

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 686 368**

51 Int. Cl.:

H05B 1/02 (2006.01)

F16L 53/00 (2008.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **20.01.2016 PCT/US2016/014152**

87 Fecha y número de publicación internacional: **25.08.2016 WO16133641**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.01.2016 E 16706275 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.06.2018 EP 3254531**

54 Título: **Módulos inalámbricos con circuitos de control de energía para sistema de rastreo de calor**

30 Prioridad:
19.02.2015 US 201514626160

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
17.10.2018

73 Titular/es:
**CHROMALOX, INC. (100.0%)
103 Gamma Drive
Pittsburgh, PA 15238, US**

72 Inventor/es:
**CROMBIE, MARK y
HEILIGENSTEIN, ADAM**

74 Agente/Representante:
VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 686 368 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

Módulos inalámbricos con circuitos de control de energía para sistema de rastreo de calor

5 Antecedentes

Los sistemas de rastreo de calor se utilizan comúnmente en entornos industriales y comerciales para mantener o aumentar la temperatura de las tuberías o tanques en un sistema de tuberías mediante el uso de elementos de calentamiento eléctrico o trazas de calor que están en contacto físico con la tubería o tanque, como pueda ser el caso. Normalmente, las diversas trazas de calor están conectadas a, y reciben energía eléctrica de, un sistema principal de distribución de energía. El sistema de distribución de energía principal generalmente tiene una interfaz de usuario que permite al usuario configurar los parámetros del sistema de rastreo de calor, tal como temperaturas de punto de ajuste, las bandas muertas (un intervalo sobre el cual se permite fluctuar la temperatura) y alarmas de alta/baja temperatura. El sistema de distribución de energía principal normalmente incluye un relé de estado sólido (SSR) conectado a cada ciclo de rastreo de calor, y la regulación del SSR regula la tensión aplicada a los bucles de rastreo de calor (que controla las temperaturas de los tubos y tanques).

Algunos sistemas de rastreo de calor también incluyen sensores inalámbricos u otros módulos inalámbricos en todo el sistema de rastreo de calor. Los sensores pueden detectar las condiciones de las trazas de calor y/o las tuberías/tanques e informar de las condiciones detectadas al sistema principal de distribución de energía a través de una red de comunicación inalámbrica. Normalmente, estos módulos inalámbricos se alimentan con baterías o cables de alimentación separados.

El documento US 2011/0163082 A1 divulga un sistema de monitorización para monitorizar la temperatura y la vibración del equipo.

Sumario

En un aspecto general, la presente invención está dirigida a un sistema de rastreo de calor para el calentamiento de (o mantenimiento de la temperatura de) recipientes de un sistema de tuberías, donde los dispositivos de control de energía para los cables de rastreo de calor en el sistema de distribución y de control de energía principal se elimina, y en su lugar se reemplaza con dispositivos de control de energía en módulos inalámbricos (por ejemplo, módulos de sensores inalámbricos) que se distribuyen por todo el sistema de rastreo de calor. Los cables de rastreo de calor están conectados a los dispositivos de control de energía en módulos inalámbricos respectivos, de modo que cuando el dispositivo de control de energía en un módulo inalámbrico está encendido (conectivo), el cable de rastreo de calor conectado a ese módulo inalámbrico conduce la corriente y calienta el recipiente que contacta con el cable de rastreo de calor. Además, el módulo inalámbrico puede recibir comandos de control para controlar su dispositivo de control de energía de forma inalámbrica desde la distribución de energía principal y el sistema de control a través de una red de comunicación inalámbrica. Aún más, uno o más de los módulos inalámbricos pueden incluir un sensor (por ejemplo, un sensor de temperatura, un sensor de flujo, un sensor de pH, un sensor de nivel, etc.). En tales casos, el módulo inalámbrico puede informar de las condiciones detectadas por el sensor al sistema principal de distribución y control de energía a través de la red inalámbrica. Además, el sistema principal de distribución y control de energía puede usar esa información (por ejemplo, temperaturas detectadas) en sus bucles de control para controlar la conmutación de los dispositivos de control de energía en los módulos inalámbricos, para controlar así si el cable de rastreo de calor asociado conduce corriente o no, para controlar de ese modo la temperatura en el recipiente que se calienta mediante el cable de rastreo de calor.

Estos y otros beneficios de la presente invención serán evidentes a partir de la descripción que sigue.

50 Figuras

Diversas realizaciones de la presente invención se describen en el presente documento a modo de ejemplo, en relación con las siguientes figuras, en las que:

Las figuras 1 y 2 son diagramas de un sistema de rastreo de calor de acuerdo con diversas realizaciones de la presente invención; y
La figura 3 muestra aspectos de un cable de rastreo de calor.

