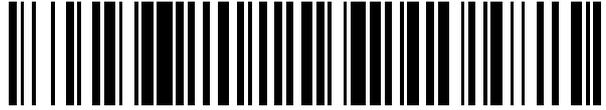


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 801 573**

51 Int. Cl.:

**H05B 1/02** (2006.01)

**A24F 47/00** (2010.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **09.08.2017 PCT/GB2017/052343**

87 Fecha y número de publicación internacional: **01.03.2018 WO18037207**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.08.2017 E 17752455 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.05.2020 EP 3504934**

54 Título: **Circuito de control para un sistema de suministro de vapor**

30 Prioridad:

**25.08.2016 GB 201614478**

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

**11.01.2021**

73 Titular/es:

**NICOVENTURES TRADING LIMITED (100.0%)  
Globe House, 1 Water Street  
London WC2R 3LA, GB**

72 Inventor/es:

**MULLIN, MARTIN CONRAD**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

**ES 2 801 573 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**

Circuito de control para un sistema de suministro de vapor

5 Campo técnico

La presente invención se refiere a circuitos de control para sistemas electrónicos de suministro de vapor.

Antecedentes

10

Los sistemas de suministro de vapor, como los e-cigarrillos o electrónicos, generalmente contienen un depósito de un líquido fuente que contiene una formulación, típicamente incluyendo nicotina, a partir de la que se genera un aerosol (vapor), tal como a través de vaporización u otros medios. El sistema puede tener una fuente de aerosol que comprende un elemento de calentamiento o calentador acoplado a una porción del líquido fuente del depósito. Se suministra energía eléctrica al calentador desde una batería comprendida dentro del sistema de suministro de vapor, bajo el control de circuitos como un microcontrolador. Los circuitos están configurados para encender la energía eléctrica, tal vez en respuesta a un evento como un usuario que inhala en el sistema de suministro de vapor, con lo cual aumenta la temperatura del calentador, la porción del líquido fuente se calienta y el usuario genera el vapor para inhalarlo. Los circuitos están configurados para desconectar posteriormente la energía eléctrica provista al calentador, por ejemplo, después de cierto período de tiempo o cuando cesa la inhalación. La generación de vapor se termina por lo tanto.

15

20

25

No obstante, si surge una falla por la cual el circuito no puede terminar el suministro de energía eléctrica al calentador, el calentador continuará generando calor y el sistema de suministro de vapor puede alcanzar una temperatura insegura. Otros problemas de seguridad o condiciones operativas indeseables pueden surgir de manera similar debido a fallas en el control de otros componentes en el sistema de suministro de vapor.

30

El documento US 2014/096781 describe un artículo electrónico para fumar que comprende un cuerpo de control que tiene un primer componente de control, y un cuerpo de cartucho que se acopla con el cuerpo de control e incluye una disposición consumible de una composición precursora de aerosol y un elemento de calentamiento, y un segundo componente de control. La disposición consumible se comunica con el primer componente de control cuando el cuerpo de cartucho y el cuerpo de control están enganchados.

35

El documento US 2013/220315 describe un vaporizador electrónico que tiene un cartucho que incluye un elemento de calentamiento para vaporizar una solución, y un dispositivo de recolección de energía que adquiere energía del medio ambiente para alimentar el elemento de calentamiento.

40

Por lo tanto, las configuraciones que abordan el problema de las condiciones operativas inseguras o no deseadas en los sistemas de suministro de vapor son de interés.

Sumario

45

De acuerdo con un primer aspecto de ciertas realizaciones descritas en el presente documento, se proporciona un circuito de control para un sistema de suministro de vapor que comprende: un primer controlador con capacidad para controlar un primer conjunto de componentes en el sistema de suministro de vapor; un segundo controlador con capacidad para controlar un segundo conjunto de componentes en el sistema de suministro de vapor, estando al menos un componente en el segundo conjunto también en el primer conjunto; y un enlace de comunicación entre el primer controlador y el segundo controlador mediante el cual al menos un controlador puede supervisar el funcionamiento del otro controlador; en donde uno o ambos controladores son operables para, a través del enlace de comunicación, detectar una falla con la capacidad del otro controlador para controlar el al menos un componente y, en respuesta, asumir el control del al menos un componente.

50

55

El al menos un componente puede comprender un elemento de calentamiento eléctrico, y la capacidad de controlar el al menos un componente puede comprender controlar el suministro de energía eléctrica desde una batería al elemento de calentamiento. Por ende, la falla puede comprender la incapacidad del otro controlador para descontinuar el suministro de energía eléctrica al elemento de calentamiento, y la operabilidad de uno o ambos controladores para asumir el control del al menos un componente puede comprender detener la provisión de energía eléctrica al elemento de calentamiento.

60

Uno o ambos controladores pueden estar configurados para, en respuesta a la detección de una falla con el otro controlador, colocar el sistema de suministro de vapor en un estado inoperable.

65

En algunos ejemplos, el primer conjunto de componentes y el segundo conjunto de componentes pueden ser iguales. Por lo tanto, uno o ambos controladores pueden ser operables para, en respuesta a la detección de una falla con el otro controlador, asumir el control de todos los componentes en el primer conjunto y el segundo conjunto.

La operación de supervisión del otro controlador puede comprender el envío de consultas de sondeo a ese controlador a través del enlace de comunicación, y la detección de una falla puede comprender notar la ausencia de una respuesta a una consulta de sondeo o una respuesta a una consulta de sondeo que informa de una falla. La detección de una falla puede comprender notar un mensaje de informe de falla recibido a través del enlace de comunicación.

5 De acuerdo con un segundo aspecto de algunas realizaciones proporcionadas en el presente documento, se proporciona un método para controlar un componente en un sistema de suministro de vapor que comprende: controlar el componente usando un primer controlador; supervisar el funcionamiento del primer controlador utilizando un  
10 segundo controlador con el fin de detectar fallas en el funcionamiento del primer controlador, a través de un enlace de comunicación entre el primer controlador y el segundo controlador; y en respuesta a la detección por parte del segundo controlador de una falla en el funcionamiento del primer controlador, transferir el control del componente al segundo controlador.

15 La falla detectada puede ser cualquier falla en el funcionamiento del primer controlador. De manera alternativa, la falla detectada puede ser una falla en la capacidad del primer controlador para controlar el componente. El método puede comprender además, en respuesta a la detección de la falla, que el segundo controlador coloque el sistema de suministro de vapor en un estado inoperable.

20 De acuerdo con un tercer aspecto de algunas realizaciones proporcionadas en el presente documento, se proporciona un sistema electrónico de suministro de vapor o una parte que comprende: un elemento de calentamiento eléctrico; una batería; un primer microcontrolador con capacidad para controlar la entrega de energía eléctrica al elemento de calentamiento desde la batería; un segundo microcontrolador con capacidad para controlar la entrega de energía eléctrica al elemento de calentamiento desde la batería; y una ruta de comunicación entre el primer microcontrolador y el segundo microcontrolador, en donde uno o ambos microcontroladores están configurados para usar la ruta de  
25 comunicación para detectar una falla en la capacidad del otro microcontrolador para controlar la entrega de energía eléctrica al elemento de calentamiento desde la batería, y en respuesta a la detección de una falla, asumir el control de la entrega de energía eléctrica al elemento de calentamiento desde la batería.

