitorización de fallos (10, 30):
- un sensor de temperatura ambiente (19), adaptado para detectar la temperatura ambiente T_{AMB} ,
- para la o cada sección de control (5), al menos un primer par de sensores de temperatura (12a, 12b) y un segundo par de sensores de temperatura (12c, 12d), estando uno de los primeros pares de sensores de temperatura adaptado para detectar la temperatura de uno de los primeros pares de terminales ($T_{L1-ENTRADA}$), y estando el otro del primer par de sensores de temperatura adaptado para detectar la temperatura del otro del primer par de terminales ($T_{L1-SALIDA}$); y estando uno del segundo par de sensores de temperatura adaptado para detectar la temperatura de uno de los segundos terminales ($T_{L2-ENTRADA}$ o $T_{Ln-ENTRADA}$), y estando el otro del segundo par de sensores de temperatura adaptado para detectar temperatura del otro del segundo par de terminales ($T_{L2-SALIDA}$ o $T_{Ln-SALIDA}$);
- un procesador (11) configurado para recibir las temperaturas detectadas, calcular una diferencia ENTRADA-SALIDA para el primer par de terminales, siendo la diferencia ENTRADA-SALIDA para el primer par de terminales una diferencia entre las temperaturas del primer par de terminales (ΔT_{L1}), calcular una diferencia ENTRADA-SALIDA para el segundo par de terminales, siendo la diferencia ENTRADA-SALIDA para el segundo par de terminales una diferencia entre las temperaturas del segundo par de terminales (ΔT_{L2} o ΔT_{Ln}), comparar cada diferencia ENTRADA-SALIDA calculada con un valor umbral respectivo predeterminado (ΔT^*_{L1} , ΔT^*_{L2} o ΔT^*_{Ln}), por lo que una diferencia ENTRADA-SALIDA calculada (ΔT_{L1} , ΔT_{L2} o ΔT_{Ln}) mayor que el valor umbral respectivo predeterminado (ΔT^*_{L1} , ΔT^*_{L2} o ΔT^*_{Ln}) es indicativo de un fallo de conectividad en uno de los respectivos pares de terminales, y el procesador está configurado además para comparar la temperatura detectada de cada terminal ($T_{L1-ENTRADA}$, $T_{L1-SALIDA}$, ...) en relación con la temperatura ambiente detectada T_{AMB} contra un valor umbral predeterminado respectivo ($T^*_{L1-ENTRADA/AMB}$, $T^*_{L1-SALIDA/AMB}$, ...), por lo que una temperatura relativa detectada mayor que el valor umbral predeterminado correspondiente es indicativa de un fallo de conectividad en el terminal respectivo, y para generar al menos una señal de salida basada en los resultados de las comparaciones; y
- un módulo de salida (16) adaptado para recibir las señales de salida generadas por el procesador y para comunicar las señales de salida externamente;
- en el que el procesador (11) está adaptado de modo que la al menos una señal de salida generada por el procesador incluye al menos una señal de estado que es una señal de alarma si se indica un fallo de conectividad en uno de los terminales.
2. Un sistema de monitorización de fallos de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el procesador (11) está adaptado de modo que la al menos una señal de salida generada por el procesador incluye datos de temperatura detectados que preferiblemente comprenden cualquiera de: las temperaturas detectadas de uno o más de los terminales ($T_{L1-ENTRADA}$, $T_{L1-SALIDA}$, ...), y/o una o más diferencias de temperatura calculadas (ΔT_{L1} , ΔT_{L2} , $\Delta T_{L1/L2-ENTRADA}$, $T_{L1-ENTRADA/AMB}$, ...).
3. Un sistema de monitorización de fallos de acuerdo con la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en el que el módulo de salida (16) comprende al menos un dispositivo de alarma, preferiblemente un dispositivo de alarma visual y/o de audio, que es controlado por la(s) señal(es) de salida del procesador.
4. Un sistema de monitorización de fallos de acuerdo con la reivindicación 3, en el que el procesador (11) está configurado para controlar el al menos un dispositivo de alarma para emitir una alarma diferente en función del cálculo realizado por el procesador indica el fallo de conectividad, y opcionalmente en el que las diferentes alarmas identifican el terminal o la línea de alimentación que indica el fallo de conectividad, preferiblemente activando al menos un dispositivo de alarma de acuerdo con una secuencia codificada.
5. Un sistema de monitorización de fallos de acuerdo con la reivindicación 3 o 4, en el que el al menos un dispositivo de alarma es local al módulo de salida y el módulo de salida además proporciona un canal de salida remoto, configurado para emitir al menos una de las señales de salida a un ordenador remoto o red, preferiblemente a través de un relé, más preferiblemente un relé de contacto seco.
6. Un centro de control de dispositivo (1), que comprende al menos una sección de control (5) configurada para controlar el suministro de energía eléctrica desde una fuente de alimentación a al menos un dispositivo (D)