Descripción

Con referencia a las figuras 1 y 2, aspectos de la presente invención se dirigen en general a un sistema de rastreo de calor 10, donde los dispositivos de control de energía (por ejemplo, SSR) para los cables de rastreo de calor 16 en el sistema principal de distribución y de control de energía 12 se eliminan y se reemplazan con dispositivos de control de energía 40 en los módulos inalámbricos (por ejemplo, módulos de sensor inalámbricos) 14 en todo el sistema de rastreo de calor 10. Cada cable de rastreo de calor 16 está conectado al dispositivo de control de energía 40 en su módulo inalámbrico 14 asociado, de modo que cuando el dispositivo de control de energía 40 en el módulo

inalámbrico 14 está encendido (conductor), el cable de rastreo de calor 16 conectado conduce corriente, y, por lo tanto, calienta la sección de tubería 18 o tanque 20 en contacto con el cable de rastreo de calor 16. Además, el módulo inalámbrico 14 puede recibir comandos de control para controlar su dispositivo de control de energía 40 de forma inalámbrica desde la distribución de energía principal y el sistema de control 12 a través de una red de datos inalámbrica 50. Además, en casos donde el módulo inalámbrico 14 incluye un sensor (por ejemplo, un sensor de temperatura, un sensor de flujo, un sensor de pH, un sensor de nivel, etc.), el módulo inalámbrico 14 puede informar de las condiciones detectadas al sistema de distribución y de control de energía principal 12 a través de la red inalámbrica 50, y el sistema principal de distribución y control de energía 12 puede usar esa información según sea necesario en sus circuitos de control para controlar la corriente a los cables de rastreo de calor 16 (por ejemplo, controlar si los dispositivos de control de energía 40 en los módulos inalámbricos 14 son conductores o no (están encendidos o apagados)).

El sistema de rastreo de calor 10 que se ilustra en las figuras 1 y 2 incluye un centro de distribución y control de energía principal 12, una serie de módulos inalámbricos 14 (también denominados aquí como "dispositivos de campo inalámbricos"), y una serie de cables de rastreo de calor 16. Cada cable de rastreo de calor 16 es adyacente y contacta con un recipiente transportador de fluido (gas o líquido) asociado, por ejemplo, una sección de tubería 18 o un tanque 20, del sistema de tuberías para calentar la sección de tubería 18 o el tanque 20, según pueda ser el caso. Con fines de ilustración, la figura 1 muestra dos secciones de tubería 18 y un tanque 20, que se calientan cada uno con un cable de rastreo de calor 16 respectivo separado, que se muestra esquemáticamente en la figura 1 como resistencias. Por supuesto, en un entorno industrial, el sistema de tuberías donde se emplea un sistema de rastreo de calor de acuerdo con la presente invención es probable que tenga múltiples secciones de tubería y/o tanques para calentar, y cada uno puede tener uno o más cables de rastreo de calor asociados que son alimentados como se describe en el presente documento.

Como se muestra en el ejemplo de las figuras 1 y 2, el principal de distribución y de control de energía central 12 comprende un controlador 22, una puerta de enlace inalámbrica 24, y una fuente de alimentación eléctrica 26. El controlador 22 puede implementarse como un dispositivo informático inteligente, basado en microprocesador (o una red de tales dispositivos) que, a través de la programación, controla la operación del sistema de calentamiento, incluyendo el control de la corriente aplicada a los cables de rastreo de calor 16 (para de ese modo controlar el calentamiento desde los mismos). A ese respecto, el controlador 18 puede comprender al menos un microprocesador 28 y al menos una unidad de memoria semiconductora 30. La unidad de memoria 30 almacena instrucciones, por ejemplo, software o firmware, que ejecuta el procesador 28. Entre otras cosas, el controlador 22 determina cuándo encender y apagar los dispositivos de control de energía 40 en los módulos inalámbricos 14 que controlan la corriente suministrada a los diversos cables de rastreo de calor 16. El controlador 22 puede incluir un controlador PID que controla los ciclos de encendido/apagado de los dispositivos de control de energía 40 de los módulos inalámbricos 14 basándose en, entre otras cosas, las temperaturas en las secciones de tubería 18 detectadas por los módulos inalámbricos 14 y comunicadas al sistema principal de distribución y control de energía 12 a través de la red inalámbrica 50 para mantener la temperatura de las secciones de tubería 18 a los niveles deseados (establecidos). Las instrucciones de control son transmitidas desde el controlador 22 del centro de distribución y de control de energía principal 12 a través de la red inalámbrica 50 al módulo inalámbrico 14 apropiado mediante la puerta de enlace inalámbrica 24 del centro de distribución y control de energía principal 12.

La red inalámbrica 50 puede ser, por ejemplo, una red de comunicación inalámbrica de malla de organización y sanación automática. La red de comunicación de malla inalámbrica podría basarse en los estándares IEEE 802.11, los estándares IEEE 802.15.4 o el estándar ISA-100.11a, por ejemplo. En esa conexión, la puerta de enlace inalámbrica 24 puede ser un circuito, implementado en hardware y/o software, que proporciona una conexión inalámbrica para el centro de distribución y control de energía principal 12 a la red inalámbrica 50. En diversas realizaciones, la puerta de enlace inalámbrica 24 puede ser, por ejemplo, una Puerta de enlace WirelessHART de Pepperl+Fuchs. Cada módulo inalámbrico 14 puede tener una dirección única en la red 50 que utiliza la puerta de enlace inalámbrica 24 cuando envía comunicaciones a través de la red 50 a los módulos inalámbricos individuales 14. De forma similar, la puerta de enlace inalámbrica tiene una dirección única que utilizan los módulos inalámbricos 14 cuando se comunican con la puerta de enlace inalámbrica 24 a través de la red 50.

