

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 915 411**

51 Int. Cl.:

G01R 19/32 (2006.01)

G01K 7/08 (2006.01)

G01R 1/20 (2006.01)

G01R 22/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **19.12.2017** **PCT/US2017/067292**

87 Fecha y número de publicación internacional: **28.06.2018** **WO18118909**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.12.2017** **E 17829480 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.05.2022** **EP 3559686**

54 Título: **Termopar de shunt**

30 Prioridad:

21.12.2016 US 201615386412

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

22.06.2022

73 Titular/es:

ITRON, INC. (100.0%)
2111 N. Molter Road
Liberty Lake, WA 99019, US

72 Inventor/es:

MAKINSON, DAVID, NELSON y
GREY, STEVEN

74 Agente/Representante:

GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo

ES 2 915 411 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

Termopar de shunt

Solicitudes relacionadas

La presente solicitud reivindica el beneficio de la prioridad de La Solicitud de Patente de los Estados Unidos Núm. 15/386.412, presentada el 21 de diciembre de 2016.

Antecedentes

Los shunts se utilizan en varias industrias para medir la corriente. Por ejemplo, en el contexto de las empresas de servicios públicos, se puede colocar un shunt en un medidor para medir la corriente que se consume en una instalación en el que se encuentra el medidor. El shunt suele ser una sola pieza de cobre u otro material. En particular, el shunt puede ser una pieza uniforme de cobre que forme una forma de U, con los extremos del shunt conectados a una toma de corriente en la instalación. Debido a la forma de U del shunt, el flujo de corriente a través de la misma no es uniforme (por ejemplo, las líneas de flujo de corriente equipotencial no son uniformes en las esquinas). Esto conduce a mediciones inexactas de la corriente. Además, los cambios de temperatura en el shunt afectan a la resistencia del mismo, lo que disminuye aún más la exactitud de las mediciones de corriente. Por ello, los shunts se han utilizado en implementaciones de baja exactitud que se asocian con relativamente pocos amperios. Por ejemplo, los shunts se utilizan en implementaciones de medidores que alcanzan un máximo de 100 amperios y que proporcionan una tolerancia de error relativamente amplia en las mediciones de corriente.

El documento WO2013093714A1 describe procedimientos y circuitos para la reducción de errores en un shunt de corriente, por ejemplo líneas de detección para la detección Kelvin en la que las líneas de detección son de material idéntico a las porciones de alta resistencia del shunt, y soldadas al mismo.

El documento CN201060231Y se refiere a un dispositivo de detección de corriente de alta precisión y de detección de temperatura en línea.

Breve descripción de los dibujos

La descripción detallada se expone con referencia a las figuras adjuntas. En las figuras, la(s) figura/s situada/s a la izquierda de un número de referencia identifica/n la figura en la que el número de referencia aparece por primera vez. El uso de los mismos números de referencia en diferentes figuras indica elementos o características similares o idénticas.

La FIG. 1 ilustra un ejemplo de shunt que tiene al menos un canal conductor que proporciona un flujo uniforme de corriente.

Las FIGS. 2A, 2B y 2C ilustran una vista frontal, una vista superior y una vista lateral del ejemplo de shunt de la FIG. 1, respectivamente.

La FIG. 3A ilustra un ejemplo de shunt con protuberancias que se extienden fuera de los terminales.

La FIG. 3B ilustra un ejemplo de shunt con componentes independientes que forman canales conductores hacia un bus de shunt.

La FIG. 4A ilustra ejemplos de puntos de conexión que incluyen clavijas y botones de medio corte de acuerdo con la presente invención.

Las FIGS. 5A, 5B y 5C muestran un ejemplo de shunt con un elemento de conexión.

Las FIGS. 6A y 6B ilustran un ejemplo de shunt con canales conductores de forma ovalada.

La FIG. 7 ilustra un ejemplo de sistema de termopares.

Las FIGS. 8A y 8B ilustran un ejemplo de medidor con shunts situadas dentro del medidor.

La FIG. 9A ilustra las líneas de flujo de corriente para un shunt en la técnica relacionada.

La FIG. 9B ilustra las líneas de flujo de corriente para un shunt de ejemplo descrita en la presente memoria.

La FIG. 10 ilustra un proceso de ejemplo para emplear las técnicas descritas en la presente memoria.

Descripción detallada

La presente divulgación describe un shunt que está compuesto por múltiples piezas con al menos algunas de las piezas conectadas por un canal conductor que proporciona un flujo uniforme de corriente. El canal conductor puede ser una hendidura, una porción elevada, un componente independiente u otro canal que dirija la corriente para que fluya de una pieza del shunt a otra pieza de manera uniforme, lo que da como resultado una lectura de corriente exacta para el shunt. Además, el shunt puede incluir múltiples piezas que están compuestas por diferentes materiales, que pueden variar en el precio. De este modo, se puede minimizar el coste del shunt.

En algunos ejemplos, un shunt incluye un bus de shunt dispuesto entre dos o más terminales que están adaptados para conectarse a una trayectoria conductora. Por ejemplo, la trayectoria conductora puede incluir una toma de medidor situada en una instalación en el que se controla el consumo de electricidad. En este caso, el shunt puede formar al menos una parte de la trayectoria conductora para permitir que la corriente fluya desde una mordaza de la toma de corriente del medidor que está conectada a un primer terminal, a través del bus de shunt y hasta la otra

mordaza de la toma de corriente del medidor que está conectada al segundo terminal. El bus de shunt puede estar conectado eléctricamente a un primer terminal del shunt a través de una protuberancia (por ejemplo, una porción elevada) que se encuentra en el bus cerrado o en el primer terminal, o se puede proporcionar como un componente separado. En algunos casos, la protuberancia puede tener forma elíptica (por ejemplo, un círculo, un óvalo, etc.). En otros casos, la protuberancia puede tener otras formas, tales como un rectángulo, un triángulo, etc. El bus de shunt también puede estar conectado eléctricamente a un segundo terminal del shunt, ya sea directamente o a través de otro componente, tal como un interruptor.

Para proporcionar una lectura de corriente, el shunt puede incluir un elemento de shunt dispuesto a lo largo del bus de shunt entre el primer y el segundo terminal. En algunos casos, el elemento de shunt está desplazado hacia un lado del shunt (por ejemplo, el primer o segundo terminal), mientras que en otros casos el elemento de shunt está situado en otro lugar a lo largo del bus de shunt. El elemento de shunt comprende un elemento resistivo que proporciona una caída de tensión. Dicha caída de tensión se puede medir y utilizar para derivar una cantidad de corriente que fluye a través del shunt.

Aunque el ejemplo anterior describe un shunt con una protuberancia entre el primer terminal y el bus de shunt, una protuberancia se puede proporcionar adicionalmente, o alternativamente, entre otros componentes del shunt. Por ejemplo, una protuberancia puede estar situada entre el bus de shunt y el segundo terminal, entre el bus de shunt y un elemento de conexión que actúa como componente intermedio entre el bus de shunt y el segundo terminal, y/o entre otros componentes del shunt.

El shunt descrito en la presente memoria puede proporcionar un flujo de corriente uniforme, lo que da como resultado una medición exacta de la corriente a través del shunt. Por ejemplo, una protuberancia que conecta un primer terminal a un bus de shunt puede proporcionar un único punto de conexión para que la corriente fluya uniformemente desde el primer terminal al bus de shunt en el que se encuentra el elemento de shunt. Esto puede dar lugar a que las líneas de flujo de corriente equipotencial sean más uniformes cerca del elemento de shunt, en comparación con los shunts anteriores en forma de U que proporcionan un flujo de corriente no uniforme en las esquinas y el elemento de shunt. De este modo, se puede llevar a cabo una lectura más exacta de la tensión del elemento de shunt y, en consecuencia, una medición más exacta de la corriente. Además, la protuberancia puede ser particularmente útil en implementaciones en las que el elemento de shunt está desplazado hacia un terminal (por ejemplo, debido a que otros componentes están posicionados entre el primer y el segundo terminal). En tales implementaciones, la protuberancia puede permitir que la corriente fluya uniformemente a través del elemento de shunt, aunque el elemento de shunt esté situado en las proximidades (por ejemplo, a una distancia predeterminada) de un punto de conexión a un terminal.