30 Estos y otros aspectos de ciertas realizaciones se exponen en las reivindicaciones independientes y dependientes adjuntas. Se apreciará que las características de las reivindicaciones dependientes pueden combinarse entre sí y las características de las reivindicaciones independientes en combinaciones distintas de las expuestas explícitamente en las reivindicaciones. Además, el enfoque descrito en este documento no se limita a realizaciones específicas, como las establecidas a continuación, sino que incluye y contempla cualquier combinación apropiada de características presentadas en este documento. Por ejemplo, se puede proporcionar un circuito de control o dispositivo de suministro  
35 de vapor de conformidad con enfoques descritos en el presente documento, que incluye una cualquiera o más de las diversas características descritas a continuación cuando proceda.

#### Breve descripción de los dibujos

40 A continuación, se describirán en detalle varias realizaciones a modo de ejemplo únicamente con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

- 45 la figura 1 muestra una vista esquemática en sección transversal simplificada de un ejemplo de cigarrillo electrónico o dispositivo de suministro de vapor;
- la figura 2 muestra un primer diagrama de circuito de ejemplo para proporcionar funcionalidad de control en un cigarrillo electrónico;
- la figura 3 muestra un diagrama de flujo de etapas en un primer método de ejemplo para controlar el funcionamiento de componentes en un cigarrillo electrónico;
- 50 la figura 4 muestra un segundo diagrama de circuito de ejemplo para proporcionar funcionalidad de control en un cigarrillo electrónico;
- la figura 5 muestra un tercer diagrama de circuito de ejemplo para proporcionar funcionalidad de control en un cigarrillo electrónico;
- la Figura 6 muestra un diagrama de flujo de etapas en un segundo método de ejemplo para controlar el funcionamiento de componentes en un cigarrillo electrónico;
- 55 la Figura 7 muestra un diagrama de flujo de etapas en un tercer método de ejemplo para controlar el funcionamiento de componentes en un cigarrillo electrónico; y
- la Figura 8 muestra un diagrama de flujo de etapas en un cuarto método de ejemplo para controlar el funcionamiento de componentes en un cigarrillo electrónico.

#### 60 Descripción detallada

En el presente documento, se exponen/describen los aspectos y las características de ciertos ejemplos y realizaciones. Algunos aspectos y características de ciertos ejemplos y realizaciones pueden implementarse de manera convencional y no se exponen/describen en detalle en aras de la brevedad. Por lo tanto, se apreciará que los aspectos y las características de los aparatos y los métodos expuestos en el presente documento que no se describen en detalle pueden implementarse de acuerdo con cualquier técnica convencional para implementar tales aspectos y  
65

características.

Como se describió anteriormente, la presente divulgación se refiere a (pero no se limita a) sistemas de suministro de aerosol, tales como los e-cigarrillos. A lo largo de la siguiente descripción, a veces pueden usarse las expresiones "e-cigarrillo" y "cigarrillo electrónico"; no obstante, se apreciará que estas expresiones pueden usarse indistintamente con un sistema o dispositivo de suministro de aerosol (vapor). De manera similar, "aerosol" puede usarse indistintamente con "vapor".

La figura 1 es un diagrama altamente esquemático (no a escala) de un ejemplo de sistema de suministro de aerosol/vapor tal como un cigarrillo electrónico 10. El cigarrillo electrónico tiene una forma generalmente cilíndrica, que se extiende a lo largo de un eje longitudinal indicado por una línea discontinua, y comprende dos componentes principales, a saber, un componente o sección de control 20 y un conjunto o sección de cartucho 30 (a veces denominado cartomizador).

El conjunto de cartucho 30 incluye un depósito 32 que contiene un líquido fuente que comprende una formulación líquida a partir de la cual se va a generar un aerosol, por ejemplo que contiene nicotina. Como ejemplo, el líquido fuente puede comprender alrededor de 1 a 3 % de nicotina y 50 % de glicerol, comprendiendo el resto medidas aproximadamente iguales de agua y propilenglicol, y posiblemente también otros componentes, tales como aromatizantes. El conjunto de cartucho 30 también comprende un elemento de calentamiento eléctrico o calentador 34 para generar el aerosol por vaporización del líquido fuente por calentamiento. Se puede proporcionar una disposición tal como una mecha u otro elemento poroso (no mostrado) para suministrar porciones de líquido fuente desde el depósito 32 al calentador 34. Una combinación de calentador y mecha (o similar) a veces se denomina atomizador, y el líquido fuente y el atomizador pueden denominarse colectivamente fuente de aerosol. El conjunto de cartucho 30 incluye además una boquilla 36 que tiene una abertura o salida de aire 38 a través de la cual un usuario puede inhalar el aerosol generado por el calentador 34.

La sección de control 20 incluye una pila o batería recargable 22 (denominada en lo sucesivo aquí batería) para proporcionar energía a los componentes eléctricos del cigarrillo electrónico 10, en particular el calentador 34. Adicionalmente, hay una placa de circuito impreso (PCB) 24 y/u otra electrónica para controlar generalmente el cigarrillo electrónico. Los términos generales "circuitos", "circuito", "circuitos de control", "circuito de control" o "controlador" se utilizarán para referirse a este componente o grupo de componentes, y debe entenderse que incluyen cualquier disposición y agrupación de hardware, software y/o firmware configurado para controlar el funcionamiento de varios componentes electrónicos y eléctricos dentro del sistema de suministro de vapor 10, incluido el control de la energía eléctrica desde la batería a los componentes. Este control puede incluir encender y apagar la fuente de alimentación eléctrica, así como regular o modificar el nivel de energía eléctrica mientras está encendido. El controlador 24 puede comprender uno o más microcontroladores y/o microprocesadores, por ejemplo. También se incluye un sensor de presión de aire o sensor de flujo de aire 26 que puede detectar una inhalación en el sistema 10 durante la cual el aire ingresa a través de una o más entradas de aire 28 en la pared de la sección de control 20. El sensor 26 proporciona señales de salida al controlador 24.

Durante su uso, cuando el elemento de calentamiento 34 recibe energía de la batería 22, controlado por el controlador 24 en respuesta a los cambios de presión detectados por el sensor 26 (no mostrado), el elemento de calentamiento 34 vaporiza el líquido fuente suministrado desde el depósito 32 para generar el aerosol, y este es inhalado por un usuario a través de la abertura 38 en la boquilla 36. El aerosol se transporta desde la fuente de aerosol a la boquilla 36 a lo largo de un canal de aire (no mostrado) que conecta la entrada de aire 28 a la fuente de aerosol a la salida de aire 38 cuando un usuario inhala en la boquilla.

En este ejemplo particular, la sección de control 20 y el conjunto de cartucho 30 son partes separadas desmontables entre sí mediante la separación en una dirección paralela al eje longitudinal, tal y como se indica con las flechas de la figura 1. Las partes 20, 30 se unen entre sí (como se ilustra) cuando el dispositivo 10 está en uso mediante elementos de acoplamiento 21, 31 cooperantes (por ejemplo, un tornillo o un accesorio de bayoneta) que proporcionan conectividad mecánica y eléctrica entre la sección de control 20 y el conjunto de cartucho 30. Una interfaz de conector eléctrico en la sección de control 20 utilizada para conectarse al conjunto de cartucho 30 también puede servir como interfaz para conectar la sección de control 20 a un dispositivo de carga (que no se muestra) cuando la sección de control 20 está desmontada del conjunto de cartucho 30. El otro extremo del dispositivo de carga se puede enchufar a una fuente de alimentación externa, por ejemplo, una toma USB, para cargar o recargar la batería 22 en la sección de control 20 del cigarrillo electrónico 10. En otras implementaciones, puede estar provista una interfaz de carga separada, por ejemplo, de modo que la batería 22 pueda cargarse cuando todavía está conectada al conjunto de cartucho 30.