La fuente de energía 26 puede incluir alimentación de red de CA, por ejemplo, 100 a 480 VCA monofásico o trifásico, con la corriente de CA desde la fuente de alimentación 26 llevada a los módulos inalámbricos 14 a través de cables conductores 52. En diversas realizaciones, la corriente alterna desde la fuente de alimentación 26 que se suministra a los cables de rastreo de calor 16 no se rectifica, de manera que los cables de rastreo de calor 16 conducen corriente alterna (por ejemplo, 100-480 V). Los reguladores de tensión 48 de los módulos inalámbricos 14 (descritos más adelante) pueden convertir la corriente de CA desde la fuente de alimentación 26 en tensión(es) de control de CC apropiadamente baja(s) para alimentar los componentes del módulo inalámbrico 14.

El centro de distribución y control de energía principal 12 puede también incluir otras características y componentes que no se muestran en las figuras 1 y 2 por motivos de claridad, tal como una interfaz de usuario de pantalla táctil (u otra interfaz hombre-máquina (HMI)) que permite a un usuario programar los niveles de calor deseados para cada cable de rastreo de calor 16 que está siendo controlado por el centro de distribución y de control de energía principal 12, un interruptor de circuito de fallo a tierra (GFI), una placa de panel, etc.

Los dispositivos de control de energía 40 de los módulos inalámbricos 14 pueden ser cualquier dispositivo de control de energía adecuado que se conecta o desconecta cuando se aplica una tensión externa a sus terminales de control (o puerta de enlace), tal como un relé de estado sólido (SSR), triac, rectificador controlado por silicio (SCR), contactor, etc. El dispositivo de control de energía tiene un terminal de entrada conectado a través de un cable 52 a la fuente de energía eléctrica 26 del centro principal de distribución y control de energía 12, y su salida está conectada a uno de los cables de rastreo de calor 16. Su puerta de enlace o terminal de control está conectado a un controlador 42 del módulo inalámbrico 14, de manera que el dispositivo de control de energía 40 es controlado (por ejemplo, encendido y apagado) por el controlador 42 (citado en las reivindicaciones como un "controlador de dispositivo de campo") para distinguirlo en las reivindicaciones del controlador 22 del centro principal de distribución y control de energía 12). Como tal, cuando el dispositivo de control de energía 40 está encendido (conductor), controlado por el controlador 42, el cable de rastreo de calor 16 conectado a la salida del dispositivo de control de energía 40 del módulo inalámbrico 14 está conectado y recibe energía eléctrica desde la fuente de energía eléctrica 26 en el centro principal de distribución y control de energía 12.

Como se muestra en el ejemplo de la figura 3, los cables de rastreo de calor 16 puede incluir cada uno dos cables de bus 60A, 60B rodeados por una matriz conductora 62 (que es preferiblemente polimérica). La matriz conductora 62 a su vez puede estar rodeada por una camisa 64, que puede estar rodeada por una trenza metálica 66 (por ejemplo, cobre estañado) y una sobrecapa sobre la trenza 68 (preferiblemente de Teflón). Los cables de bus 60A, 60B transportan corriente eléctrica desde la fuente de alimentación 26 del sistema principal de distribución y control de energía 12 cuando el dispositivo de control de energía 40 en el módulo inalámbrico 14 al que está conectado el cable de rastreo de calor 40 (por ejemplo, conductor). El calor desde un cable de rastreo de calor 16 (o mantiene la temperatura de) la sección de tubería 18 o el tanque 20 con el que contacta para compensar cualquier pérdida en la temperatura de la tubería o del tanque. Se pueden encontrar más detalles acerca de los cables de rastreo de calor en la solicitud de patente provisional de los Estados Unidos n.º de serie 61/865.851, presentada el 14 de agosto de 2013.

El controlador 42 puede implementarse como un microcontrolador u otro circuito electrónico adecuado o dispositivo que está programado para controlar el dispositivo de control de energía 40 y realizar las otras funciones atribuidas al controlador 42 que se describen en este documento. La señal de control del controlador 42 puede estar acoplada al dispositivo de control de energía 40 de una manera que proporcione aislamiento galvánico. Por ejemplo, el dispositivo de control de energía 40 puede ser un SSR que usa acoplamiento óptico. En tales casos, el circuito de control puede incluir un LED interno que se ilumina (cuando está encendido) y conecta un diodo fotosensible correspondiente en el terminal de puerta de enlace del dispositivo de control de energía 40 para encender el dispositivo de control de energía 40 (hacer que conduzca corriente desde su entrada (la fuente de energía eléctrica 26) a su salida (el cable de rastreo de calor 16)).

Como se muestra en la figura 2, los módulos inalámbricos 14, además del controlador 42, pueden incluir un regulador de tensión 48, un módulo de RF 44, y un sensor 46. El regulador de tensión 48 puede convertir la tensión desde la fuente de energía 26 en el cable 52 a una tensión adecuada (por ejemplo, 3,3 V) para alimentar el controlador 42. El regulador de tensión 48 (u otro regulador de tensión) también puede producir tensiones de suministro para el módulo de RF 44 y el sensor 46, si es necesario. El módulo de RF 44 es un circuito o dispositivo electrónico que está en comunicación con el controlador 42 y se usa para transmitir y recibir comunicaciones inalámbricas a través de la red inalámbrica 50, utilizando el protocolo de comunicación de la red 50 (por ejemplo, IEEE 802.11 o WirelessHART), de modo que el módulo inalámbrico 14 puede comunicarse de forma inalámbrica con el sistema de distribución y control de energía principal 12.