Además, al utilizar un shunt que incluye múltiples piezas, se puede minimizar el coste de producción del shunt. Por ejemplo, el shunt puede estar hecho de un bus de shunt que está compuesto de un primer material y de terminales que están compuestos de un material diferente, tal como un material menos caro (o más caro). Esto puede reducir los costes de producción del shunt, en comparación con los shunts anteriores que están compuestos por una sola pieza de material.

Esta divulgación también describe un dispositivo de termopar que incluye un conductor compartido para una medición de shunt y una medición de termopar. En numerosos casos, el cálculo de una cantidad de corriente a través de un shunt se puede ver afectado por la temperatura de la misma, que se puede deber a la carga del medidor, la temperatura ambiente, etc. De este modo, la temperatura del shunt se puede medir para compensar las inexactitudes del cálculo de la corriente. El dispositivo de termopar descrito en la presente memoria puede incluir un conductor compartido que proporciona una señal tanto para calcular la corriente de un shunt como para calcular una temperatura de la misma. El dispositivo de termopar puede proporcionar una estructura eficiente que calcula con exactitud la corriente y la temperatura. Además, el dispositivo de termopar puede utilizar la temperatura del shunt para detectar una condición de "toma de corriente caliente" en la que una trayectoria conductora, tal como una toma de corriente, se está sobrecalentando. La temperatura del shunt también se puede utilizar para otros fines.

En algunos ejemplos, un dispositivo de termopar incluye un conductor de referencia conectado a un primer lado de un shunt, un conductor de detección conectado a un segundo lado del shunt, y un conductor de termopar conectado al primer lado del shunt. El conductor de referencia y el conductor de termopar pueden crear un termopar para medir la temperatura del shunt, mientras que el conductor de referencia y el conductor de detección se pueden utilizar para medir la corriente a través del shunt. En particular, el conductor de referencia, el conductor de detección y el conductor de termopar pueden estar conectados a uno o más componentes de hardware, tales como uno o más procesadores, Circuitos Integrados de Aplicación Específica (ASIC), etc. Los uno o más componentes de hardware pueden determinar una temperatura del shunt en base a una señal del conductor de referencia y una señal del conductor de termopar. Además, los uno o más componentes de hardware pueden determinar una cantidad de corriente que pasa a través del shunt en base a la señal del conductor de referencia y una señal del conductor de detección. Los uno o más componentes de hardware también pueden utilizar la temperatura del shunt para determinar la cantidad de corriente. Es decir, la temperatura del shunt se puede utilizar para ajustar una medición de corriente para el shunt, lo que conduce a una medición exacta de la corriente para el shunt.

En algunos ejemplos, el dispositivo de termopar puede utilizar la temperatura del shunt para determinar una

condición denominada "toma de corriente caliente" En algunos casos, una toma de corriente conectada a un shunt se puede sobrecalentar, debido a una conexión floja entre la toma de corriente y el shunt, un cortocircuito, etc. Como tal, el dispositivo de termopar descrito en la presente memoria puede determinar la temperatura del shunt y utilizar la temperatura para determinar cuándo se está produciendo una "toma de corriente caliente" en la toma de corriente.

En particular, los uno o más componentes de hardware del dispositivo de termopar pueden detectar que una temperatura del shunt es mayor que un umbral. En base a la detección, uno o más componentes de hardware pueden enviar una alerta que indica la condición de "toma de corriente caliente". Por ejemplo, la alerta se puede enviar a un dispositivo informático del proveedor de servicios asociado a una empresa de servicios públicos (por ejemplo, una oficina central de la empresa de servicios públicos), a un dispositivo informático asociado a un técnico que lleva a cabo el mantenimiento del dispositivo de termopar, a un dispositivo informático asociado a un cliente, etc. La alerta puede permitir a la parte o entidad retirar el shunt de la toma de corriente, detener el flujo de corriente a través del shunt, detener el flujo de corriente a través de la toma de corriente, y/o llevar a cabo una variedad de otras operaciones. Esto puede evitar que la toma de corriente, el shunt, el medidor y otros componentes se dañen (por ejemplo, que se fundan, se enciendan, etc.).

El dispositivo de termopar en la presente memoria descrito puede proporcionar una estructura eficiente que calcula con exactitud la corriente y la temperatura de un shunt. De acuerdo con la presente invención, el dispositivo de termopar incluye un conductor compartido para una medición de shunt y una medición de termopar. Esto puede minimizar los costes de producción de una estructura que compensa la temperatura del shunt. Además, mediante el uso de una estructura que se conecta directamente al shunt para determinar la temperatura de la misma, se puede llevar a cabo una lectura exacta de la temperatura. Además, por medio de la obtención de una lectura de la temperatura de un componente que está conectado a una toma de corriente (es decir, el shunt), se puede detectar con mayor exactitud y rapidez una condición de "toma de corriente caliente", en comparación con las técnicas anteriores que utilizaban una lectura de la temperatura en otro lugar más alejado de la toma de corriente. Esto puede evitar, en última instancia, que se dañe la toma de corriente, el shunt, el medidor y/o otros componentes.

La FIG. 1 ilustra un ejemplo de shunt 100 que tiene al menos un canal conductor que proporciona un flujo uniforme de corriente. En particular, el shunt 100 incluye un bus de shunt 102 conectado eléctricamente a un primer terminal 104 en un primer extremo del bus de shunt 102 y conectado eléctricamente a un segundo terminal 106 en un segundo extremo del bus de shunt 102. Los primeros y segundos terminales 104 y 106 pueden estar adaptados para conectarse eléctricamente a una trayectoria conductora, tal como una toma de corriente (por ejemplo, un receptáculo). Por ejemplo, los primeros y segundos terminales 104 y 106 se pueden conectar a las mordazas de una toma de corriente de medidor que se encuentra en una residencia. La toma de corriente del medidor puede formar una trayectoria de conducción en la residencia. En este ejemplo, el bus de shunt 102 incluye protuberancias 108 y 110 que se extienden desde el bus de shunt 102. Las protuberancias 108 y 110 pueden estar conectadas eléctricamente a los primeros y segundos terminales 104 y 106, respectivamente. El bus de shunt 102 también incluye un elemento de shunt 112 dispuesto entre las protuberancias 108 y 110. Además, el bus de shunt 102 incluye un punto de conexión 114 posicionado en un lado del elemento de shunt 112 y un punto de conexión 116 posicionado en el otro lado del elemento de shunt 112. Los puntos de conexión 114 y 116 se conectan a conductores (no ilustrados en la FIG. 1) para medir la corriente que pasa por el elemento de shunt 112 y/o una temperatura del shunt 100. Los ejemplos de puntos de conexión se discuten con más detalle a continuación en referencia a la FIG. 4.

En el ejemplo de la FIG. 1, el bus de shunt 102, el primer terminal 104, y/o el segundo terminal 106 son miembros alargados. Un miembro alargado puede tener una longitud mayor que una anchura (en algunos casos, en más de una cantidad determinada). El bus de shunt 102 puede ser sustancialmente perpendicular al primer terminal 104 y/o al segundo terminal 106. Sustancialmente perpendicular se puede referir a los componentes que tienen entre un ángulo de 45 grados y un ángulo de 135 grados con respecto a los demás. En algunos casos, los componentes pueden formar un ángulo de 90 grados entre sí con más o menos 5 grados. Aunque en otros casos, el bus de shunt 102 puede no ser sustancialmente perpendicular al primer terminal 104 y/o al segundo terminal 106.

En el ejemplo de la FIG. 1, el bus de shunt 102 está desplazado más cerca del primer terminal 104 que del segundo terminal 106. Es decir, el bus de shunt 102 está conectado al primer terminal 104 más cerca de un lado derecho del primer terminal 104, y está conectado al segundo terminal 106 más cerca del lado derecho del segundo terminal 106 (por ejemplo, un lado del segundo terminal 106 que está más cerca del primer terminal 104). Esto puede permitir que otros componentes se conecten al bus de shunt 102 (como se discute más adelante en referencia a la FIG. 5) y/u otros componentes que se proporcionen entre los primeros y segundos terminales 104 y 106. Además, el desplazamiento puede conservar material del bus de shunt 102 (al menos con respecto al lado izquierdo del bus de shunt 102, dado que no se extiende tanto sobre el segundo terminal 106). Cuando el bus de shunt 102 está desplazado hacia la derecha, el elemento de shunt 112 puede estar posicionado por encima del lado izquierdo del primer terminal 104. Aunque en otros ejemplos, el bus de shunt 102 puede estar centrado, desplazado hacia la izquierda o posicionado de otra manera.