Esto es simplemente una disposición de ejemplo, sin embargo, y los diversos componentes pueden estar distribuidos de manera diferente entre la sección de control 20 y la sección de conjunto de cartucho 30. Por ejemplo, el controlador 24 puede estar en una sección diferente de la batería 22. Las dos secciones pueden conectarse entre sí de extremo a extremo en una configuración longitudinal como en la figura 1, o en una configuración diferente, como una disposición paralela, de lado a lado. Cualquiera o ambas secciones pueden estar destinadas a desecharse y reemplazarse cuando se agotan (el depósito está vacío o la batería está descargada, por ejemplo), o destinarse a múltiples usos habilitados

por acciones tales como rellenar el depósito y recargar la batería. De manera alternativa, el cigarrillo electrónico 10 puede ser un dispositivo unitario (desechable o rellenable/recargable) que no se puede separar en dos partes, en cuyo caso todos los componentes están comprendidos dentro de un solo cuerpo o carcasa. Las realizaciones de la presente invención son aplicables a cualquiera de estas configuraciones y otras configuraciones de las cuales el experto en la materia estará al tanto.

Adicionalmente, el cigarrillo electrónico puede incluir uno o más componentes eléctricos/electrónicos adicionales. Estos pueden recibir energía eléctrica de la batería 22 y estar bajo el control del controlador 24. El controlador puede generar señales de control y enviarlas a un componente, y/o recibir señales como mediciones desde el componente, o el controlador puede tener el control de un interruptor que puede abrirse o cerrarse para conectar o desconectar un componente a la batería 22, por ejemplo. Estos componentes pueden incluir una o más luces (como diodos emisores de luz) que indican estados operativos para el usuario (como cuando el calentador está encendido o cuando la batería se está cargando o está cargada), uno o más temporizadores que determinan períodos operativos para componentes, sensores de temperatura por motivos de seguridad y/o para supervisar el funcionamiento del calentador, y componentes para regular la tensión o la corriente suministrada al calentador. Esta lista es solo un ejemplo, y el cigarrillo electrónico puede incluir ninguno, menos o todos estos componentes u otros componentes. Las realizaciones de la presente invención son aplicables a todas y cada una de las combinaciones de componentes controlables.

Si el controlador 24 (en el ejemplo de la figura 1) es un controlador único responsable de controlar el funcionamiento de todos los componentes dentro del cigarrillo electrónico 10, pueden surgir problemas en caso de una falla o fallo del controlador 24. Si el cigarrillo electrónico 10 simplemente queda inoperable por la falla, esto es inconveniente para el usuario. Otras fallas tienen consecuencias más serias, sin embargo. Como un ejemplo particular, se considera el calentador 34. El controlador 24 está configurado para controlar el calentador 34 encendiéndolo y apagándolo al conectarlo y desconectarlo de la batería 22. Durante el tiempo de encendido, el nivel de energía puede ajustarse o modificarse, por ejemplo regulando la corriente o la tensión. La energía se apaga en respuesta a un evento particular, que puede variar según la configuración del cigarrillo electrónico 10, pero tal vez, por ejemplo, el vencimiento de un temporizador o una caída en el flujo de aire detectado por el sensor 26. El temporizador o sensor 26 comunica el evento al controlador 24, que actúa para desconectar el calentador 34 de la batería 22. No obstante, si el controlador 24 desarrolla una falla operativa (que puede ser una falla completa o parcial del controlador 24) mientras el calentador 34 está conectado a la batería 22, es posible que el controlador no pueda desconectar la batería 22 del calentador 34 en el momento apropiado. La energía continuará suministrándose al calentador 34, y el cigarrillo electrónico 10 puede recalentarse, posiblemente representando un peligro para el usuario. Como otro ejemplo, las luces indicadoras que indican un estado de carga de la batería no pueden encenderse o apagarse en el momento apropiado para que se proporcione información falsa al usuario que no puede determinar si la batería está cargada o no.

Los ejemplos de la presente invención proponen abordar este problema proporcionando un controlador adicional capaz de asumir el control de un componente, como el calentador, en el caso de una falla que interrumpa la capacidad del primer controlador para controlar ese componente. Los controladores están configurados para poder controlar el componente si es necesario, y están configurados además para comunicarse entre sí (en mayor o menor medida dependiendo de la implementación), y por este medio, el segundo controlador podrá identificar cuándo ocurre una falla o fallo del primer controlador y tomar el control. La disposición opuesta también se puede habilitar si se desea, para que el primer controlador pueda identificar si ocurre una falla o fallo del segundo controlador y arrebatarle el control a este. Para la toma de control y supervisión unidireccional y bidireccional, se reduce o elimina el riesgo de que un componente quede en estado activado o desactivado y no pueda cambiarse al otro estado. El funcionamiento y el control de cualquier otro componente se pueden dividir entre los dos controladores según se desee, o atribuirse a un solo controlador. Los dos controladores juntos pueden considerarse como un circuito de control o circuitos de control, y pueden realizarse como dos microcontroladores o microprocesadores, en una sola placa de circuito impreso o en placas separadas, por ejemplo. Otras configuraciones de hardware, software y firmware no están excluidas, sin embargo.

Se debe entender que el control de un componente abarca todas y cada una de las acciones y funciones requeridas para producir el funcionamiento de ese componente. Esto incluye cualquiera o todo de suministrar energía al componente (que puede ser o no al abrir y cerrar un interruptor), enviar señales de control al componente y recibir señales de control y medición del componente. Un controlador puede estar configurado para, o provisto con la capacidad de, controlar un componente mediante la provisión de una programación informática adecuada almacenada en la memoria para su ejecución por un procesador, o por un hardware apropiado que incluya cableado y puertas lógicas, por ejemplo, o una combinación de hardware y software, o cualquier otra técnica adecuada de acuerdo con la preferencia del fabricante y el tipo de controlador utilizado. Los dos controladores pueden ser del mismo tipo o cada uno puede ser de un tipo diferente.

La figura 2 muestra un diagrama de circuito simplificado de una realización de ejemplo de circuitos de control 100 que comprende dos controladores. Se proporcionan un primer controlador 24a y un segundo controlador 24b, cada uno dispuesto para recibir energía eléctrica de una batería 22. Un calentador 34 está conectado tanto al primer controlador 24a como al segundo controlador 24b por medio de un único interruptor 40. Cada uno del primer controlador 24a y el segundo controlador 24b están configurados (por ejemplo, mediante programación adecuada) para controlar el funcionamiento del calentador 34. También se incluye y conecta un sensor de flujo de aire 26 para poder proporcionar

señales que representan las mediciones de flujo de aire a ambos controladores 24a, 24b. Cuando se detecta un nivel predeterminado de flujo de aire, se requiere que el calentador 34 funcione, y cualquiera de los controladores 24a, 24b puede cerrar el interruptor 40 para que la energía eléctrica pueda ser entregada desde la batería 22 al calentador 34, y luego abrir el interruptor 40 cuando se completa el funcionamiento del calentador 34.