El sensor 46 puede detectar alguna característica externa o la calidad del rastreo de calor o sistema de tuberías. El sensor 46 está en comunicación con el controlador 42. El controlador 42 puede recibir los parámetros detectados desde el sensor 46 e informarlos al sistema de distribución y control de energía principal 12 a través del módulo de RF 44 (y la red inalámbrica 50). En particular, el sensor 46 en uno o más de los módulos inalámbricos 14 podría ser un sensor de temperatura, tal como un RTD, que detecta la temperatura en la sección de tubería 18 asociada o el tanque 20 del sistema de tubería que es calentado por el cable de rastreo de calor 16 conectado al módulo inalámbrico. El controlador 22 del sistema principal de distribución y control de energía 12 puede usar las temperaturas detectadas en la sección de tubería o tanque (informadas de forma inalámbrica por el módulo inalámbrico 14) en un circuito de control para controlar el dispositivo de control de energía 40 en el módulo inalámbrico 14, para de este modo controlar la corriente al cable de rastreo de calor 16 conectado, para controlar de ese modo la temperatura en la sección de tubería 18 o tanque 20 calentado por el cable de rastreo de calor 16.

Otros módulos inalámbricos 14 en el sistema de rastreo de calor 10 podrían tener otros tipos de sensores. Por ejemplo, en dicho otro módulo inalámbrico 14 el sensor 46 podría ser un caudalímetro, un sensor de vibración, un monitor de pH, un sensor de nivel de tanque, un sensor de posición de válvula, etc. Un caudalímetro detecta el flujo de fluido en una sección de tubería y podría comprender un caudalímetro de presión diferencial, un caudalímetro magnético, un caudalímetro vorticial o cualquier otro tipo de caudalímetro adecuado. Un módulo inalámbrico 14 que tiene un medidor de flujo de este tipo puede transmitir de forma inalámbrica el flujo de fluido medido para su sección de tubería 18 asociada al sistema de distribución y control de energía principal 12. Un sensor de vibración puede detectar la vibración de una sección de tubería 18 asociada. El sensor de vibración 212 puede comprender, por

ejemplo, uno o más acelerómetros para detectar el movimiento debido a las vibraciones en una o más direcciones (o grados de libertad). Un módulo inalámbrico 14 que tiene un sensor de vibración de este tipo puede transmitir de manera inalámbrica los niveles de vibración medidos para su sección de tubería 18 al sistema de distribución y control de energía principal 12. Un monitor de pH puede detectar el nivel de pH del fluido en el tanque 20 y un módulo inalámbrico 14 que tiene un monitor de pH de este tipo puede transmitir periódicamente de forma inalámbrica los niveles de pH medidos al sistema de distribución y control de energía principal 12. Un sensor de nivel puede detectar el nivel del fluido en el tanque 20 y un módulo inalámbrico 14 que tiene dicho sensor de nivel puede transmitir de forma inalámbrica los niveles de fluido medidos en el tanque 20 al sistema principal de distribución y control de energía 12. El sensor de nivel puede comprender, por ejemplo, un dispositivo de medición de fluido de tanque y/o un interruptor de nivel. Los dispositivos de medición de nivel de tanque pueden usar tecnologías de medición de nivel sin contacto, tal como radar, para detectar el nivel del fluido en el tanque. Los interruptores de nivel del tanque se activan cuando el fluido en el tanque alcanza un nivel preestablecido. Un sensor de posición de válvula puede detectar la posición de una válvula (no mostrada) en el sistema de tuberías y un módulo inalámbrico 14 que tiene dicho sensor de válvula puede transmitir de manera inalámbrica el estado de posición de la válvula al sistema de distribución y control de energía principal 16.

En un aspecto general, para ello, la presente invención está dirigida a un sistema de rastreo de calor 10 para el calentamiento de recipientes 18, 20 de un sistema de tuberías. El sistema de rastreo de calor 10 comprende una unidad de control y distribución de energía principal 12, una pluralidad de cables de rastreo de calor 16 y una pluralidad de dispositivos de campo inalámbricos 14. La unidad principal de distribución y control de energía 12 comprende una fuente de energía eléctrica 26, una puerta de enlace de comunicación inalámbrica 24 y un controlador de entrada 22 en comunicación con la puerta de enlace de comunicación inalámbrica 24. Cada cable de rastreo de calor 16 es adyacente a un recipiente 18, 20 del sistema de tuberías a calentar, o para mantener la temperatura del recipiente. Cada dispositivo de campo inalámbrico comprende un dispositivo de control de energía 40, un módulo de RF 44 y un controlador de dispositivo de campo 42. El dispositivo de control de energía comprende una entrada conectada a la fuente de energía eléctrica 26 de la unidad de control y distribución de energía principal 12, y comprende una salida conectada a un cable de rastreo de calor 16 asociado, de modo que cuando el dispositivo de control de energía 40 está encendido, el cable de rastreo de calor 16 asociado conduce la corriente desde la fuente de energía eléctrica 26 de la unidad de distribución y control de energía principal 12. El módulo de RF 44 se comunica con la puerta de enlace de comunicación inalámbrica 24 de la unidad principal de distribución y control de energía 12 a través de una red de comunicación inalámbrica 50. El controlador de dispositivo de campo 42 controla el dispositivo de control de energía 40 basado en datos de control enviados desde el controlador de entrada 22 de la unidad de control y distribución de potencia principal 12 a través de la red de comunicación inalámbrica 50 al dispositivo de campo inalámbrico 14 y recibido por el módulo de RF 44.