- respectivo, estando la o cada sección de control conectada eléctricamente entre la energía fuente y el dispositivo respectivo en al menos un primer par de terminales, conectando uno de los primeros pares de terminales la sección de control al lado de la fuente de alimentación de una primera línea de alimentación y conectando el otro del primer par de terminales la sección de control al lado del dispositivo de la primera línea de alimentación, de manera que la sección de control complete el circuito de alimentación del dispositivo, y un sistema de monitorización de fallos (10, 30) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores.
7. Un centro de control de dispositivos de acuerdo con la reivindicación 6, que comprende una pluralidad de secciones de control (5).
8. Un método para detectar fallos de conectividad en un centro de control de dispositivos (1), comprendiendo el centro de control de dispositivos (1) al menos una sección de control (5) configurada para controlar el suministro de energía eléctrica desde una fuente de energía a al menos un dispositivo (2) respectivo, estando la o cada sección de control (5) conectada eléctricamente entre la fuente de alimentación y el al menos un dispositivo respectivo en un primer par de terminales y en un segundo par de terminales, conectando uno de los primeros pares de terminales la sección de control del lado de la fuente de alimentación de una primera línea de alimentación y conectando el otro del primer par de terminales la sección de control al lado del dispositivo de la primera línea de alimentación, de modo que la sección de control complete el circuito de alimentación del dispositivo, y conectando el segundo par de terminales la sección de control al lado de la fuente y al lado del dispositivo, ya sea de una segunda línea de alimentación que transporta energía con una fase diferente de la de la primera línea de alimentación o de un cable de alimentación neutro, comprendiendo el método:
- detectar la temperatura ambiente T_{AMB} ,
- para la o para cada sección de control (5), detectando la temperatura de uno de los primeros pares de terminales ($T_{L1-ENTRADA}$), y el otro del primer par de terminales ($T_{L1-SALIDA}$), y detectando la temperatura de uno del segundo par de terminales ($T_{L2-ENTRADA}$ o $T_{Ln-ENTRADA}$), y el otro del segundo par de terminales ($T_{L2-SALIDA}$ o $T_{Ln-SALIDA}$);
- en un procesador (11), calcular una diferencia ENTRADA-SALIDA para el primer par de terminales, siendo la diferencia ENTRADA-SALIDA para el primer par de terminales una diferencia entre las temperaturas del primer par de terminales (ΔT_{L1}), calcular una diferencia ENTRADA-SALIDA para el segundo par de terminales, siendo la diferencia ENTRADA-SALIDA para el segundo par de terminales una diferencia entre las temperaturas del segundo par de terminales (ΔT_{L2} o ΔT_{Ln}), comparar cada diferencia ENTRADA-SALIDA calculada con un valor umbral respectivo predeterminado (ΔT^*_{L1} , ΔT^*_{L2} o ΔT^*_{Ln}), mediante el cual una diferencia ENTRADA-SALIDA calculada (ΔT_{L1} , ΔT_{L2} o ΔT_{Ln}) mayor que el valor umbral respectivo predeterminado (ΔT^*_{L1} , ΔT^*_{L2} o ΔT^*_{Ln}) es indicativo de un fallo de conectividad en uno de los respectivos pares de terminales, y comparar la temperatura detectada de cada terminal ($T_{L1-ENTRADA}$, $T_{L1-SALIDA}$, ...) en relación con la temperatura ambiente detectada T_{AMB} contra un valor umbral predeterminado respectivo ($T^*_{L1-ENTRADA/AMB}$, $T^*_{L1-SALIDA/AMB}$, ...), mediante el cual una temperatura relativa detectada mayor que el valor umbral predeterminado correspondiente es indicativo de un fallo de conectividad en el terminal respectivo y genera al menos una señal de salida en función de los resultados de las comparaciones ; y
- en un módulo de salida (16), que recibe las señales de salida generadas por el procesador y para comunicar las señales de salida externamente;
- en el que la al menos una señal de salida generada por el procesador (11) incluye al menos una señal de estado que es una señal de alarma si se indica un fallo de conectividad en uno de los terminales.
9. Un método de acuerdo con la reivindicación 8, en el que la al menos una señal de salida incluye datos de temperatura detectados que preferiblemente comprenden cualquiera de: las temperaturas detectadas de uno o más de los terminales ($T_{L1-ENTRADA}$, $T_{L1-SALIDA}$, ...), y/o una o más diferencias de temperatura calculadas (ΔT_{L1} , ΔT_{L2} , $\Delta T_{L1/L2-ENTRADA}$, $T_{L1-ENTRADA/AMB}$, ...).
10. Un método de acuerdo con las reivindicaciones 8 o 9, en el que el módulo de salida (16) comprende al menos un dispositivo de alarma, preferiblemente un dispositivo de alarma visual y/o de audio, que es controlado por la(s) señal(es) de salida del procesador.
11. Un método de acuerdo con la reivindicación 10, en el que el al menos un dispositivo de alarma se controla para emitir una alarma diferente en función del cálculo realizado por el procesador que indica el fallo de conectividad, en el que opcionalmente las diferentes alarmas identifican el terminal o la línea de alimentación que indica el fallo de conectividad, preferiblemente activando al menos un dispositivo de alarma de acuerdo con una secuencia codificada.
12. Un método de acuerdo con la reivindicación 10 u 11, en el que el al menos un dispositivo de alarma es local al módulo de salida y el módulo de salida emite adicionalmente al menos una de las señales de salida en un canal de salida remoto a un ordenador o red remota, preferiblemente a través de un relé, más preferiblemente un relé de contacto seco.

13. Un producto de programa informático que almacena una secuencia de instrucciones para hacer que el sistema de monitorización de fallos de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7 ejecute las etapas del método de cualquiera de las reivindicaciones 8 a 12.