En numerosos ejemplos, el bus de shunt 102 está compuesto por un material diferente al del primer terminal 104 y/o el segundo terminal 106. En una ilustración, los primeros y segundos terminales 104 y 106 están compuestos casi al 100% de cobre (Cu) (por ejemplo, de 98 a 100% de cobre), y también están chapados en estaño (Sn). El bus de shunt 102 puede incluir una primera porción compuesta de cobre (por ejemplo, una porción del bus de shunt 102 a la

izquierda del elemento de shunt 112 en la FIG. 1), el elemento de shunt 112 compuesto por un material diferente al del resto del bus de shunt 102 (como se discute más adelante), y una segunda porción compuesta por cobre (por ejemplo, una porción del bus de shunt 102 a la derecha del elemento de shunt 112 en la FIG. 1). Esta composición para el bus de shunt 102 tiende a ser más cara (3 a 4 veces) de fabricar que el Cu básico, debido al coste del proceso de unión del elemento de shunt 112 al bus de shunt 102 (por ejemplo, típicamente soldadura por haz de electrones). En algunos casos, los primeros y segundos terminales 104 y 106 están estañados para cumplir ciertas normas así como ciertos criterios de diseño, pero el bus de shunt 102 y/o el elemento de shunt 112 no están estañados. En las técnicas anteriores, el proceso de fabricación de un shunt incluía la construcción de toda la pieza de una materia prima "sándwich" (por ejemplo, la composición de cobre fabricada), y posteriormente el chapado selectivo de las secciones terminales con estaño. Esto añadió un proceso de chapado en una secuencia de fabricación no ideal. Además, en algunos casos, si se coloca estaño en un bus de shunt o en un elemento de shunt, esto puede provocar un cortocircuito o cambiar la resistencia del elemento de shunt (por ejemplo, provocar resultados no deseados). En numerosos casos, al utilizar múltiples piezas (que pueden estar compuestas de diferentes tipos de materiales), las técnicas de esta divulgación permiten fabricar un shunt de manera más eficiente, lo que puede reducir los costes.

En otras ilustraciones, el bus de shunt 102, el primer terminal 104, y/o el segundo terminal 106 pueden estar compuestos por otros tipos de materiales o del mismo material. El bus de shunt 102, el primer terminal 104, y/o el segundo terminal 106 pueden estar compuestos por cualquier tipo de material eléctricamente conductor. En numerosos casos, el bus de shunt 102 puede estar compuesto por un material que es más caro que un material del primer terminal 104 y/o del segundo terminal 106. Aunque en otras ilustraciones, dicha relación puede ser intercambiada. Además, en otras ilustraciones el bus de shunt 102, el primer terminal 104, y/o el segundo terminal 106 pueden estar compuestos por otros tipos de material conductor, tales como otros metales (por ejemplo, aluminio, aleación, etc.).

Como se ha comentado anteriormente, el bus de shunt 102 puede incluir el elemento de shunt 112. El elemento de shunt 112 puede ser un elemento resistivo para proporcionar una caída de tensión a través del elemento de shunt 112 cuando el shunt 100 está conectado a una fuente de electricidad. Por ejemplo, cuando los primeros y segundos terminales 104 y 106 se conectan a una toma de medidor en una instalación, tal como la residencia de un cliente, la corriente puede fluir a través del shunt 100 y el voltaje puede caer a través del elemento de shunt 112, debido a las propiedades resistivas del elemento de shunt 112. Dado que la resistencia del elemento de shunt 112 es conocida, y la caída de tensión a través del elemento de shunt 112 puede ser medida, la corriente que fluye a través del elemento de shunt 112 puede ser calculada de acuerdo con la ley de Ohm. En el ejemplo de la FIG. 1, la corriente puede entrar a través del primer terminal 104, pasar a través de la protuberancia 108 al bus de shunt 102, pasar del bus de shunt 102 al segundo terminal 106 a través de la protuberancia 110, y salir a través del segundo terminal 106. Como tal, el primer terminal 104, la protuberancia 108, el bus de shunt 102, la protuberancia 110 y el segundo terminal 106 pueden formar una trayectoria conductora desde una primera mordaza de la toma de corriente del medidor hasta una segunda mordaza de la toma de corriente del medidor, por ejemplo. El elemento de shunt 112 puede estar formado por cualquier material. En numerosos casos, el elemento de shunt 112 está compuesto por un material que es más resistivo que un material del bus de shunt 102 (por ejemplo, 40 veces más resistivo que el cobre del bus de shunt 102). En un ejemplo, el elemento de shunt 112 está compuesto por Manganin®. En otro ejemplo, el elemento de shunt 112 está compuesto por constantán o nicromo. En otros ejemplos, se utilizan otros tipos de materiales.

El elemento de shunt 112 puede estar posicionado en cualquier lugar a lo largo del bus de shunt 102. En algunos casos, el elemento de shunt 112 está desplazado hacia un lado del bus de shunt 102. En el ejemplo de la FIG. 1, el bus de shunt se sitúa más cerca del primer terminal 104 (y de la protuberancia 108) que del segundo terminal 106. Esto puede permitir que otros componentes se conecten al bus de shunt 102 (como se discute más adelante en referencia a la FIG. 5) y/u otros componentes que se proporcionen entre los primeros y segundos terminales 104 y 106. En el ejemplo de la FIG. 1, el elemento de shunt se coloca sobre el primer terminal 104 (por ejemplo, por encima del primer terminal 104). En otros ejemplos, el elemento de shunt 112 está colocado en otro lugar, tal como en el centro del bus de shunt 102 o desplazado hacia el segundo terminal 106.

Las protuberancias 108 y 110 proporcionan canales conductores para que fluya la corriente, como se ha señalado anteriormente. Las protuberancias 108 y 110 pueden crear generalmente una distancia entre el terminal respectivo y la protuberancia, de forma que la corriente fluya a través de la protuberancia. Esta distancia se ilustra con más detalle en las FIGS. 2 y 3. Las protuberancias 108 y 110 pueden proporcionar puntos de conexión desde el bus de shunt 102 a los terminales 104 y 106, respectivamente. Por ejemplo, la protuberancia 108 puede proporcionar un único punto de conexión entre el primer terminal 104 y el bus de shunt 102 (por ejemplo, la protuberancia 108 puede ser el único punto de conexión entre esos dos componentes).

La FIG. 1 muestra el lado de la hendidura de las protuberancias 108 y 110 (es decir, un lado frontal del shunt 100). Es decir, las protuberancias 108 y 110 se extienden desde el bus de shunt 102 en un lado posterior del bus de shunt 102, como se ilustra en la FIG. 2. En la FIG. 1, las protuberancias 108 y 110 aparecen como huecos (por ejemplo, hoyuelos), dado que se muestra la parte frontal del shunt 100. De este modo, dependiendo de la perspectiva de vista, las protuberancias 108 y 110 también se pueden denominar como recesos, porciones elevadas, o más generalmente canales conductores. Además, como se discute en otros ejemplos de la presente memoria, las

protuberancias 108 y/o 110 pueden ser proporcionadas alternativamente, o adicionalmente, en los primeros y segundos terminales 104 y/o 106, tales como componentes independientes, y/o como parte de un componente diferente.

Las protuberancias 108 y 110 (así como cualquier otro canal conductor discutido en la presente memoria) pueden adoptar diversas formas. En el ejemplo de la FIG. 1, las protuberancias 108 y 110 son circulares (es decir, círculos). Sin embargo, las protuberancias 108 y 110 pueden ser óvalos, rectángulos, triángulos, cuadrados, trapecios o cualquier otra forma. Las protuberancias 108 y 110 pueden adoptar la misma forma (por ejemplo, forma, altura, anchura, profundidad, etc.) o formas diferentes. Las protuberancias 108 y 110 pueden estar formadas por estampación, relieve, tallado, fundición, moldeado, punzonado, etc. Las protuberancias 108 y 110 pueden estar formados de la misma manera o de maneras diferentes.