En diversas implementaciones, al menos uno de los dispositivos de campo inalámbricos comprende además un sensor. El controlador del dispositivo de campo de ese dispositivo de campo inalámbrico está en comunicación con el sensor y transmite los datos detectados desde el sensor a través del módulo de RF y la red de comunicación inalámbrica al controlador de entrada de la unidad de distribución y control de energía principal. El sensor podría ser un sensor de temperatura, un medidor de flujo, un sensor de vibración, un sensor de pH, un sensor de nivel de tanque o un sensor de posición de válvula, por ejemplo. El dispositivo de control de energía puede comprender un relé de estado sólido, por ejemplo. La red de comunicación inalámbrica puede comprender una red de malla inalámbrica.

Al menos algunas de las realizaciones descritas en este documento pueden implementarse en muchas realizaciones diferentes de software, firmware, y/o hardware. El código de software y firmware puede ejecutarse mediante un circuito de procesador o cualquier otro dispositivo informático similar. El código de software o hardware de control especializado que puede usarse para implementar realizaciones no es limitativo. Por ejemplo, las realizaciones descritas en este documento pueden implementarse en un software informático usando cualquier tipo de lenguaje de software de ordenador adecuado, usando, por ejemplo, técnicas convencionales u orientadas a objetos. Este software puede almacenarse en cualquier tipo de medio o medio legible por ordenador adecuado, tal como, por ejemplo, un medio de almacenamiento magnético u óptico. La operación y el comportamiento de las realizaciones se pueden describir sin referencia específica al código de software específico o componentes de hardware especializados.

Por otra parte, los procesos asociados con las presentes realizaciones pueden ejecutarse mediante equipo programable, tal como ordenadores o sistemas informáticos. El software que puede provocar que el equipo programable ejecute procesos puede almacenarse en cualquier dispositivo de almacenamiento, tal como, por ejemplo, una memoria del sistema informático (no volátil), RAM, ROM, memoria flash, etc.

En diversas realizaciones descritas en este documento, un solo componente puede sustituirse por múltiples componentes y múltiples componentes pueden ser reemplazados por un solo componente para realizar una función o funciones dadas. Excepto cuando tal sustitución no sea operativa, dicha sustitución está dentro del alcance pretendido de las realizaciones.

Aunque diversas realizaciones se han descrito en este documento, debe ser evidente que diversas modificaciones,

alteraciones y adaptaciones a dichas realizaciones pueden producirse a personas expertas en la técnica con el nivel de al menos algunas de las ventajas. Por lo tanto, las realizaciones divulgadas pretenden incluir todas las modificaciones, alteraciones y adaptaciones de este tipo sin apartarse del alcance de las realizaciones, tal como se establece en el presente documento.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de rastreo de calor (10) para calentar recipientes (18, 20) de un sistema de tuberías, comprendiendo el sistema de rastreo de calor (10):
- 5 una unidad principal de distribución y control de energía (12) que comprende:
- una fuente de energía eléctrica (26);
 una puerta de enlace de comunicación inalámbrica (24);
 10 un controlador de entrada (22) en comunicación con la puerta de enlace de comunicación inalámbrica (24);
- una pluralidad de cables de rastreo de calor (16), en donde cada cable de rastreo de calor (16) es adyacente a un recipiente (18, 20) del sistema de tuberías; y
 una pluralidad de dispositivos de campo inalámbricos (14), en donde cada uno de la pluralidad de dispositivos de campo inalámbricos (14) comprende:
- 15 un módulo de RF (44) para comunicarse con la puerta de enlace de comunicación inalámbrica (24) de la unidad principal de distribución y control de energía (12) a través de una red de comunicación inalámbrica (50);
 20 **caracterizado por que** cada uno de la pluralidad de dispositivos de campo inalámbricos comprende, además:
- un dispositivo de control de energía (40) que tiene una entrada conectada a la fuente de energía eléctrica (26) de la unidad principal de distribución y control de energía (12) y que tiene una salida conectada a un cable de rastreo de calor asociado de la pluralidad de cables de rastreo de calor (16), de manera que cuando el dispositivo de control de energía (40) está encendido, el cable de rastreo de calor asociado conduce la corriente desde la fuente de energía eléctrica (26) de la unidad principal de distribución y control de energía (12); y
 25 un controlador de dispositivo de campo (42) en comunicación con el módulo de RF (44) y el dispositivo de control de energía (40), en donde el controlador de dispositivo de campo (42) es para controlar el dispositivo de control de energía (40) basado en datos de control enviados desde el controlador de entrada (22) de la unidad principal de distribución y control de energía (12) a través de la red de comunicación inalámbrica (50) al dispositivo de campo inalámbrico (14) y recibido por el módulo de RF (44).
 30
 35
2. El sistema de rastreo de calor (10) de la reivindicación 1, en el que:
- al menos uno de los dispositivos de campo inalámbricos (14) comprende además un sensor (46) que está en comunicación con el controlador del dispositivo de campo (42); y
 40 el controlador del dispositivo de campo (42) transmite datos detectados desde el sensor (46) a través del módulo de RF (44) y la red de comunicación inalámbrica (50) al controlador de entrada (22) de la unidad principal de distribución y control de energía (12).
3. El sistema de rastreo de calor (10) de la reivindicación 2, en el que:
- 45 el sensor (46) comprende un sensor de temperatura que detecta la temperatura en un recipiente (18, 20) del sistema de tuberías que está próximo al cable de rastreo de calor asociado para el dispositivo de campo inalámbrico (14); y
 50 el controlador del dispositivo de campo (42) transmite datos de temperatura detectados desde el sensor de temperatura a través del módulo de RF (44) y la red de comunicación inalámbrica (50) al controlador de entrada (22) de la unidad principal de distribución y control de energía (12).
4. El sistema de rastreo de calor (10) de la reivindicación 3, en el que el sensor de temperatura comprende un RTD.
- 55 5. El sistema de rastreo de calor (10) de la reivindicación 2, en el que el sensor (46) es un sensor seleccionado del grupo que consiste en un sensor de temperatura, un medidor de flujo, un sensor de vibración, un sensor de pH, un sensor de nivel de tanque y un sensor de posición de una válvula.
6. El sistema de rastreo de calor (10) de la reivindicación 1, en el que el dispositivo de control de energía (40) comprende un relé de estado sólido.
 60
7. El sistema de rastreo de calor (10) de la reivindicación 1, en el que la red de comunicación inalámbrica (50) comprende una red de malla inalámbrica.
- 65 8. Un dispositivo de campo inalámbrico (14) para su uso en un sistema de rastreo de calor (10), comprendiendo el dispositivo de campo inalámbrico (14):