Se proporciona un enlace de comunicación o ruta de comunicación 42 entre los controladores 24a, 24b. Este puede ser un enlace inalámbrico o un enlace por cable, y las comunicaciones pueden realizarse a través de cualquier protocolo conveniente, como un bus 12C (circuito inter-integrado), un bus SPI (interfaz periférica en serie) o un UART (receptor/transmisor asíncrono universal). La invención no está limitada a este respecto. Los controladores 24a, 24b están configurados para supervisar el funcionamiento de cada uno usando el enlace de comunicación 42. De manera alternativa, solo el segundo controlador 24b está configurado para supervisar el funcionamiento del primer controlador 24a, o viceversa.

En funcionamiento normal, uno de los controladores, digamos el primer controlador 24a, está designado para tener control operativo del calentador 34, y por lo tanto actúa para abrir y cerrar el interruptor 40 en respuesta a las señales de medición del flujo de aire del sensor 26. (Téngase en cuenta que el sensor de flujo de aire es simplemente un ejemplo y se pueden utilizar otros mecanismos para activar el funcionamiento del calentador, como un interruptor operado por el usuario en la carcasa exterior del cigarrillo electrónico). El segundo controlador 24b no tiene la responsabilidad de controlar el calentador 34. En su lugar, el segundo controlador 24b usa el enlace de comunicación 42 para controlar el funcionamiento del primer controlador 24a. Si el segundo controlador 24b detecta una incapacidad del primer controlador 24a para continuar controlando el calentador 34, el segundo controlador asume el control del calentador 40 al hacerse responsable del funcionamiento del interruptor 40. La incapacidad puede ser una falla en el primer controlador 24a que hace que el primer controlador 24a sea específicamente incapaz de continuar el control del calentador 34, o una falla completa del primer controlador 24a que hace que el primer controlador 24a sea inoperable total o mayormente. La incapacidad puede ser detectada por el segundo controlador 24b que opera para interrogar (quizás periódicamente) al primer controlador 24a, de modo que el segundo controlador 24b detecta activamente la falla y el primer controlador 24a es pasivo en la detección de fallas. De manera alternativa, el primer controlador 24a puede configurarse para enviar una notificación de falla al segundo controlador 24a para alertar al segundo controlador 24a sobre la ocurrencia de la falla, de modo que el primer controlador 24a está activo en la detección de fallas mientras que el segundo controlador 24b es pasivo. De manera alternativa, se podría utilizar una combinación de estos enfoques.

La figura 2 muestra una disposición de ejemplo solamente, y el circuito puede configurarse de manera diferente mientras proporciona la misma funcionalidad de un segundo controlador asumiendo el control de un componente en caso de una falla en un primer controlador previamente responsable del componente. Por ejemplo, cada controlador puede tener su propio interruptor asociado para controlar el calentador, mientras puede operar el interruptor del otro controlador si es necesario. La figura 2 muestra un sensor de flujo de aire/presión compartido, pero cada controlador puede tener su propio sensor asociado. Los controladores no necesitan estar dispuestos entre la batería y el calentador en serie, pero pueden colocarse en una disposición paralela a las otras partes para que la corriente pueda alcanzar el calentador sin pasar por los controladores. Otras modificaciones resultarán fácilmente aparentes para un experto.

La figura 3 muestra un diagrama de flujo que ilustra las etapas en un método de ejemplo para controlar un calentador (u otro componente) usando dos controladores. En una primera etapa S31, un primer controlador tiene la responsabilidad de controlar un componente en el sistema de suministro de vapor, como un calentador, y opera para controlarlo. En una segunda etapa S32, un segundo controlador supervisa la operación del primer controlador mientras el primer controlador controla el componente (mientras tanto, cualquier otro componente está siendo controlado por uno u otro de los controladores primero y segundo). El método avanza a una etapa de decisión S33, en la que se determina si el segundo controlador ha detectado una falla en el funcionamiento del primer controlador. Si no se ha detectado ninguna falla, el método continúa con la supervisión en la etapa S32. Si, por otro lado, se detecta una falla en la etapa de decisión S33, el segundo controlador toma el control del componente del primer controlador en la etapa S34. La supervisión en la etapa S32 puede ser unidireccional como se describe, o puede llevarse a cabo en ambas direcciones para que cada controlador supervise el funcionamiento del otro y cada uno esté preparado para asumir el control en la etapa S34 en caso de detectar una falla en el otro.

El circuito que se muestra en la figura 2 es un ejemplo simple que no incluye conectividad eléctrica dentro de otras partes del sistema de suministro de vapor. En general, el sistema comprenderá componentes eléctricos/electrónicos adicionales operados y/o administrados por el control del controlador, como las luces indicadoras, un sensor de temperatura, temporizador, reguladores y medios de carga de batería ya mencionados, y/u otros componentes, según se desee. Con dos controladores incluidos, hay opciones disponibles sobre cómo gestionar el control de todos los componentes.

Se consideran estos componentes como un conjunto de componentes que requieren control. Como primer ejemplo, ambos controladores pueden configurarse para que funcionen para controlar todos los componentes del conjunto. Dicho de otro modo, el primer controlador y el segundo controlador son idénticos, y cualquiera podría controlar todos los componentes si fuera necesario. En el funcionamiento regular del sistema de suministro de vapor, el control de cada componente se puede asignar a uno u otro de los controladores. Por tanto, cada controlador realiza un conjunto

diferente de funciones de control (un subconjunto del conjunto completo de componentes), pero cada uno tiene la capacidad de realizar el conjunto completo de funciones de control. Entonces, en caso de falla o fallo en el primero de los controladores, el segundo controlador puede asumir la responsabilidad de las funciones de control que el primer controlador ya no puede realizar. Esto podría ser el control de todos los componentes en el conjunto del primer controlador si el primer controlador ha fallado por completo, o podría ser el control de solo uno o unos pocos componentes si el primer controlador tiene una falla pero todavía está parcialmente operativo. Esta configuración puede considerarse como una configuración totalmente redundante; durante el funcionamiento normal, un conjunto completo de capacidades de control es redundante ya que todas las capacidades se duplican en los dos controladores. Esto ofrece la ventaja de que cualquier falla en la capacidad de control de un controlador se puede solucionar pasando el control al otro controlador, para que el funcionamiento normal del sistema de suministro de vapor pueda continuar. No obstante, es una configuración más costosa, ya que se proporcionan dos controladores con funcionalidades completas e idénticas.

La figura 4 muestra un diagrama de circuito simplificado de un ejemplo de configuración totalmente redundante de los circuitos 200. Se incluye una pluralidad de componentes 50, y cada uno puede ser controlado por cualquiera de los controladores 24a, 24b. Los interruptores se omiten por claridad; no todos los componentes necesitarán control de interruptor. Durante el funcionamiento normal, los componentes 50 serán compartidos entre los dos controladores 24a, 24b, pero si es necesario, el control de cualquiera o todos los componentes 50 se puede colocar con un solo controlador en caso de una falla con el otro controlador. Los componentes 50 se pueden compartir de manera equitativa o desigual entre los dos controladores 24a, 24b.