Fig. 1

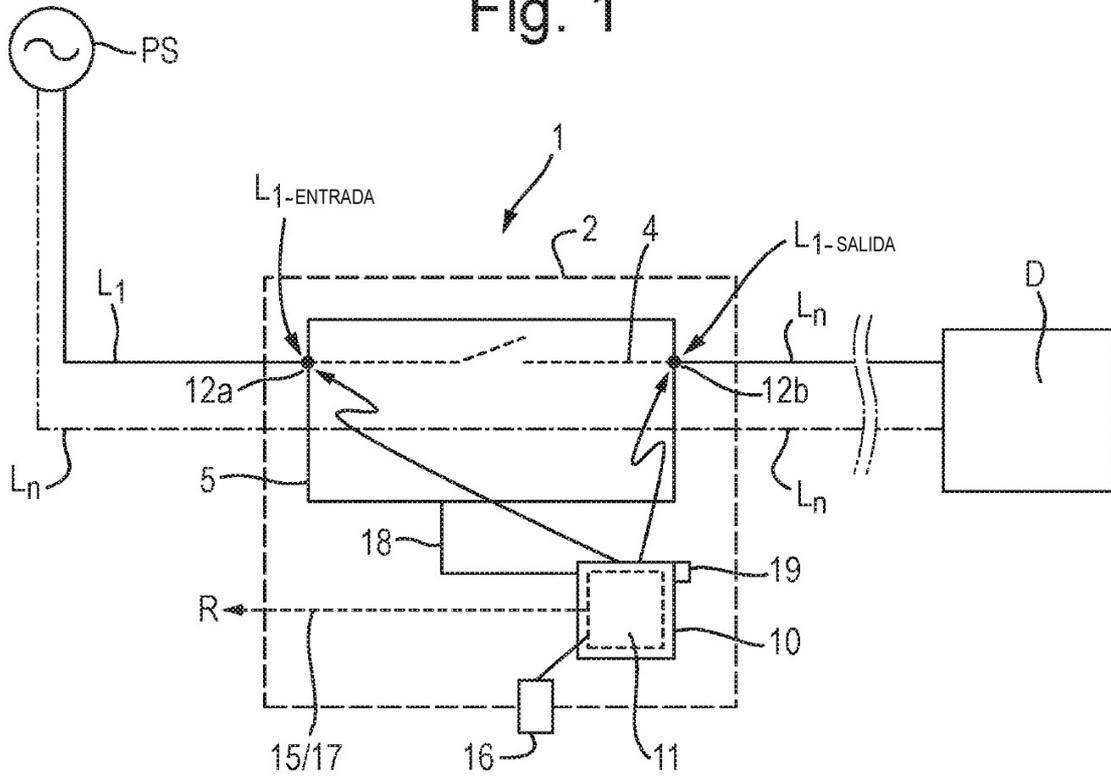


Fig. 2

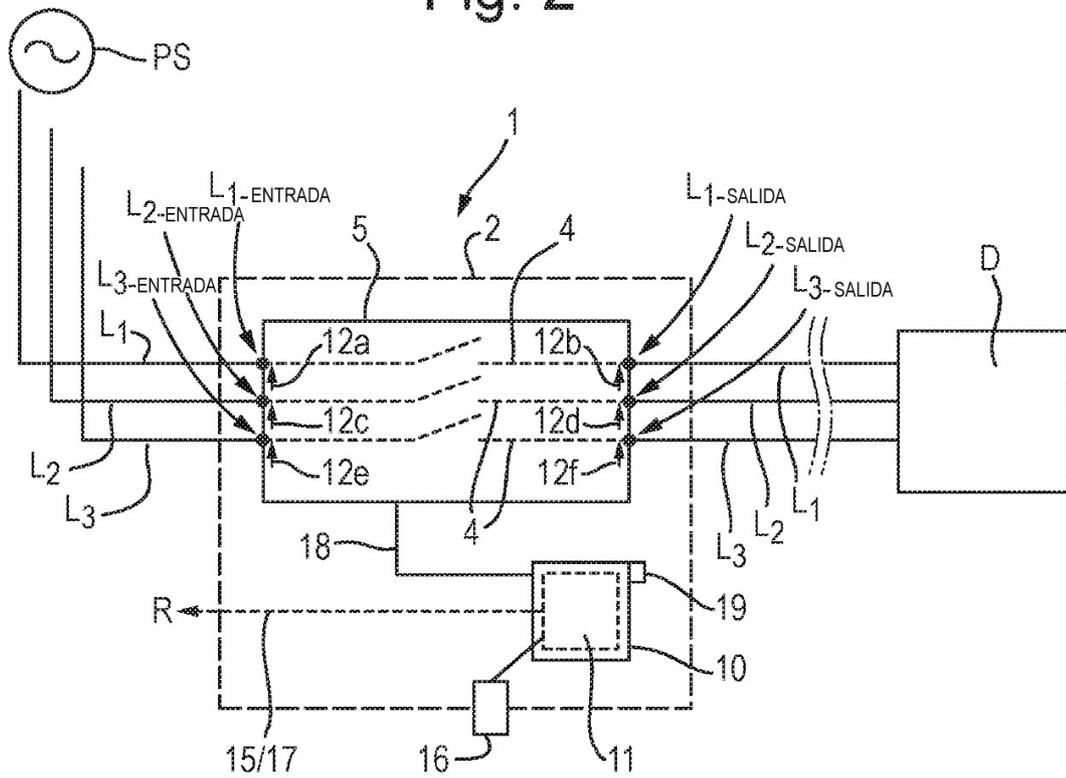