Como se ilustra en la FIG. 1, el shunt 100 también puede incluir otros componentes. Por ejemplo, el shunt 100 puede incluir lengüetas 118 para fijar los componentes de un medidor u otro dispositivo en el que se implemente el shunt 100. Además, o alternativamente, las lengüetas 118 pueden facilitar la conexión a una toma de corriente, tal como la de un medidor. Además, las lengüetas 118 se pueden utilizar para posicionar el shunt 100 en el propio medidor. Las secciones 120 del shunt 100 ilustran las porciones de los primeros y segundos terminales 104 y 106 que se insertan en una toma de corriente. Los primeros y segundos terminales 104 y 106 se pueden adaptar a diversas formas de toma de corriente. Además, el shunt 100 puede incluir orificios 122, que se pueden utilizar para la fabricación del shunt 100, la fijación del shunt 100 a un medidor u otro dispositivo, etc. Para determinar la profundidad de la inserción de los terminales en las mordazas, se pueden utilizar adicionalmente, o alternativamente, otros medios.

Los componentes del shunt 100 pueden estar conectados de varias maneras. Por ejemplo, los componentes se pueden estañar, soldar, pegar (por ejemplo, con un pegamento conductor), calentarse juntos, conectarse con un adhesivo (por ejemplo, un adhesivo conductor), o unirse de otra manera. En algunos casos, se aplica un relleno conductor (por ejemplo, un metal) entre los componentes para hacer una conexión, mientras que en otros casos los componentes pueden estar directamente unidos entre sí. Para ilustrar, el primer terminal 104 puede ser soldado al bus de shunt 102 en la protuberancia 108 con un metal de relleno que se aplica al punto de conexión (por ejemplo, la protuberancia 108).

Los componentes del shunt 100 pueden estar conectados directa o indirectamente. Los términos "conectado" o "conectado eléctricamente" se pueden referir a los componentes que están en contacto directo o indirecto, tal como a través de un relleno conductor y/o un componente intermedio (por ejemplo, un interruptor, como se muestra en la FIG. 5). En un ejemplo, si el primer terminal 104 está soldado al bus de shunt 102 en la protuberancia 108 con un metal de relleno aplicado entre los componentes, se puede decir que el primer terminal 104 está conectado o conectado eléctricamente al bus de shunt 102. Aquí, se forma una trayectoria eléctricamente conductora entre el primer terminal 104 y el bus de shunt 102. En otro ejemplo, el primer terminal 104 puede estar conectado al bus de shunt 102 a través de un espaciador (por ejemplo, una arandela). Aquí, el primer terminal 104 puede mantener el contacto con el espaciador y el bus de shunt 102 puede mantener el contacto con el espaciador a través de un sujetador (por ejemplo, un remache, tornillo, etc.) que mantiene los componentes juntos. Por el contrario, las frases "directamente conectado" o "directamente unido" se pueden referir a los componentes que están en contacto directo entre sí (por ejemplo, sin un relleno metálico y/o un componente intermedio). Por ejemplo, el primer terminal 104 puede, en algunos casos, estar unido directamente al bus de shunt 102 a través de un cierre.

Las FIGS. 2A, 2B y 2C ilustran una vista frontal, una vista superior y una vista lateral del ejemplo de shunt 100 de la FIG. 1, respectivamente.

Las FIGS. 2B y 2C ilustran el shunt 100 en vistas en despiece ordenado con el bus de shunt 102 separado de los primeros y segundos terminales 104 y 106. Por ejemplo, como se muestra en la FIG. 2B, una superficie 202 de la protuberancia 108 se retira del contacto con una superficie 204 del primer terminal 104. Otros ejemplos de shunts en formas conectadas se muestran en las FIGS. 5 y 6, como se comenta a continuación.

Las FIGS. 2B y 2C ilustran que las protuberancias 108 y 110 se extienden fuera del lado posterior del bus de shunt 102 una distancia 202. La distancia 202 puede ser una distancia predeterminada, en algunos ejemplos. La distancia 202 se puede denominar profundidad de las protuberancias 108 y 110. La distancia 202 de las protuberancias 108 y 110 puede ser igual o diferente. En otras palabras, la protuberancia 108 se puede extender fuera del lado posterior del bus de shunt 102 y la protuberancia 110 se puede extender fuera del lado posterior del bus de shunt la misma distancia o diferentes distancias. Como se ilustra, las protuberancias 108 y 110 crean puntos de conexión elevados (también denominados canales conductores) para que el bus de shunt 102 se conecte a los primeros y segundos terminales 104 y 106, respectivamente.

La FIG. 3A ilustra el ejemplo de shunt 100 con protuberancias 302 y 304 que se extienden fuera de los primeros y segundos terminales 104 y 106, respectivamente. La FIG. 3A representa una vista en despiece ordenado, con los primeros y segundos terminales 104 y 106 separados del bus de shunt 102. En este ejemplo, las protuberancias 302 y 304 forman los canales conductores para conectar los primeros y segundos terminales 104 y 106 al bus de shunt 102, respectivamente. Las protuberancias 302 y 304 pueden ser las mismas que las protuberancias 108 y 110,

excepto que las protuberancias 302 y 304 forman parte de los primeros y segundos terminales 104 y 106, en lugar de formar parte del bus de shunt 102. En este ejemplo, las protuberancias 108 y 110 que se extienden fuera del bus de shunt 102 (como se ilustra en las FIGS. 2B y 2C, por ejemplo) se han eliminado. Aunque en otros ejemplos las protuberancias 108 y 110 pueden permanecer y unirse a las protuberancias 302 y 304, respectivamente.

5 La FIG. 3B ilustra el ejemplo de shunt 100 con componentes independientes 306 y 308 que forman canales conductores hacia el bus de shunt 102. La FIG. 3B representa una vista en despiece ordenado, con los primeros y segundos terminales 104 y 106 separados del bus de shunt 102 y los componentes independientes 306 y 308. Los componentes independientes 306 y 308 pueden estar formados por cualquier tipo de material conductor. Los componentes independientes 306 y 308 pueden estar unidos a los primeros y segundos terminales 104 y 106, respectivamente, y/o unidos al bus de shunt 102 a través de varias maneras, tales como estañado, soldadura fuerte, soldadura, pegado (por ejemplo, con un pegamento conductor), calentamiento juntos, mediante el uso de un adhesivo (por ejemplo, un adhesivo conductor), y así sucesivamente.

15 Las protuberancias 302 y 304 y/o los componentes independientes 306 y 308 pueden adoptar diversas formas (por ejemplo, formas, alturas, anchuras, profundidades, etc.), como se ha comentado anteriormente de forma similar con respecto a las protuberancias 108 y 110. Las protuberancias 302 y 304 y/o los componentes independientes 306 y 308 pueden estar formados por estampación, relieve, tallado, fundición, moldeado, punzonado, etc. Las protuberancias 302 y 304 y/o los componentes independientes 306 y 308 pueden estar formados de la misma manera o de maneras diferentes.

20 La FIG. 4A ilustra ejemplos de puntos de conexión 402 que incluyen clavijas 402(A) a 402(C) y botones de medio corte 402(D) y 402(E). Las clavijas 402(A) a 402(C) se pueden denominar de manera colectiva como un conjunto de clavijas. En particular, el botón de medio corte 402(D) está posicionado en un primer lado del elemento de shunt 404, mientras que el botón de medio corte 402(E) está posicionado en un segundo lado del elemento de shunt 404. El botón de medio corte 402(D) se puede conectar a las clavijas 402(A) y 402(B), mientras que el botón de medio corte 402(E) se puede conectar a la clavija 402(C). Como tal, el botón de medio corte 402(D) y las clavijas 402(A) y 402(B) pueden formar un primer punto de conexión al bus de shunt 406, mientras que el botón de medio corte 402(E) y la clavija 402(C) pueden formar un segundo punto de conexión al bus de shunt 406.

25 Los puntos de conexión 402 se conectan a conductores (no ilustrados en las FIGS. 4A y 4B) para medir la corriente que pasa por un elemento de shunt 404 y/o una temperatura de un bus de shunt 406. Los conductores pueden ser alambres, cables, trazos conductores (por ejemplo, trazos de placa de circuito impreso (PCB), etc.), barras conductoras, etc. Como se explica con más detalle a continuación, la clavija 402(A)

30 (o la clavija 402(B)) puede estar conectada a un conductor de referencia, la clavija 402(B) (o la clavija 402(A)) puede estar conectada a un conductor de termopar, y la clavija 402(C) puede estar conectada a un conductor de detección. Como tal, una señal del conductor de referencia y una señal del conductor de termopar se pueden utilizar para determinar una temperatura del bus de shunt 406, mientras que una señal del conductor de referencia y una señal del conductor de detección se pueden utilizar para determinar la corriente que fluye a través del elemento de shunt 404.