Un ejemplo alternativo es una disposición en la que el conjunto de componentes se divide en dos, cada uno de los cuales puede considerarse como un subconjunto, siendo el conjunto de componentes para un controlador, y cada controlador está configurado solo para la capacidad de control de los componentes en un subconjunto. Uno o más componentes, como el calentador, están incluidos en ambos subconjuntos, para que puedan ser controlados por cualquiera de los controladores si es necesario, pero de otro modo, cada componente solo puede ser controlado por uno de los controladores. En un ejemplo extremo, el primer controlador puede configurarse para controlar todos los componentes y el segundo controlador está configurado para controlar solo un componente, como el calentador. Los controladores son por lo tanto diferentes, con duplicación de capacidades limitadas a uno o pocos componentes solamente. La configuración es parcialmente redundante y, en funcionamiento normal, las funciones de control se comparten entre los dos controladores. Este es un enfoque rentable en el sentido de que cada controlador solo necesita una funcionalidad para controlar algunos de los componentes, para que cada uno tenga una especificación reducida (energía de programación y computación) en comparación con un controlador capaz de controlar todos los componentes. No obstante, no todas las fallas podrán ser resueltas pasando el control lejos de un controlador fallido, por lo que el sistema de suministro de vapor puede dejar de funcionar en caso de ciertas fallas. No obstante, las fallas potencialmente peligrosas, como el problema de control del calentador discutido anteriormente, se pueden abordar si los componentes que pueden producir condiciones inseguras se incluyen en ambos subconjuntos de los componentes.

La figura 5 muestra un diagrama de circuito simplificado de un ejemplo de configuración parcialmente redundante. Los componentes se dividen en dos subconjuntos 50a y 50b (cada uno se muestra como una entidad única por simplicidad). Un primer controlador 24a está configurado para controlar el primer subconjunto de componentes 50a, y un segundo controlador 24b está configurado para controlar el segundo subconjunto de componentes 50b. Un tercer grupo de componentes 50c (que puede ser un solo componente, como un calentador, o más de un componente) pertenece a ambos subconjuntos en que ambos controladores 24a y 24b están configurados para controlar los componentes 50c, aunque en funcionamiento normal, cada componente en el tercer grupo se asignará para ser controlado por uno u otro de los controladores 24a, 24b solamente.

En general, el segundo controlador toma el control de un componente del primer control si el segundo controlador detecta que se ha producido una falla o fallo del primer controlador que afecta a la capacidad del primer controlador para controlar el componente. Hay una gama de opciones para implementar esta adquisición y determinar qué acciones ocurren después de la adquisición. Considerando el ejemplo de la figura 3, por ejemplo, existen alternativas para las etapas que siguen a la etapa S34.

La figura 6 muestra un diagrama de flujo de etapas en un método de ejemplo de acuerdo con una realización. Este método es aplicable a dispositivos con redundancia completa, en los que ambos controladores tienen la capacidad de controlar cada componente. En una primera etapa S61, el primer controlador funciona para controlar uno o más componentes. En una segunda etapa 62, el segundo controlador supervisa el funcionamiento del primer controlador (mientras también controla otros componentes en sí mismo y se supervisa a su vez por el primer controlador). La siguiente etapa es la etapa de decisión S63 en la que se determina si el segundo controlador ha detectado una falla en el funcionamiento del primer controlador. La falla puede ser una falla completa del primer controlador, o una falla en su capacidad para controlar uno o más componentes individuales solamente. Si no hay falla, la supervisión en la etapa S62 continúa. Si se detecta una falla, el método continúa con la etapa S64 en la que el segundo controlador toma el control de todos de los uno o más componentes del primer controlador. Entonces, en la etapa S65, el sistema de suministro de vapor continúa operando bajo el control exclusivo del segundo controlador. Esta disposición prolonga la vida útil del dispositivo en comparación con un dispositivo con un controlador que puede desarrollar una falla, pero la seguridad mejorada que ofrece el uso de dos controladores (capacidad de hacerse cargo y apagar el calentador,

por ejemplo) se pierde una vez que falla uno de los controladores.

La figura 7 muestra un diagrama de flujo de etapas en un método de ejemplo de acuerdo con una realización alternativa. En una primera etapa S71, el primer controlador opera para controlar múltiples (dos o más) componentes. El segundo controlador supervisa el funcionamiento del primer controlador en la etapa S72 (mientras también controla otros componentes en sí mismo y se supervisa a su vez por el primer controlador), y el método continúa a la etapa de decisión S73, donde se determina si hay una falla en la capacidad del primer componente para controlar un componente en particular de entre aquellos componentes múltiples de los cuales es responsable. Si no hay falla, la supervisión continúa en la etapa S72. Si se detecta una falla, el segundo controlador asume el control de dicho componente desde el primer componente, mientras que el primer controlador lleva a cabo el control de cualquier otro componente del que sea responsable. El funcionamiento del sistema de suministro de vapor continúa en la etapa S75 bajo el control del primer y segundo controlador. El método difiere al final respecto de su inicio por la transferencia de control para un componente que se ha pasado de un controlador a otro, mientras que otras funciones de control continúan como antes. Este método puede implementarse en un sistema totalmente redundante, en el que el segundo controlador puede tomar el control de cualquier componente previamente bajo el control del primer controlador, o en un sistema parcialmente redundante en el que el segundo controlador puede tomar el control de solo uno o unos pocos componentes (aquellos en el grupo 50c en la figura 5, por ejemplo) para los cuales ambos controladores tienen operabilidad de control. En el primer caso, el funcionamiento continuo del dispositivo se conserva por cualquier falla, como en el ejemplo de la figura 6. En este último caso, el funcionamiento continuo se puede lograr solo para algunas fallas en la operación de control del primer controlador.

La figura 8 muestra un diagrama de flujo de etapas en un método de ejemplo de acuerdo con otra realización alternativa. En una primera etapa S81, el primer controlador controla un componente (y posiblemente otros componentes). Durante este control, en la etapa S82, el segundo controlador supervisa el funcionamiento del primer controlador para verificar si hay fallas (al mismo tiempo que controla otros componentes en sí mismo y es supervisado a su vez por el primer controlador). En la decisión en la siguiente etapa S83, se determina si se ha producido una falla en el funcionamiento del primer controlador de modo que ya no pueda controlar el componente. La falla puede ser una falla general del primer controlador, o una falla o error particular en su capacidad de controlar ese componente solo. Si no hay falla, el segundo controlador continúa supervisando en la etapa S82. Si hay una falla, el método pasa a la etapa S84, en la que el segundo controlador toma el control del componente del primer controlador. Entonces, en la etapa S85, el segundo controlador coloca el componente en una condición segura si es necesario. Por ejemplo, si la falla ha significado que el primer controlador no pudo apagar el calentador, para que permanezca encendido, el segundo controlador actúa para apagar el calentador, para que sea seguro y no pueda sobrecalentar el dispositivo de suministro de vapor en su conjunto. Es posible que sea necesario apagar o encender otros componentes para que sean seguros, dependiendo de su función. Sin embargo, si la falla es que el primer controlador no puede encender el calentador en primer lugar, el segundo controlador puede asumir el control, pero ya está en un estado seguro y puede dejarse en esa condición, por lo que no se requiere ninguna acción en la etapa S85. En la etapa S86, el segundo controlador opcionalmente almacena información sobre la falla, ya sea en memoria propia o en otra parte del dispositivo al que tiene acceso, antes de continuar con la etapa S87, en el que hace que el dispositivo no funcione. Esto podría requerir que el segundo controlador tome el control de todos los componentes del primer controlador, dependiendo del número de componentes y su configuración. De manera alternativa, se puede proporcionar un interruptor maestro que sea accesible para ambos controladores, para que un controlador superviviente pueda accionar el interruptor, por ejemplo, para cortar la fuente de alimentación a todos los componentes y poner el dispositivo en modo inactivo u otra condición inerte. También se pueden usar otros procedimientos para inducir la inoperabilidad. Una vez que esto ha ocurrido, el usuario puede devolver el dispositivo al fabricante para su reparación o reemplazo, y el fabricante puede recuperar la información de falla almacenada para ayudar en la reparación y/o registrar la incidencia de fallas para mejorar el diseño o para recuperar el producto. Las etapas S84, S85 y S86 pueden tener lugar en órdenes distintos a los ilustrados, y algunas pueden omitirse si se desea.