Fig. 3

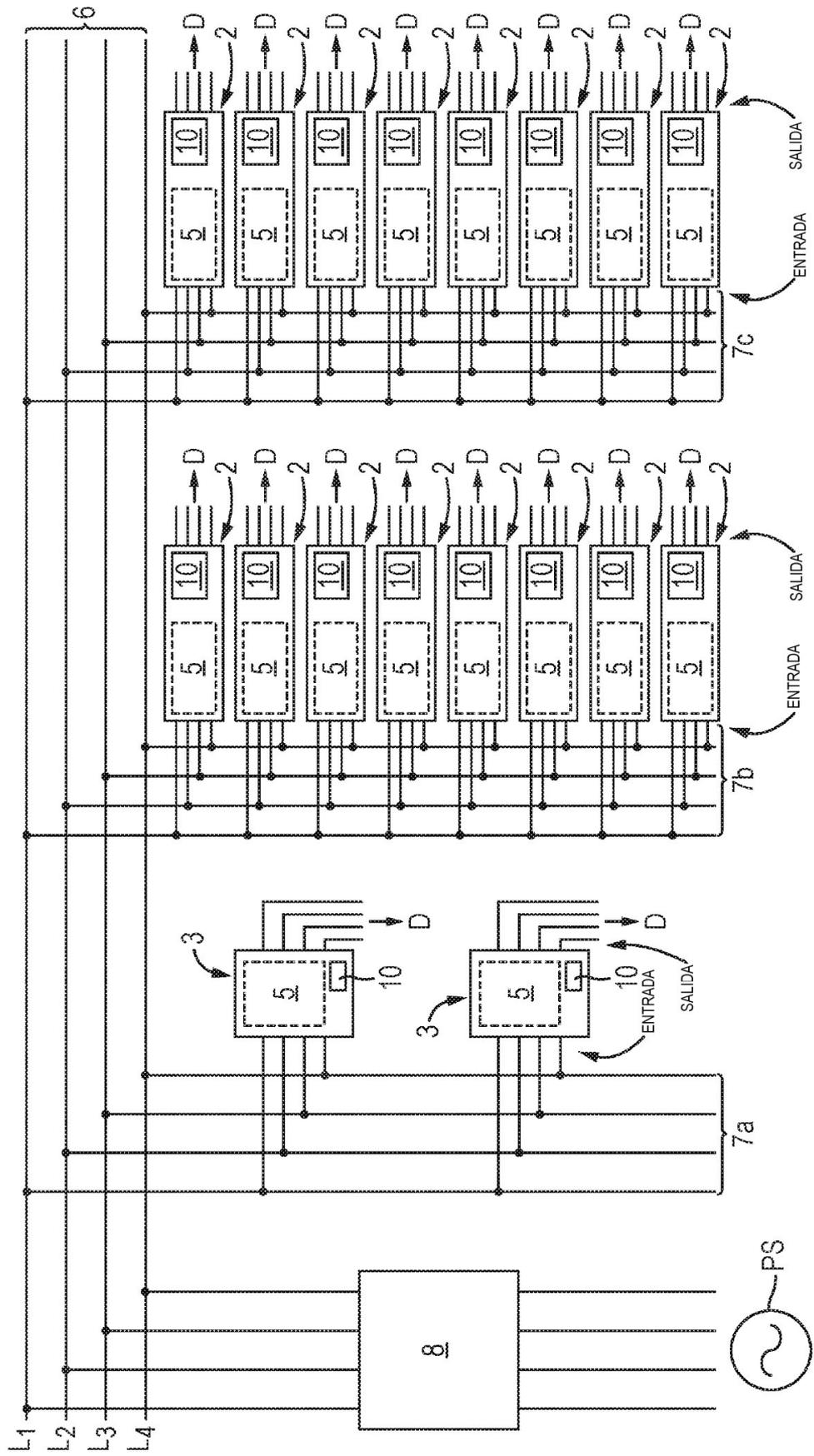


Fig. 4

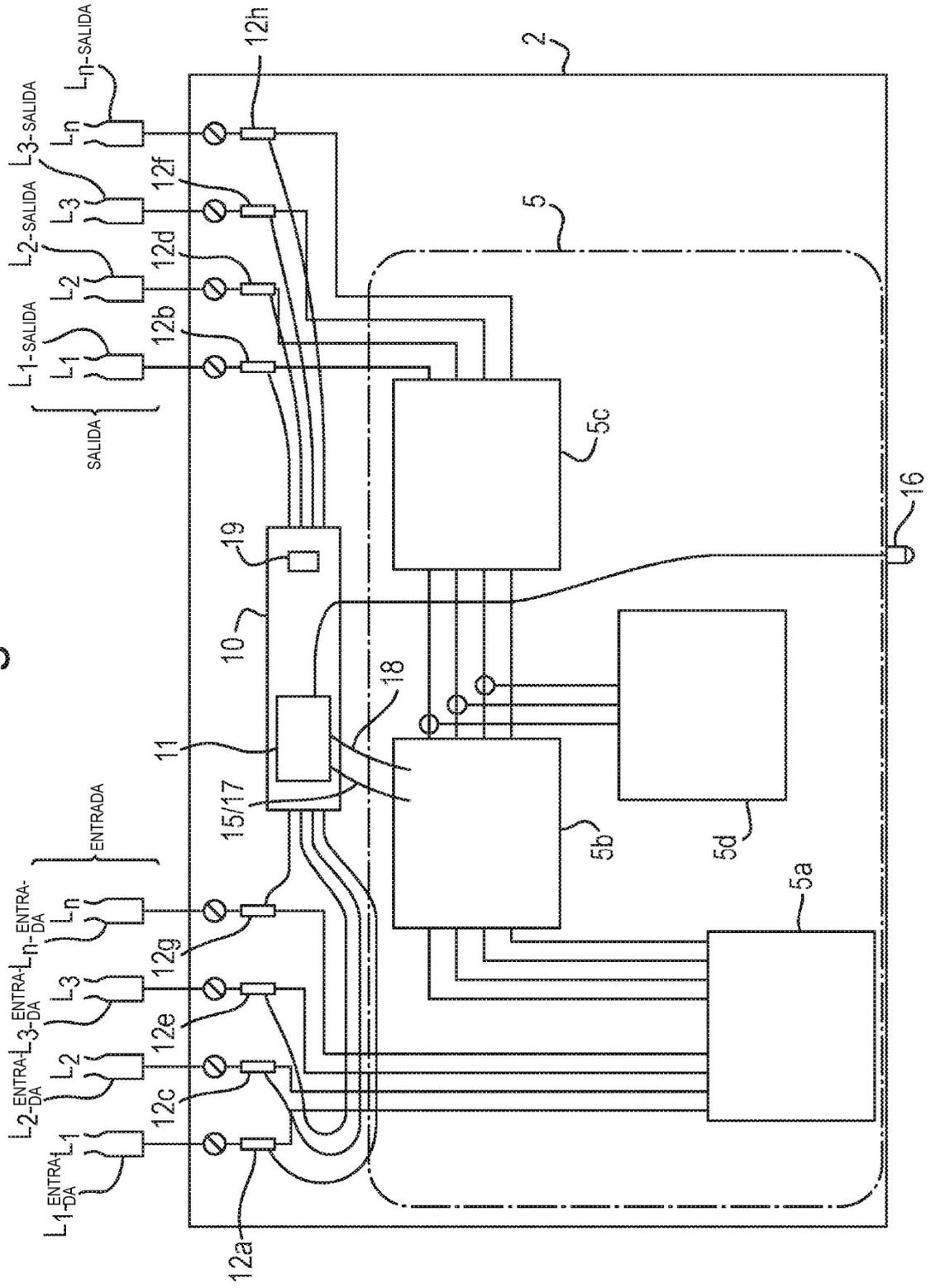