35 Como se ilustra, los puntos de conexión 402 están posicionados dentro de la proximidad (por ejemplo, una distancia predeterminada) de un canal conductor 408. En este ejemplo, el canal conductor 408 comprende una protuberancia en el bus de shunt 406. El botón de medio corte 402(D) está posicionado más cerca del canal conductor 408 que el botón de medio corte 402(E). En este ejemplo, la corriente puede fluir a través del canal conductor 408 hacia el bus de shunt 406 y posteriormente a través del elemento de shunt 404 (por ejemplo, de izquierda a derecha con respecto a las FIGS. 4A y 4B). Aunque en otros ejemplos, la corriente puede fluir en sentido contrario.

40 Como se ha señalado anteriormente, en el ejemplo de las FIGS. 4A y 4B se define una trayectoria de corriente a través del elemento de shunt 404 de izquierda a derecha. Esta trayectoria corresponde a una primera dirección. Además, el botón de medio corte 402(D) y/o el botón de medio corte 402(E) están posicionados sustancialmente en un centro del bus de shunt 406 en una segunda dirección (por ejemplo, un eje vertical) que es perpendicular a la primera dirección.

45 La FIG. 4B ilustra los puntos de conexión 402 de ejemplo con las clavijas 402(A) a 402(C) retiradas. Es decir, la FIG. 4B ilustra los botones de medio corte 402(D) y 402(E) sin las clavijas 402(A)-402(C).

50 Aunque las FIGS. 4A y 4B ilustran los puntos de conexión 402 posicionados en el bus de shunt 406, en otros ejemplos los puntos de conexión 402 pueden estar posicionados en el elemento de shunt 404. Por ejemplo, los botones de medio corte 402(D) y 402(E) pueden estar situados en el elemento de shunt 404, tal como en lados opuestos del elemento de shunt 404.

55 En algunos casos, la distancia entre los botones de medio corte 402(D) y 402(E), se mantienen con una tolerancia estricta (por ejemplo, dentro de una cantidad particular) para evitar calibrar una corrección de error de temperatura. Por ejemplo, la tolerancia puede ser relativamente ajustada (dentro de una cantidad determinada) cuando los medios botones de corte 402(D) y 402(E) están situados más allá de un elemento de shunt (por ejemplo, no en el elemento de shunt), en lugar de en el elemento de shunt. Sin embargo, en algunos casos, cuando los botones de

medio corte 402(D) y 402(E) están situados en el elemento de shunt, esto puede afectar al intervalo general de calibración, por lo que la tolerancia (por ejemplo, la distancia) puede seguir manteniéndose relativamente ajustada.

Además, aunque se muestran ejemplos de puntos de conexión en la FIG. 4 con componentes estructurales específicos, en algunos casos los conductores se pueden conectar a cualquier lugar de un bus de shunt y/o elemento de shunt. Por ejemplo, los conductores se pueden unir directamente a un bus de shunt por medio de estañado, soldadura fuerte, soldadura, un adhesivo, un cierre, pegado, etc. En estos ejemplos, un lugar en el que se conecta un conductor al bus de shunt comprende un punto de conexión.

Las FIGS. 5A a 5C muestran un ejemplo de shunt 600 con un elemento de conexión 602. El shunt 600 incluye un bus de shunt 604 conectado, en un primer extremo del bus de shunt 604, a un primer terminal 606 a través de una protuberancia 608. El bus de shunt 604 también está conectado, en un segundo extremo del bus de shunt 604, a un primer extremo del elemento de conexión 602 por medio de sujetadores 610, tales como remaches, tornillos, etc. El elemento de conexión 602 está conectado, en un segundo extremo del elemento de conexión 602, a un segundo terminal 612 por medio de sujetadores 614, tales como remaches, tornillos, etc. Como tal, el bus de shunt 604 está conectado eléctricamente al segundo terminal 612 a través del elemento de conexión 602. Aunque en este ejemplo se utilizan los cierres 610 y 614, los componentes se pueden conectar de otras maneras, tales como por ejemplo por medio de soldadura, soldadura fuerte, estañado, mediante el uso de un adhesivo, pegado, etc.

En este ejemplo, el elemento de conexión 602 comprende un interruptor configurado para abrir o cerrar una trayectoria conductora del shunt 600. Es decir, el interruptor puede abrir o cerrar una trayectoria conductora entre el bus de shunt 604 y el segundo terminal 612. Aquí, la corriente generalmente fluye hacia adentro a través del primer terminal 606, a través del bus de shunt 604, posteriormente a través del elemento de conexión 602, y hacia afuera del segundo terminal 612. En un ejemplo, se puede implementar un interruptor como el descrito en la Patente de los Estados Unidos Número 8.395.464. En otro ejemplo, se pueden utilizar otros tipos de interruptores. La FIG. 5 muestra el shunt 600 en una forma en la que el shunt 600 puede ser generalmente implementado (por ejemplo, en una forma cerrada en el que la corriente puede pasar a través del shunt 600). En otros ejemplos, se pueden utilizar otros tipos de elementos de conexión en lugar del interruptor.

Las FIGS. 5A a 5C ilustran que el bus de shunt 604 está conectado al primer terminal 606 de manera desplazada. En otras palabras, el bus de shunt 604 está conectado al primer terminal 606 en un lado del primer terminal 606 (por ejemplo, el lado izquierdo) que está más alejado del segundo terminal 612. Dicho lado del primer terminal 606 se representa en la FIG. 5B a la izquierda de una línea central 616. El bus de shunt 604 está conectado a una superficie sustancialmente plana del primer terminal 606. Además, como se ilustra, el bus de shunt 604 incluye un elemento de shunt 618 que está desplazado hacia un lado del shunt 600 (por ejemplo, hacia la izquierda). Aquí, el elemento de shunt 618 está por encima de un lado del primer terminal 606 que está más cerca del segundo terminal 612 (por ejemplo, un lado del primer terminal 606 a la derecha de la línea central 616). Al desplazar el bus de shunt 604 y/o el elemento de shunt 618 hacia la izquierda, el elemento de conexión 602 puede estar posicionado entre el primer terminal 606 y el segundo terminal 612.

Aunque el shunt 600 se ilustra como desplazado en las FIGS. 5A a 5C hacia la izquierda, en otros ejemplos el bus de shunt 604 y/o el elemento de shunt 618 pueden estar desplazados hacia la derecha. En tales ejemplos, el bus de shunt 604 y el elemento de conexión 602 se pueden intercambiar de forma que el bus de shunt 604 se conecte directamente al segundo terminal 612 y el elemento de conexión 602 se conecte directamente al primer terminal 606.

Las FIGS. 6A y 6B ilustran un ejemplo de shunt 700 con canales conductores de forma ovalada 702. La FIG. 6A ilustra una vista frontal del shunt 700, mientras que la FIG. 6B ilustra una vista lateral del shunt 700. Aquí, los canales conductores 700 son protuberancias que se extienden fuera de un bus de shunt 704. El shunt 700 puede incluir una estructura similar a la del shunt 100 discutido anteriormente con respecto a la FIG. 1, excepto que el shunt 700 incluye protuberancias de forma ovalada 702, en lugar de protuberancias de forma circular (las protuberancias 108 y 110).

En este ejemplo, el bus de shunt 704 está desplazado hacia la derecha. En particular, el bus de shunt 704 está conectado a una superficie sustancialmente plana 706 de un primer terminal 708 en un lado del primer terminal 708 que está más alejado de un segundo terminal 710. Además, el bus de shunt 704 está conectado al segundo terminal 710 en un lado del segundo terminal 710 que está más cerca del primer terminal 708. El bus de shunt 704 puede estar conectado a una superficie sustancialmente plana del segundo terminal 710.

El bus de shunt 704 incluye un elemento de shunt 712 posicionado a una distancia 714 de la protuberancia 702(A). La distancia 714 puede incluir una distancia predeterminada que se determina a partir del análisis del flujo de corriente a través del shunt 700, tal como una distancia que evita el flujo de corriente no uniforme a través del elemento de shunt 712. Como tal, el elemento de shunt 712 puede estar dispuesto dentro de una proximidad predeterminada a la protuberancia 702(A). En este ejemplo, la corriente generalmente fluye hacia adentro a través del primer terminal 708 y hacia afuera del segundo terminal 710.