El ejemplo de la figura 8 se refiere más a la seguridad que a la operación de preservación después del desarrollo de una falla. Por consiguiente, las diversas alternativas de las figuras 6, 7 y 8 se pueden seleccionar de acuerdo con cuál y cuántos componentes se considera apropiado duplicar entre los controladores. Como mínimo, el control duplicado del calentador ofrece los beneficios de seguridad explicados anteriormente, y esto puede extenderse a componentes menos peligrosos y más allá a aquellos componentes cuyo control defectuoso es simplemente inconveniente, dependiendo del grado de redundancia que se pueda tolerar.

Aunque la descripción anterior a menudo se ha expresado en términos de que el primer controlador desarrolla una falla, y el segundo controlador detecta la falla y asume las funciones de control del primer controlador, esto ha sido solo por conveniencia. En realidad, cada controlador puede tener la capacidad de supervisar el funcionamiento del otro, y cada uno puede asumir el control del otro según sea necesario en caso de falla o fallo. De manera alternativa, una configuración en la que se proporciona un segundo controlador principalmente para asumir el control de uno o más componentes si es necesario sin ninguna función de control significativa propia, para que no haya necesidad de que el primer controlador realice la supervisión y la capacidad de adquisición sea del primer al segundo controlador solamente, también se puede implementar si se desea.

El formato y el funcionamiento del enlace de comunicación (canal o ruta) entre los controladores se pueden elegir de

acuerdo con la operación requerida. Si ambos controladores son capaces de controlar varios componentes y se espera que las funciones de control se compartan entre los controladores en funcionamiento normal, es deseable que cada controlador pueda supervisar el funcionamiento del otro. En esta situación, se puede proporcionar un enlace relativamente sofisticado que permita comunicaciones bidireccionales completas, con ambas partes capaces de iniciar y recibir solicitudes y consultas, y formular y enviar respuestas, e intercambiar información (mediciones, señales de control y similares) según sea necesario. En ejemplos más simples, como cuando el segundo controlador se proporciona solo para tomar el control en caso de fallo del primer controlador, la capacidad de supervisión solo puede ser unidireccional ya que no es necesario que el primer controlador supervise el segundo controlador. No se requieren intercambios de comunicación detallados en este caso; es simplemente necesario que el segundo controlador pueda supervisar (o vigilar) el primer controlador. Para la supervisión unidireccional y bidireccional, se pueden emplear comunicaciones detalladas, o una simple técnica de sondeo podría considerarse suficiente. Por ejemplo, el controlador de supervisión puede interrogar al controlador supervisado enviando consultas de sondeo regulares (periódicas o no) al controlador supervisado para verificar su estado operativo y esperar una respuesta. El controlador supervisado puede enviar una respuesta a una consulta solo si su estado operativo es bueno, para que se detecte una falla si el controlador de supervisión observa que no se ha recibido respuesta a una consulta reciente (o dos o más consultas consecutivas para corregir un error ocasional). De manera alternativa, el controlador supervisado puede formular y enviar una respuesta indicando que su estado operativo no es bueno, y la recepción de dicha respuesta le permite al controlador de supervisión detectar una falla. De manera alternativa, el controlador supervisado puede enviar un mensaje informando de una falla al controlador de supervisión independientemente de cualquier consulta de sondeo recibida del controlador de supervisión, para que la recepción de dicho mensaje permita que el controlador de supervisión detecte una falla. Otras técnicas de detección de fallas que utilizan el envío y/o recepción de mensajes entre dos controladores serán evidentes para la persona experta; y pueden emplearse como se desee. Como una alternativa adicional, el controlador de supervisión puede simplemente observar el funcionamiento del controlador supervisado a través de una conexión o enlace, tal como al verificar las señales de control de salida esperadas destinadas a un componente de interés. Las señales esperadas pueden observarse directamente o pueden desencadenar el envío de una señal o mensaje al controlador de supervisión. La ausencia de señales esperadas o una desviación de un patrón esperado de señales podría interpretarse como una falla operativa en el controlador supervisado. Se puede utilizar cualquier disposición de comunicación configurada para habilitar estas técnicas; los términos "enlace de comunicación", "canal de comunicación", "ruta de comunicación", "conexión" y similares están destinados a cubrir todas las alternativas adecuadas, y no necesariamente implican el uso de una comunicación bidireccional completa.

Los circuitos de control que comprenden los dos controladores pueden acomodarse en cualquier lugar dentro de un cigarrillo electrónico, donde el cigarrillo electrónico en sí mismo puede comprender componentes separables (como un cartomizador y una sección de batería/alimentación) de modo que los circuitos pueden estar en cualquiera de los componentes. De manera alternativa, los controladores pueden colocarse uno en cada uno de los dos componentes separables. A menudo, no obstante, un cigarrillo electrónico comprende un cartomizador desechable o recargable que se puede conectar a una sección de alimentación/control que aloja una batería recargable y un controlador. Por tanto, en una realización, los circuitos de control que comprenden dos controladores están alojados en una sección de alimentación junto con una batería donde la sección de alimentación se puede conectar a una sección de cartomizador que aloja un atomizador y una fuente de suministro de líquido (depósito u otro recipiente de líquido).

Las diversas realizaciones descritas en el presente documento se presentan solo para ayudar a comprender y enseñar las características reivindicadas. Estas realizaciones se proporcionan solo como una muestra representativa de realizaciones, y no son exhaustivas y/o exclusivas. Ha de entenderse que las ventajas, realizaciones, ejemplos, funciones, características, estructuras y/u otros aspectos descritos en el presente documento no deben considerarse limitaciones del alcance de la divulgación definida por las reivindicaciones o limitaciones de los equivalentes a las reivindicaciones, y que se pueden utilizar otras realizaciones y realizar modificaciones sin apartarse del alcance de la invención reivindicada. Diversas realizaciones de la invención pueden comprender adecuadamente, consistir en o consistir esencialmente en, combinaciones apropiadas de los elementos divulgados, componentes, características, partes, etapas, medios, etc., distintos de los específicamente descritos en este documento. Además, esta divulgación puede incluir otras invenciones no actualmente reivindicadas, pero que se pueden reivindicar en un futuro.