Fig. 5

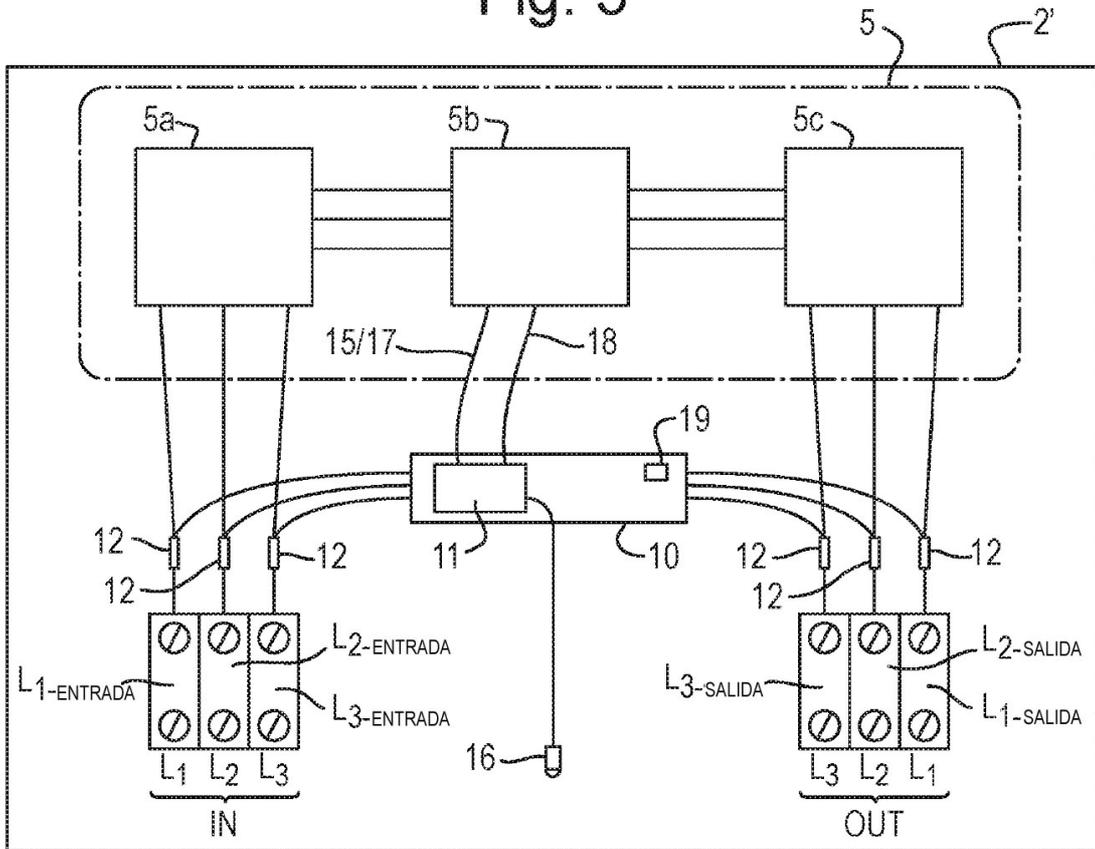


Fig. 6