La FIG. 7 ilustra un ejemplo de sistema de termopar 800 (por ejemplo, dispositivo de termopar). El sistema de

termopar 800 se describe en el contexto de la implementación del shunt 100 de la FIG. 1. Sin embargo, el sistema de termopar 800 se puede implementar con otras shunts.

De acuerdo con la invención, el sistema de termopar 800 incluye uno o más componentes de hardware 802 conectados eléctricamente al shunt 100 por medio de conductores 804. Los uno o más componentes de hardware 802 están configurados para recibir señales del shunt 100 a través de los conductores 804. Los uno o más componentes de hardware 802 puede incluir un conector 806 para interconectar los conductores 804 con los uno o más componentes de hardware 802. En el ejemplo de la FIG. 7, los uno o más componentes de hardware 802 también incluyen un convertidor analógico-digital (ADC) 808 que convierte las señales de los conductores 804 de señales analógicas a señales digitales. Las señales digitales y/o analógicas pueden ser almacenadas en la memoria 810 y/o enviadas a uno o más procesadores 812. Los uno o más componentes de hardware 802 pueden utilizar las señales digitales y/o analógicas para llevar a cabo una variedad de operaciones, como se discute en la presente memoria. Aunque el conector 806 y el ADC 808 se ilustran en la FIG. 7, en algunos ejemplos dichos elementos pueden ser eliminados. Para facilitar la discusión, una referencia a una señal de un conductor se referirá a una señal analógica y/o digital asociada al conductor. En numerosos casos, las señales de los conductores 804 son relativamente pequeñas (por ejemplo, en el nivel de microvoltios). En estos casos, se utiliza un amplificador u otro componente para amplificar las señales. En un ejemplo, se incluye un amplificador como parte del ADC 808. En otro ejemplo, un amplificador es un componente independiente.

Los conductores 804 pueden incluir un conductor de detección 804(A) conectado eléctricamente al punto de conexión 116, un conductor de referencia 804(B) (o 804(C)) conectado eléctricamente al punto de conexión 114, y un conductor de termopar 804(C) (o 804(B)) conectado eléctricamente al punto de conexión 114. El conductor de termopar 804(C) puede estar compuesto de un material diferente (por ejemplo, material conductor) que el conductor de referencia 804(B). Como ejemplo, el conductor de termopar 804(C) puede estar compuesto por constantán, mientras que el conductor de referencia 804(B) puede estar compuesto de cobre. Aquí, el conductor de termopar 804(C) y el conductor de referencia 804(B) forman un termopar de tipo T. En otros ejemplos, se utilizan otros tipos de materiales conductores, para crear diferentes tipos de termopares, tal como un termopar de tipo E (cromo-constantán), termopar de tipo J (hierro-constantán), termopar de tipo M, termopar de tipo N, termopar de tipo B, termopar de tipo R termopar de tipo S, termopar de aleación de tungsteno/renio, termopar de tipo C, termopar de tipo D, termopar de tipo G, termopar de cromo-oro/hierro, termopar de tipo P (metal noble), termopar de aleación de platino/molibdeno, termopar de aleación de iridio/rodio, etc. El conductor de termopar 804(C) y el conductor de referencia 804(B) pueden estar aislados entre sí, excepto en la unión de detección (el punto de conexión 114) y en otro lugar dentro de uno o más componentes de hardware 802 (por ejemplo, el extremo opuesto). De este modo, el conductor de referencia 804(B) y el conductor de termopar 804(C) pueden crear un termopar, dado que los dos conductores están unidos al mismo punto de conexión y/o están compuestos de materiales diferentes.

Como se ha señalado anteriormente, los uno o más componentes de hardware 802 se implementan en el contexto de uno o más procesadores 812 y la memoria 810. Los uno o más procesadores 812 pueden incluir una unidad central de procesamiento (CPU), una unidad de procesamiento gráfico (GPU), un microprocesador, etc. La memoria 810 (así como todas las demás memorias descritas en la presente memoria) puede comprender medios legibles por ordenador y puede adoptar la forma de una memoria volátil, tal como una memoria de acceso aleatorio (RAM) y/o una memoria no volátil, tal como una memoria de sólo lectura (ROM) o una RAM flash. Los medios legibles por ordenador incluyen medios volátiles y no volátiles, extraíbles y no extraíbles, implementados en cualquier procedimiento o tecnología para el almacenamiento de información, tales como instrucciones legibles por ordenador, estructuras de datos, módulos de programa u otros datos para su ejecución por uno o más procesadores de un dispositivo informático. Entre los ejemplos de medios legibles por ordenador se incluyen, entre otros, la memoria de cambio de fase (PRAM), la memoria estática de acceso aleatorio (SRAM), la memoria dinámica de acceso aleatorio (DRAM), otros tipos de memoria de acceso aleatorio (RAM), la memoria de sólo lectura (ROM), la memoria de sólo lectura programable eléctricamente borrable (EEPROM) memoria flash u otra tecnología de memoria, memoria de sólo lectura en disco compacto (CD-ROM), discos versátiles digitales (DVD) u otro tipo de almacenamiento óptico, casetes magnéticos, cinta magnética, almacenamiento en disco magnético u otros dispositivos de almacenamiento magnético, o cualquier otro medio que no sea de transmisión y que se pueda utilizar para almacenar información para su acceso por un dispositivo informático. Como se define en la presente memoria, los medios legibles por ordenador no incluyen los medios de comunicación, tales como las señales de datos moduladas y las ondas portadoras.

En el ejemplo de la FIG. 7, los uno o más componentes de hardware 802 se implementan con una Placa de Cableado Impreso (PWB) o una Placa de Circuito Impreso (PCB). En otros ejemplos, los uno o más componentes de hardware 802 se pueden implementar con otros circuitos y/o componentes eléctricos.

Como se ha señalado anteriormente, los uno o más componentes de hardware pueden estar acoplados comunicativamente a los conductores 804 para recibir señales de los conductores 804. Los uno o más componentes de hardware 802 pueden utilizar las señales para facilitar diversas funcionalidades. En este ejemplo, la memoria 810 incluye un componente de medición de termopar 814, un componente de medición de shunt 816 y un componente de alerta 818 para facilitar dicha funcionalidad. Aquí, el componente de medición de termopar 814, el componente de medición de shunt 816 y el componente de alerta 818 se implementan como módulos de software que son ejecutables por los uno o más procesadores 812 que están acoplados comunicativamente a la memoria 810. De

este modo, los uno o más procesadores 812 pueden ejecutar los componentes 814 a 818 para llevar a cabo las operaciones descritas. El término "módulo" pretende representar divisiones de software de ejemplo a efectos de discusión, y no pretende representar ningún tipo de requisito o procedimiento requerido, manera u organización necesaria. Por consiguiente, aunque se habla de varios "módulos", su funcionalidad y/o funcionalidad similar se podría disponer de forma diferente (por ejemplo, combinados en un número menor de módulos, divididos en un número mayor de módulos, etc.).

El componente de medición del termopar 814 puede estar configurado para medir una temperatura del shunt 100. Como se ha indicado anteriormente, en numerosos casos el cálculo de la corriente a través del shunt 100 se puede ver afectado por la temperatura de la misma (por ejemplo, debido a los cambios de temperatura que afectan a la resistencia del shunt 100). La temperatura del shunt 100 se puede ver afectada por la carga del medidor (por ejemplo, el calentamiento por julios), la temperatura ambiente (por ejemplo, las condiciones del entorno, tales como la calefacción solar), etc. De este modo, la temperatura del shunt 100 se puede medir para compensar las inexactitudes de la medición de la corriente facilitada por el componente de medición del shunt 816.