- un dispositivo de control de energía (40)
 un módulo de RF (44) para comunicarse con una unidad principal de distribución y control de energía (12) del sistema de rastreo de calor (10) a través de una red de comunicación inalámbrica (50); y
 un controlador de dispositivo de campo (42) en comunicación con el módulo de RF (44) y el dispositivo de control de energía (40);
- 5 **caracterizado por que:**
- 10 el dispositivo de control de energía (40) tiene una entrada para su conexión a una fuente de energía eléctrica (26) de la unidad principal de distribución y control de energía (12) del sistema de rastreo de calor (10) y tiene una salida para su conexión a un cable de rastreo de calor asociado del sistema de rastreo de calor (10), de modo que cuando el dispositivo de control de energía (40) está encendido, el cable de rastreo de calor asociado conduce corriente desde la fuente de alimentación eléctrica (26) de la unidad principal de distribución y control de energía (12); y
- 15 el controlador de dispositivo de campo (42) es para controlar el dispositivo de control de energía (40) basado en datos de control enviados desde la unidad principal de distribución y control de energía (12) a través de la red de comunicación inalámbrica (50) al dispositivo de campo inalámbrico (14) y recibido por el módulo de RF (44).
- 20 9. El dispositivo de campo inalámbrico (14) de la reivindicación 8, que comprende además un sensor (46) que está en comunicación con el controlador de dispositivo de campo (42), en donde el controlador de dispositivo de campo (42) es para transmitir datos detectados desde el sensor (46) a través del módulo de RF (44) y la red de comunicación inalámbrica (50) a la unidad principal de distribución y control de energía (12).
- 25 10. El dispositivo de campo inalámbrico (10) de la reivindicación 9, en el que:
- 30 el sensor (46) comprende un sensor de temperatura que detecta la temperatura en un recipiente (18, 20) del sistema de tuberías que está próximo al cable de rastreo de calor asociado para el dispositivo de campo inalámbrico (14); y
 el controlador del dispositivo de campo (42) transmite datos de temperatura detectados desde el sensor de temperatura a través del módulo de RF (44) y la red de comunicación inalámbrica (50) a la unidad principal de distribución y control de energía (12).
- 35 11. El dispositivo de campo inalámbrico (10) de la reivindicación 9, en el que el sensor (46) es un sensor seleccionado del grupo que consiste en un sensor de temperatura, un medidor de flujo, un sensor de vibración, un sensor de pH, un sensor de nivel de tanque y un sensor de posición de una válvula.
- 40 12. Un método para activar cables de rastreo de calor (16) en un sistema de rastreo de calor (10) que calienta recipientes (18, 20) en un sistema de tuberías, comprendiendo el sistema de rastreo de calor (10):
- 45 recibir mediante un dispositivo de campo inalámbrico (14) del sistema de rastreo de calor (10), a través de una red de comunicación inalámbrica (50), un comando de control desde una unidad principal de distribución y control de energía (12) del sistema de rastreo de calor (10);
caracterizado por que dicho comando de control es para conectar un dispositivo de control de energía (40) en el sistema de rastreo de calor (10), en donde el dispositivo de control de energía (40) comprende una entrada conectada a una fuente de alimentación eléctrica (26) de la unidad principal de distribución y control de energía (12), y tiene una salida conectada a un cable de rastreo de calor asociado del sistema de rastreo de calor (10); en donde el método comprende además:
- 50 en respuesta a recibir el comando de control, encender, mediante un controlador (42) del dispositivo de campo inalámbrico (14), el dispositivo de control de energía (40) de manera que el cable de rastreo de calor conduzca corriente desde la fuente de energía eléctrica (26) de la unidad principal de distribución y control de energía (12).
- 55 13. El método de la reivindicación 12, que comprende, además
 detectar, mediante un sensor (46) del dispositivo de campo inalámbrico (14), una condición del sistema de rastreo de calor (10) y transmitir de forma inalámbrica la condición detectada desde el dispositivo de campo inalámbrico (14) a la unidad principal de distribución y control de energía (12) a través de la red de comunicación inalámbrica (50).
- 60 14. El método de la reivindicación 13, que comprende además la unidad principal de distribución y control de energía (12) que transmite el comando de control al dispositivo de campo inalámbrico (14) basándose en la condición detectada transmitida a la unidad principal de distribución y control de energía (12) desde el dispositivo de campo inalámbrico (14).
- 65 15. El método de la reivindicación 14, en el que el sensor (46) comprende un sensor de temperatura y la condición detectada comprende una temperatura en un recipiente (18, 20) próximo al cable de rastreo de calor asociado.