**REIVINDICACIONES**

1. Un circuito de control (100; 200; 300) para un sistema de suministro de vapor (10) que comprende:
  - 5 un primer controlador (24a) con capacidad para controlar un primer conjunto de componentes (34; 50) en el sistema de suministro de vapor;
  - un segundo controlador (24b) con capacidad para controlar un segundo conjunto de componentes (34; 50) en el sistema de suministro de vapor, estando al menos un componente en el segundo conjunto también en el primer conjunto; y
  - 10 un enlace de comunicación (42) entre el primer controlador y el segundo controlador mediante el cual al menos un controlador puede supervisar el funcionamiento del otro controlador; caracterizado por que uno o ambos controladores son operables para, a través del enlace de comunicación, detectar una falla con la capacidad del otro controlador para controlar el al menos un componente y, en respuesta, asumir el control del al menos un componente.
- 15 2. Un circuito de control de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el al menos un componente comprende un elemento de calentamiento eléctrico (34), y la capacidad de controlar el al menos un componente comprende controlar el suministro de energía eléctrica desde una batería (22) al elemento de calentamiento.
- 20 3. Un circuito de control de acuerdo con la reivindicación 2, en el que la falla comprende una incapacidad del otro controlador para discontinuar el suministro de energía eléctrica al elemento de calentamiento.
4. Un circuito de control de acuerdo con la reivindicación 2 o la reivindicación 3, en el que la operabilidad de uno o ambos controladores para asumir el control del al menos un componente comprende detener el suministro de energía eléctrica al elemento de calentamiento.
- 25 5. Un circuito de control de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que uno o ambos controladores están configurados para, en respuesta a la detección de una falla con el otro controlador, colocar el sistema de suministro de vapor en un estado inoperable.
- 30 6. Un circuito de control de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que el primer conjunto de componentes y el segundo conjunto de componentes son los mismos, y uno o ambos controladores pueden funcionar aún más para, en respuesta a la detección de una falla con el otro controlador, asumir el control de todos los componentes en el primer conjunto y el segundo conjunto.
- 35 7. Un circuito de control de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que la operación de supervisión del otro controlador comprende enviar consultas de sondeo a ese controlador a través del enlace de comunicación, y detectar una falla comprende notar la ausencia de una respuesta a una consulta de sondeo o una respuesta a una consulta de sondeo que informa de una falla.
- 40 8. Un circuito de control de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que la detección de una falla comprende apreciar un mensaje de informe de falla recibido a través del enlace de comunicación.
- 45 9. Un sistema de suministro de vapor (10) que comprende un circuito de control (100; 200; 300) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8.
10. Una sección de control (20) para un sistema de suministro de vapor (10), alojando la sección de control (20) un circuito de control (100; 200; 300) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8 y una batería (22), la sección de control configurada para ser conectable por separado con una sección de cartomizador (30), forman juntas la sección de cartomizador y la sección de control el sistema de suministro de vapor.
- 50 11. Un método para controlar un componente (34; 50) en un sistema de suministro de vapor (10) que comprende controlar el componente usando un primer controlador (24a); supervisar el funcionamiento del primer controlador utilizando un segundo controlador (24b) con el fin de detectar fallas en el funcionamiento del primer controlador, a través de un enlace de comunicación (42) entre el primer controlador y el segundo controlador; y en respuesta a la detección por parte del segundo controlador de una falla en el funcionamiento del primer controlador, transferir el control del componente al segundo controlador.
- 55 12. Un método de acuerdo con la reivindicación 11, en el que la falla detectada es cualquier falla en el funcionamiento del primer controlador.
- 60 13. Un método de acuerdo con la reivindicación 11, en el que la falla detectada es una falla en la capacidad del primer controlador para controlar el componente.
- 65 14. Un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 11 a 13, que comprende además, en respuesta

a la detección de la falla, que el segundo controlador coloque el sistema de suministro de vapor en un estado inoperable.

15. Un sistema electrónico de suministro de vapor (10) o una parte que comprende:

- 5 un elemento de calentamiento eléctrico (34);  
una batería (22);  
un primer microcontrolador (24a) con capacidad para controlar la entrega de energía eléctrica al elemento de calentamiento desde la batería;  
10 un segundo microcontrolador (24b) con capacidad para controlar la entrega de energía eléctrica al elemento de calentamiento desde la batería; y  
una ruta de comunicaciones (42) entre el primer microcontrolador y el segundo microcontrolador;  
caracterizado por que uno o ambos microcontroladores están configurados para usar la ruta de comunicaciones para detectar una falla en la capacidad del otro microcontrolador para controlar la entrega de energía eléctrica al  
15 elemento de calentamiento desde la batería, y en respuesta a la detección de una falla, asumir el control de la entrega de energía eléctrica al elemento de calentamiento desde la batería.