Para determinar la temperatura del shunt 100, el componente de medición del termopar 814 puede recuperar una señal del conductor de referencia 804(B) y una señal del conductor de termopar 804(C). Las señales se pueden recuperar de la memoria 810 y/o directamente del shunt 100. Cada una de las señales puede comprender una señal de tensión, tal como una señal de tensión de corriente continua (DC) o una señal de tensión de corriente alterna (AC). El componente de medición del termopar 814 puede comparar la señal del conductor de referencia 804(B) con la señal del conductor de termopar 804(C) para determinar una diferencia de tensión entre los dos conductores. El componente de medición del termopar 814 también puede determinar una temperatura en los uno o más componentes de hardware 802, tales como por ejemplo mediante el uso de un termómetro u otro dispositivo situado en los uno o más componentes de hardware 802. Esta temperatura puede representar la temperatura del termopar en el otro extremo del termopar (por ejemplo, el extremo opuesto al punto de conexión 114). Entonces, en base en la diferencia de voltaje entre el conductor de referencia 804(B) y el conductor de termopar 804(C) y la temperatura en uno o más componentes de hardware 802, el componente de medición del termopar 814 puede utilizar una fórmula para determinar la temperatura del shunt 100. La fórmula se puede haber formado al calibrar el termopar. La fórmula puede tener en cuenta las propiedades del conductor de referencia 804(B) y del conductor de termopar 804(C), tales como la composición del material de los conductores, la longitud/anchura de los conductores, etc. La temperatura del shunt 100 representa la temperatura en el punto de conexión 114. El componente de medición del termopar 814 puede generar datos de temperatura que indican la temperatura del shunt 100 y almacenar los datos de temperatura en la memoria 810 y/o proporcionar los datos de temperatura al componente de medición del shunt 816 y/o al componente de alerta 818.

El componente de medición del shunt 816 puede estar configurado para medir una cantidad de corriente que pasa a través del shunt 100. En particular, el componente de medición en shunt 814 puede recuperar una señal del conductor de referencia 804(B) y una señal del conductor de detección 804(A). Las señales se pueden recuperar de la memoria 810 y/o directamente del shunt 100. Cada una de las señales puede comprender una señal de tensión, tal como una señal de tensión continua o una señal de tensión alternan. El componente de medición de shunt 814 puede comparar la señal del conductor de referencia 804(B) con la señal del conductor de detección 804(A) para determinar una caída de tensión a través del elemento de shunt 112 (por ejemplo, una diferencia de tensión entre los dos conductores). A continuación, en base en la caída de tensión, y conociendo la resistencia del elemento de shunt 112, el componente de medición de shunt 814 puede determinar la cantidad de corriente que pasa a través del elemento de shunt 112 en base en la ley de Ohm. El componente de medición de shunt 816 puede generar datos de corriente que indican la cantidad de corriente que pasa a través del elemento de shunt 112, almacenar los datos de corriente en la memoria 810, y/o proporcionar los datos de corriente a otros componentes.

En numerosos casos, el componente de medición del shunt 816 puede dar cuenta de una temperatura en el shunt 100. En particular, el componente de medición del shunt 816 puede compensar un cambio en la resistencia del shunt 100 debido a una temperatura de la misma. Por ejemplo, el componente de medición de shunt 816 puede hacer referencia a una curva de temperatura u otro criterio que especifique una relación entre la temperatura y la corriente/resistencia. El componente de medición de shunt 816 puede utilizar la curva de temperatura u otros criterios para ajustar los datos de corriente que se basan en la caída de tensión a través del elemento de shunt 112 (por ejemplo, la diferencia de tensión entre la señal del conductor de referencia 804(B) y la señal del conductor de detección 804(A)).

De acuerdo con la presente invención, el componente de medición del termopar 814 y el componente de medición del shunt 816 comparten un conductor. Es decir, el componente de medición del termopar 814 utiliza una señal del conductor de referencia 804(B) para determinar una temperatura del shunt, y el componente de medición del shunt 816 puede utilizar una señal del conductor de referencia 804(B) para determinar la corriente que pasa por el shunt 100.

El componente de alerta 818 puede estar configurado para proporcionar una alerta relativa a la temperatura de una trayectoria conductora a la que está conectada el shunt 100. Por ejemplo, el componente de alerta 818 puede recuperar la temperatura del shunt 100 de la memoria 810 y/o del componente de medición del termopar 814. La temperatura del shunt 100 puede indicar (por ejemplo, corresponder a) la temperatura de la trayectoria conductora a

la que está conectada el shunt 100 (por ejemplo, una toma de medidor). El componente de alerta 818 puede determinar si la temperatura de la trayectoria conductora (por ejemplo, una toma de corriente del medidor) es mayor o no que un umbral. Cuando la temperatura es mayor que el umbral, esto indica que la trayectoria conductora se está sobrecalentando (por ejemplo, una condición de toma de corriente caliente). En algunos casos, la trayectoria conductora se puede sobrecalentar cuando el shunt está siendo instalado/reemplazado y/o cuando una toma de corriente incluye mordazas sueltas.

En cualquier caso, cuando la temperatura de la trayectoria conductora es mayor que el umbral, el componente de alerta 818 puede enviar una alerta que indica que la temperatura de la trayectoria conductora es mayor que el umbral. La alerta se puede enviar a un dispositivo informático del proveedor de servicios asociado a una empresa de servicios públicos (por ejemplo, una oficina central de la empresa de servicios públicos), a un dispositivo informático asociado a un técnico (por ejemplo, que lleva a cabo el mantenimiento del medidor), a un dispositivo informático asociado a un cliente que emplea el medidor, etc. La parte que recibe la alerta puede desconectar el shunt 100, abrir una ruta de circuito a través del shunt 100 (por ejemplo, activar un interruptor para detener el flujo de corriente), y/o llevar a cabo otras acciones. En algunos casos, la alerta se puede enviar mientras una parte se encuentra en el shunt 100, tal como por ejemplo mientras un técnico está llevando a cabo el mantenimiento de un medidor (por ejemplo, cambiando el medidor).

Aunque las técnicas comentadas anteriormente incluyen el envío de una alerta por parte del componente de alerta 818, en algunos casos el componente de alerta 818 puede enviar una instrucción o hacer que se lleve a cabo una acción automáticamente. Por ejemplo, si la temperatura de la trayectoria conductora es mayor que un umbral, el componente de alerta 818 puede interrumpir automáticamente (por ejemplo, romper) la trayectoria conductora a través del shunt 100 (por ejemplo, hacer que el interruptor abra el circuito).

Además, aunque el ejemplo de la FIG. 7 ilustra los uno o más componentes de hardware 802 siendo implementados en el contexto de uno o más procesadores 812 y la memoria 810, los uno o más componentes de hardware 802 pueden ser implementados como otros componentes. Por ejemplo, los uno o más componentes de hardware 802 se pueden implementar como una o más matrices de puertas programables en campo (FPGA), circuitos integrados de aplicación específica (ASIC), productos estándar de aplicación específica (ASSP), sistemas de sistema en un chip (SOC), dispositivos lógicos programables complejos (CPLD), etc. Como tal, las operaciones que se describen como implementadas por el componente de medición de termopar 814, el componente de medición de shunt 816, y/o el componente de alerta 818 en los uno o más procesadores 812, pueden ser implementados en su totalidad o en parte por FPGA, ASIC, ASSP, SOC, CPLD, etc.

Además, los uno o más componentes de hardware 802 pueden incluir adicionalmente, o alternativamente, una interfaz de red y una radio (no ilustrada en la FIG. 7). La interfaz de red se puede comunicar a través de una red alámbrica o inalámbrica. El componente de alerta 818 puede enviar alertas relativas a la temperatura a través de la interfaz de red y/o la radio. La radio puede comprender un transceptor de RF configurado para transmitir y/o recibir señales de RF a través de uno o más de una pluralidad de canales/frecuencias. La radio puede estar configurada para comunicarse mediante el uso de una pluralidad de técnicas de modulación, velocidades de datos, protocolos, intensidades de señal y/o niveles de potencia diferentes. La radio incluye una antena acoplada a un extremo frontal de RF y un procesador de banda base. El extremo frontal de RF puede proporcionar funciones de transmisión y/o recepción. El extremo frontal de RF puede incluir componentes analógicos y/o de hardware de alta frecuencia que proporcionan funcionalidad, tales como la sintonización y/o la atenuación de las señales proporcionadas por la antena. El extremo frontal de RF puede proporcionar una señal al procesador de banda base.

En un ejemplo, todo o parte del procesador de banda base se puede configurar como una radio definida por software (SW). En una implementación, el procesador de banda base proporciona funcionalidad de selección de frecuencia y/o canal a la radio. Por ejemplo, la radio definida por SW puede incluir mezcladores, filtros, amplificadores, moduladores y/o demoduladores, detectores, etc., implementados en software ejecutado por un procesador, ASIC, u otros dispositivos informáticos integrados. La radio definida por SW puede utilizar procesadores y software definido y/o almacenado en la memoria 810. Alternativa o adicionalmente, la radio puede ser implementada al menos en parte mediante el uso de componentes analógicos.