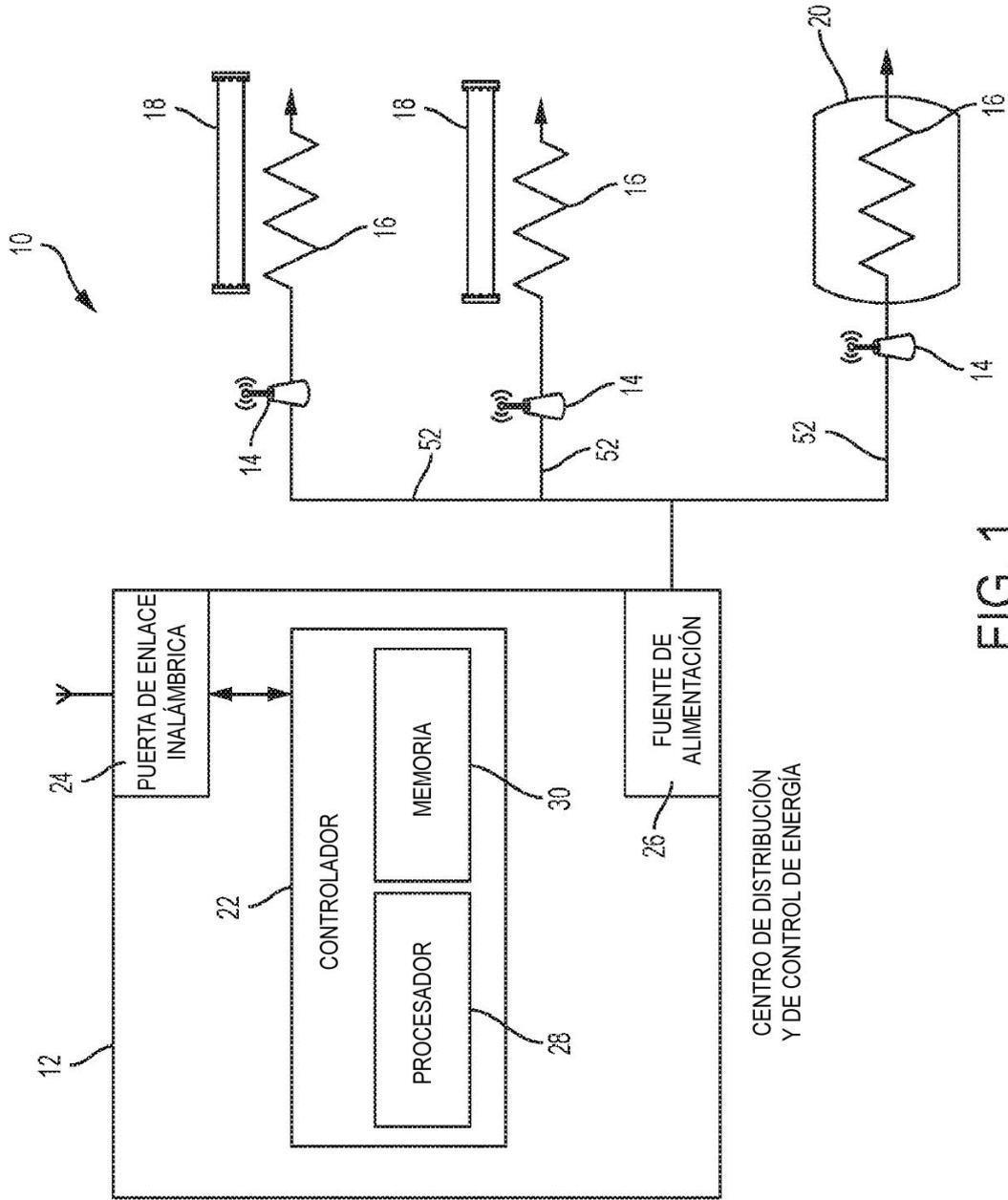


FIG. 1

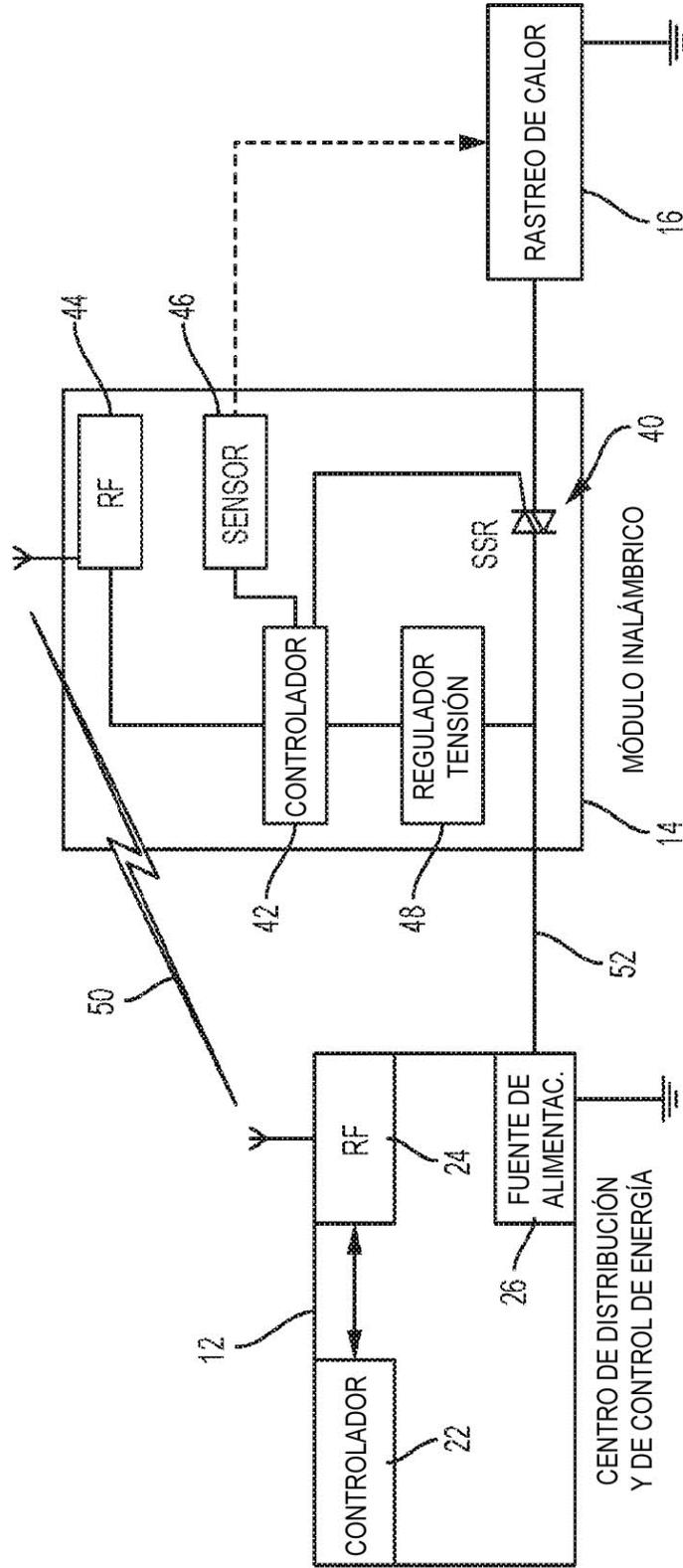