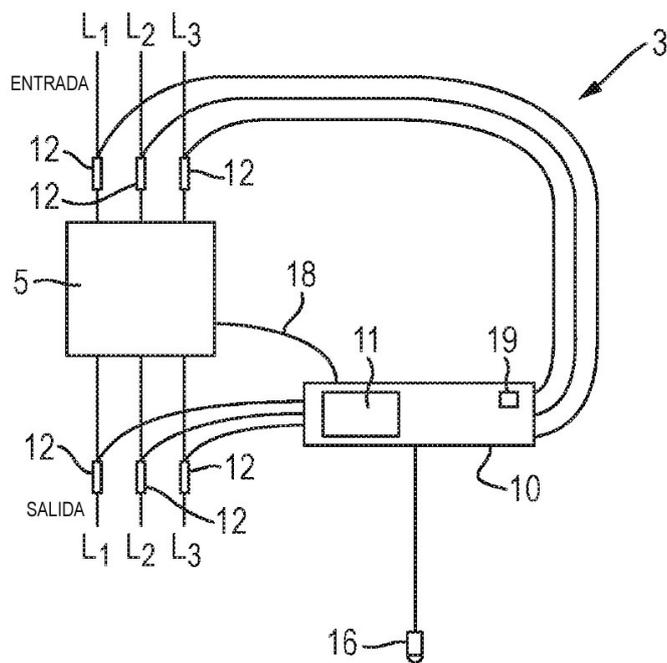


Fig. 7(a)

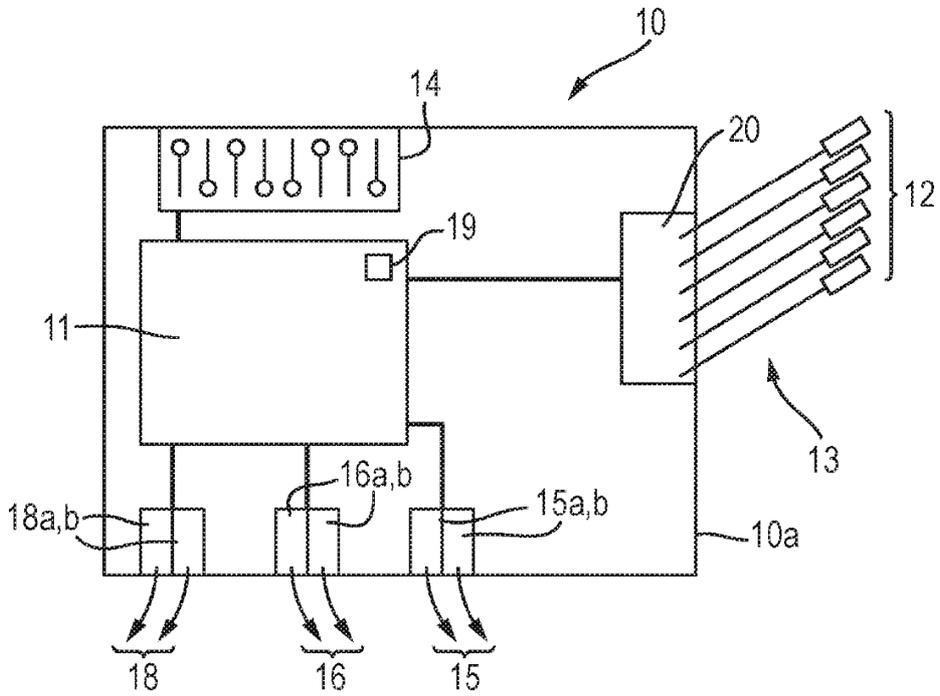


Fig. 7(b)