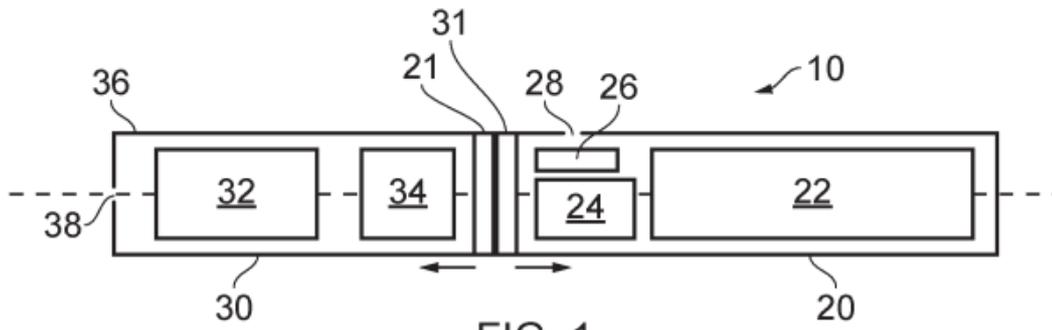


FIG. 1

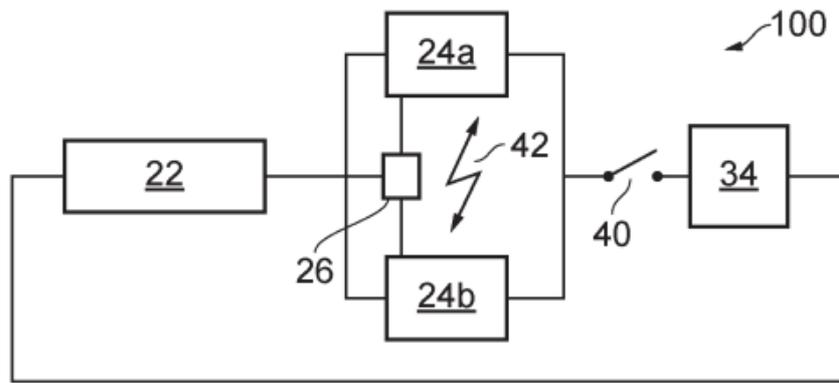


FIG. 2

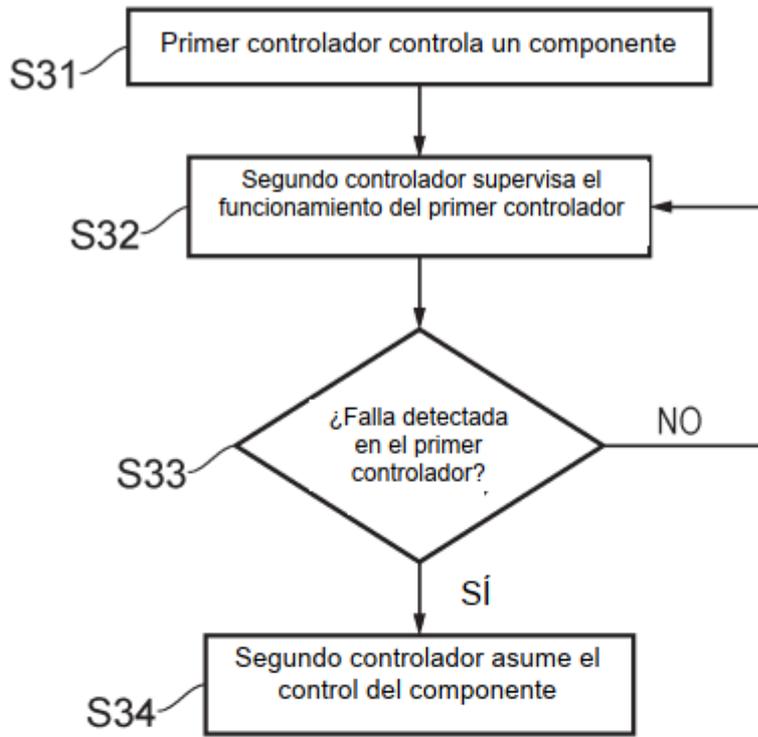


FIG. 3

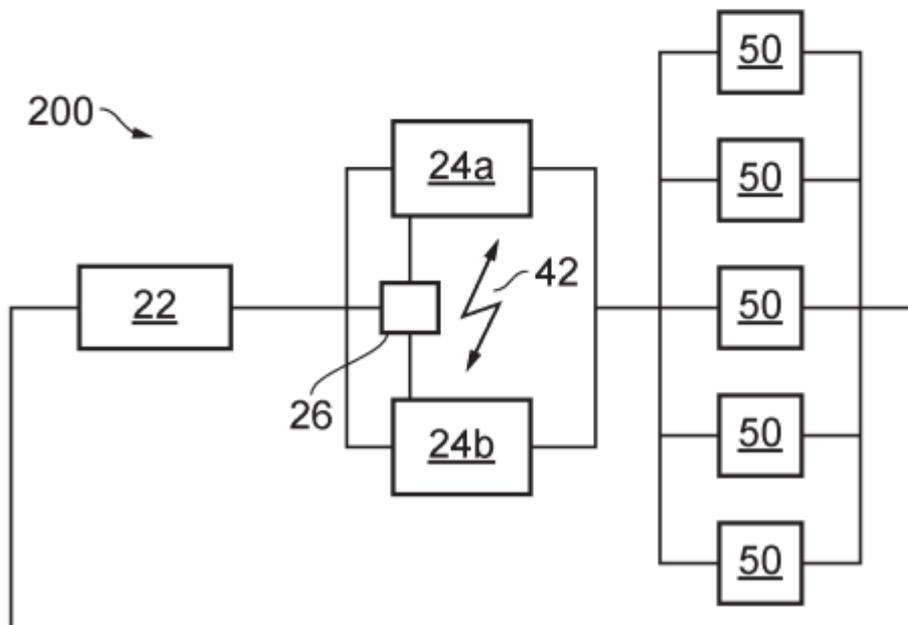


FIG. 4

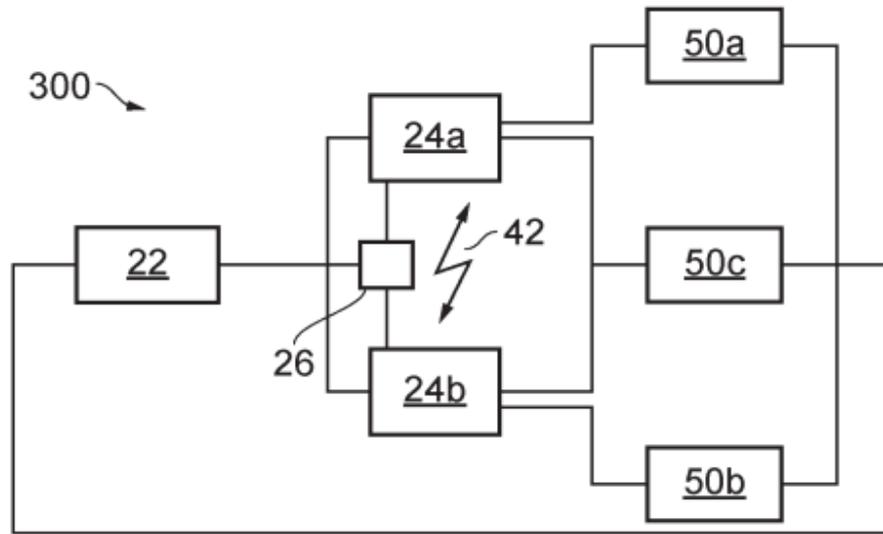


FIG. 5

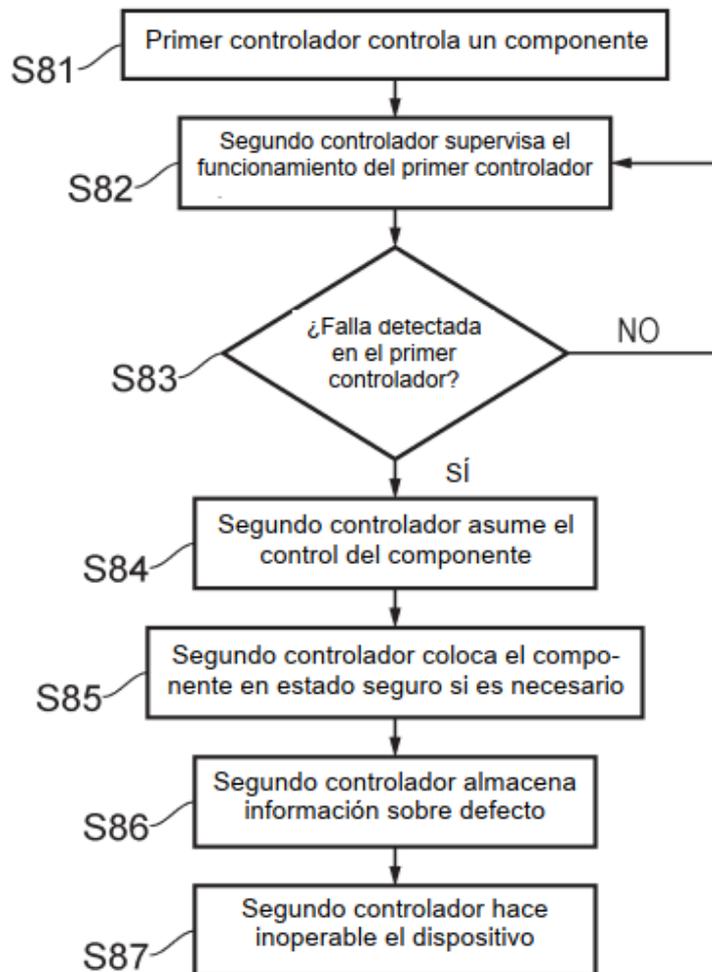


FIG. 8