FIG. 2

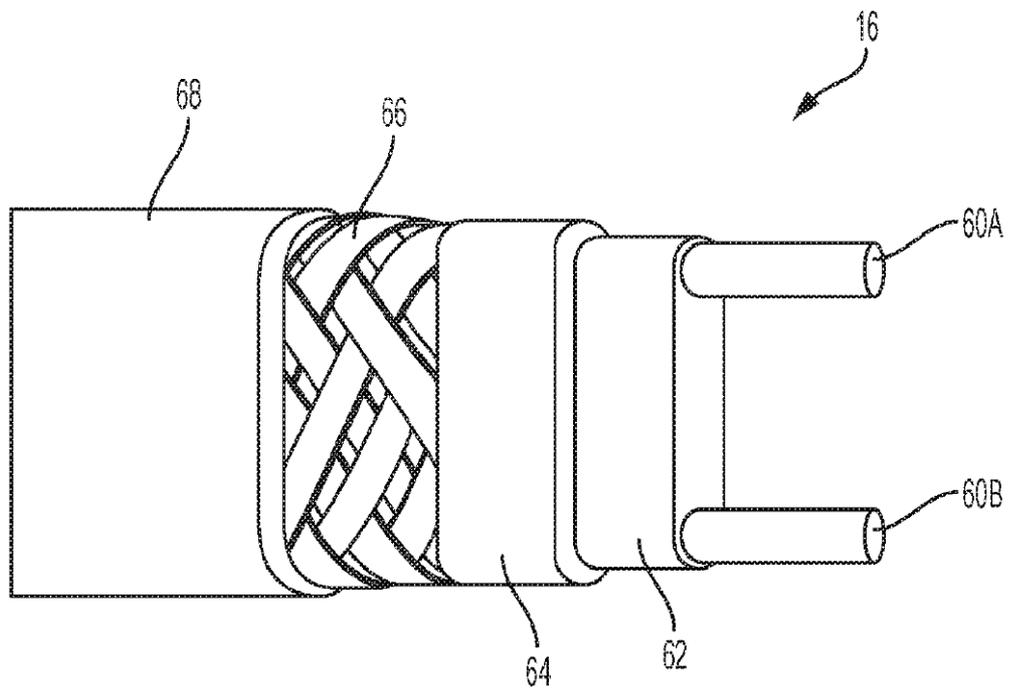


FIG. 3