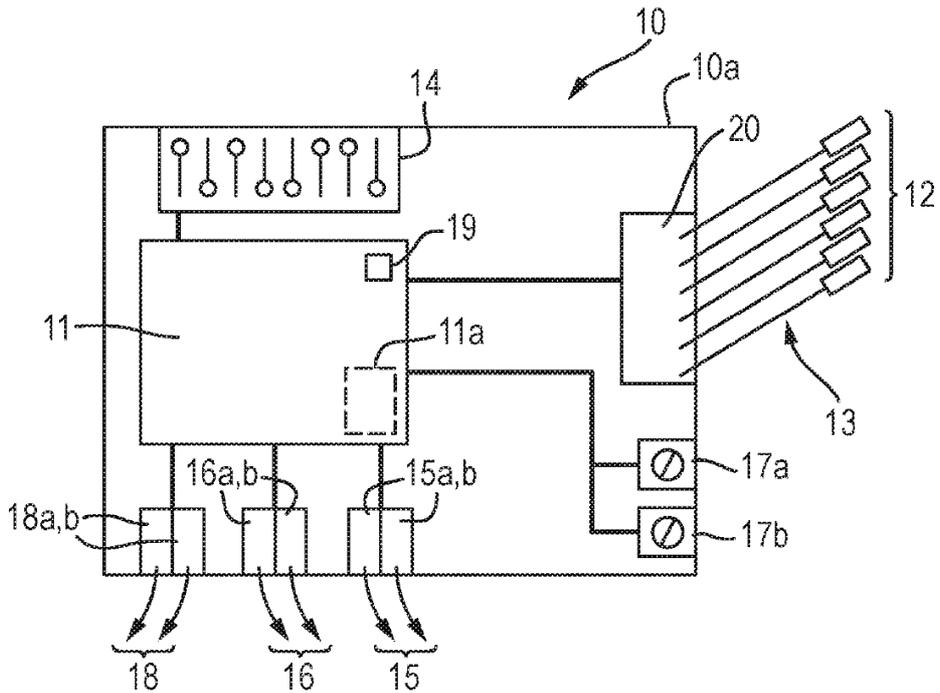


Fig. 8(a)

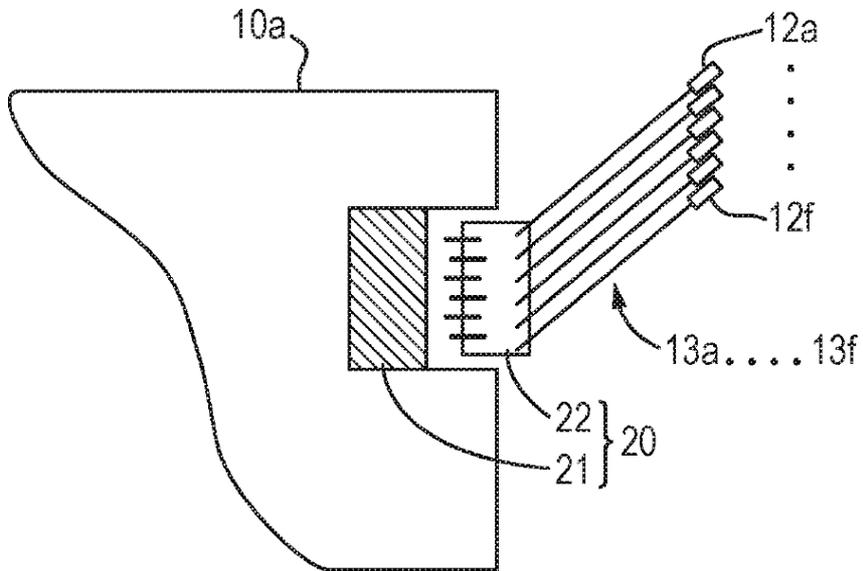


Fig. 8(b)

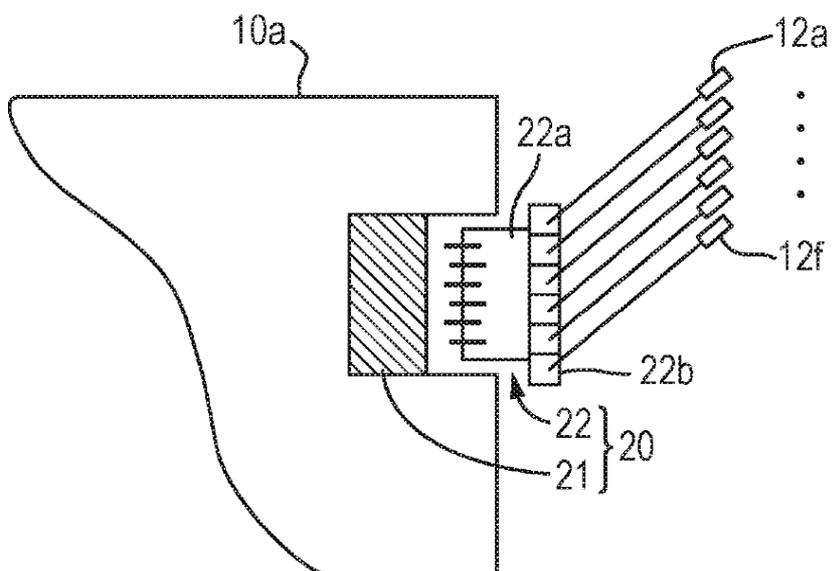


Fig. 9(a)

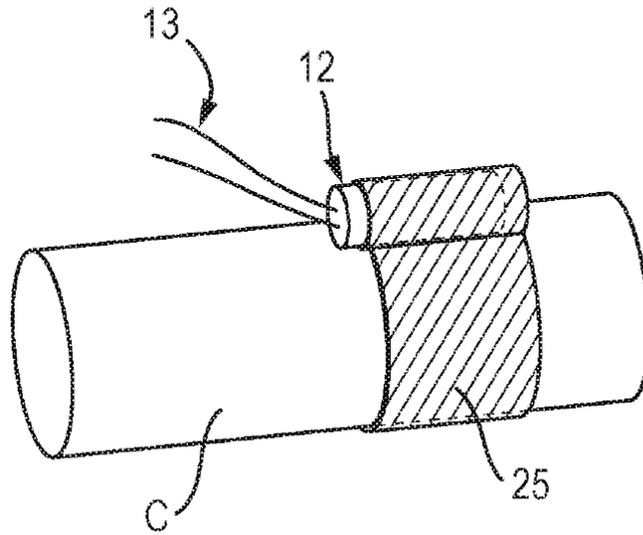


Fig. 9(b)

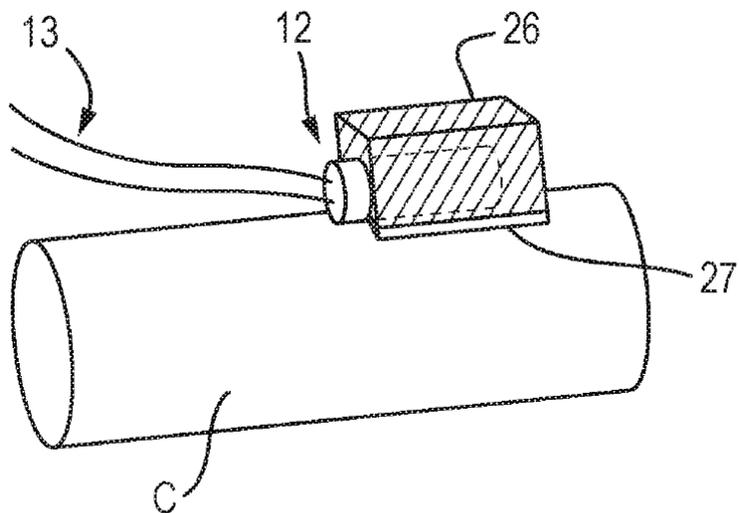


Fig. 10

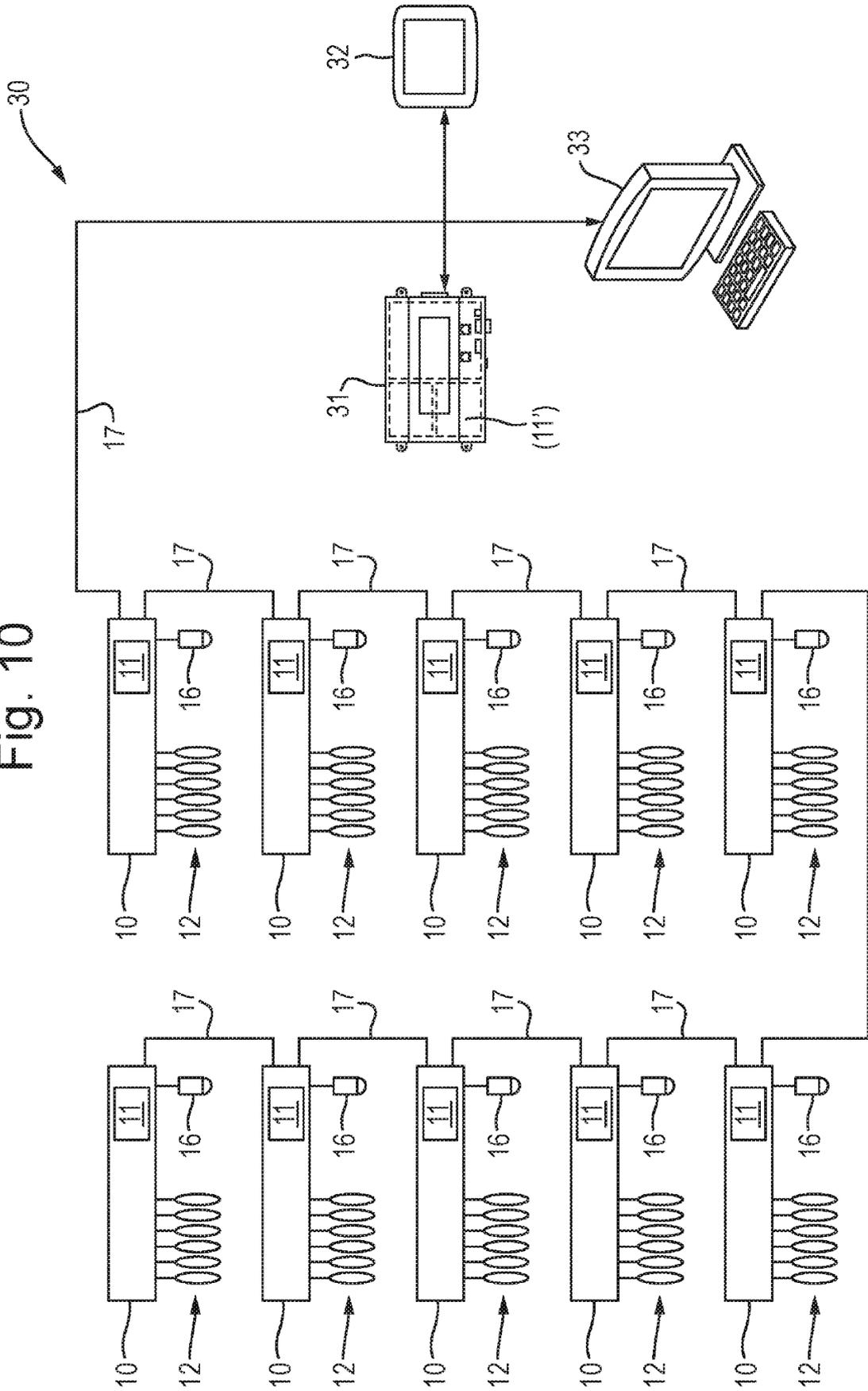


Fig. 11