Además, la memoria 810 puede incluir otros tipos de componentes. Por ejemplo, la memoria 810 puede almacenar un componente de metrología configurado para recolectar datos de consumo de uno o más recursos (por ejemplo, electricidad, agua, gas natural, etc.). Los datos de consumo pueden incluir, por ejemplo, datos de consumo de electricidad, datos de consumo de agua y/o datos de consumo de gas natural. Los datos de consumo pueden incluir datos generados en un nodo en el que se implementa el shunt 100 (por ejemplo, un medidor), otro nodo (por ejemplo, otro medidor o nodo de la empresa de servicios públicos), o una combinación de los mismos. Los datos de consumo recolectados se pueden transmitir a un colector de datos en el caso de una red en estrella o, en el caso de una red en malla, a uno o más nodos para su eventual propagación a un dispositivo informático proveedor de servicios asociado a una empresa de servicios públicos u otro destino.

Las FIGS. 8A y 8B ilustran un ejemplo de medidor 900 con shunts 902 y 904 situadas dentro del medidor 900. La FIG. 8A muestra una vista en perspectiva de un lado del medidor 900 que se acopla a una toma de medidor. En particular, las porciones de las shunts 902 y 904 que están expuestas en la FIG. 8A se puede conectar a la toma del

medidor. En particular, los terminales 902(A) y 902(D) del shunt 902 se pueden conectar a las mordazas de una toma de corriente (por ejemplo, una trayectoria conductora) y los terminales 904(A) y 904(B) del shunt 904 se pueden conectar a las mordazas de la toma de corriente. Mientras tanto, la FIG. 8B muestra una vista transversal del medidor 900 con el shunt 902.

El medidor 900 incluye una carcasa 906 que encierra al menos una porción de las shunts 902 y 904, uno o más componentes de hardware 908, y conductores 910. De este modo, la carcasa puede encerrar un shunt y un dispositivo de termopar. La carcasa 906 también puede incluir lengüetas 912 que se pueden utilizar para ayudar a conectar el medidor 900 a la toma del medidor. Los conductores 910 pueden conectar el shunt 902 a uno o más componentes de hardware 908. Aunque el shunt 904 no se muestra en la FIG. 8B, el shunt 904 también puede estar conectado a uno o más componentes de hardware 908. Los conductores 910 pueden incluir un conductor de referencia, un conductor de detección y un conductor de termopar. Como se ilustra en la FIG. 8B, el shunt 902 incluye un terminal 902(A), un bus de shunt 902(B), un interruptor 902(C) y otro terminal 902(D). La corriente puede fluir de izquierda a derecha con respecto a la FIG. 8B.

La FIG. 9A ilustra las líneas de flujo de corriente para un shunt en la técnica relacionada. Aquí, el shunt 1000 incluye una sola pieza en forma de U que está al revés. La corriente puede entrar en el shunt por un extremo 1002 y salir por un extremo 1004. Las líneas verticales y horizontales representan líneas de flujo de corriente equipotencial. Como se ilustra, las líneas de flujo de corriente en las esquinas 1006 del shunt 1000 no son simétricas ni uniformes debido a la curva de 90 grados del shunt 1000. Es decir, las líneas de flujo de corriente están más separadas en los bordes exteriores 1006(A) en comparación con los bordes interiores 1006(B) de las esquinas 1006 y/o las líneas de flujo de corriente son curvas. Esto conduce a mediciones de corriente inexactas en una región de medición 1008, en el que se encuentra el elemento de shunt. A medida que el elemento de shunt está posicionado más cerca de una esquina, la inexactitud de la medición de la corriente puede aumentar.

La FIG. 9B ilustra las líneas de flujo de corriente para un ejemplo de shunt 1010 descrito en la presente memoria, tal como el shunt 100 de la FIG. 1. Para facilitar la ilustración, el shunt 1010 se representa como un bus de shunt sin terminales. Como tal, el shunt 1010 se denominará como el bus de shunt 1010. Aquí, la corriente puede entrar en el bus de shunt 1010 en un canal conductor 1012 y salir del bus de shunt 1010 en un canal conductor 1014. Las líneas verticales representan líneas de flujo de corriente equipotencial. Como se ilustra, debido al menos en parte al canal conductor 1012, las líneas de flujo de corriente son uniformes y simétricas en una región de medición 1016, en el que se encuentra un elemento de shunt. De este modo, se obtienen mediciones exactas de la corriente del shunt 1010.

La FIG. 10 ilustra un ejemplo de proceso 1100 para emplear las técnicas en la presente memoria descritas. En particular, el proceso 1100 se implementa para determinar la temperatura de un shunt, determinar la corriente que fluye a través del shunt y enviar una alerta sobre la temperatura del shunt. Para facilitar la ilustración, el proceso 1100 se describe como llevado a cabo en el contexto de la FIG. 7. Por ejemplo, una o más de las operaciones individuales del proceso 1100 pueden ser llevadas a cabo por uno o más componentes de hardware 802. Sin embargo, el proceso 1100 se puede llevar a cabo en otros contextos.

El proceso 1100 (así como cada uno de los procesos descritos en la presente memoria) se ilustra como un gráfico de flujo lógico, cada una de cuyas operaciones representa una secuencia de operaciones que se puede implementar en hardware, software o una combinación de los mismos. En el contexto del software, las operaciones representan instrucciones ejecutables por ordenador almacenadas en uno o más medios de almacenamiento legibles por ordenador que, cuando son ejecutadas por uno o más procesadores, llevan a cabo las operaciones recitadas. Generalmente, las instrucciones ejecutables por ordenador incluyen rutinas, programas, objetos, componentes, estructuras de datos y similares que llevan a cabo funciones particulares o implementan tipos de datos abstractos particulares. El orden en que se describen las operaciones no se pretende interpretar como una limitación, y cualquier número de las operaciones descritas se puede combinar en cualquier orden y/o en paralelo para implementar el proceso. Además, se puede omitir cualquier número de operaciones individuales.

En 1102, los uno o más componentes de hardware 802 pueden recibir señales asociadas con conductores que están conectados a un shunt. Por ejemplo, los conductores pueden incluir un conductor de referencia, un conductor de detección y un conductor de termopar.

En 1104, los uno o más componentes de hardware 802 pueden determinar una temperatura del shunt en base, al menos en parte, a una señal del conductor de referencia y una señal del conductor de termopar.

En 1106, los uno o más componentes de hardware 802 pueden determinar una cantidad de corriente que fluye a través del shunt en base, al menos en parte, a una señal del conductor de referencia y una señal del conductor de detección. Los uno o más componentes de hardware 802 también pueden utilizar una temperatura del shunt para compensar las inexactitudes debidas a la temperatura. En algunos casos, la compensación se aplica después de determinar una medición inicial de la corriente. En otros casos, la determinación inicial de la cantidad de corriente tiene en cuenta la temperatura del shunt.

En 1108, los uno o más componentes de hardware 802 pueden determinar que una temperatura de una trayectoria

conductora a la que está conectado el shunt es mayor que un umbral. Es decir, los uno o más componentes de hardware 802 pueden determinar que la temperatura del shunt es mayor que el umbral.

5 En 1110, los uno o más componentes de hardware 802 pueden enviar una alerta que indica que la temperatura es mayor que el umbral. La alerta se puede enviar a cualquier entidad, tal como un cliente, un dispositivo informático de un proveedor de servicios, un técnico, etc.

Conclusión

10 Aunque las realizaciones se han descrito en un lenguaje específico de características estructurales y/o actos metodológicos, se debe entender que la divulgación no se limita necesariamente a las características o actos específicos descritos. Más bien, las características y los actos específicos se divulgan en la presente memoria como formas ilustrativas de implementar las realizaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema que comprende:

un shunt (100) que incluye un elemento de shunt (112, 404);
 un primer conductor (510(B), 804(B)) unido al shunt en un primer punto de conexión (114, 402(A), 402(B)) a
 5 través de un primer miembro de conexión (402(D)), situado en un primer lado del elemento de shunt el primer
miembro de conexión (402(D)) que comprende un botón de medio corte;
 un segundo conductor (804(A)) unido al shunt en un segundo punto de conexión (116, 402(C), 402(E))
 situado en un segundo lado del elemento de shunt;
 un tercer conductor (804(C)) unido a el shunt en el primer punto de conexión a través del primer miembro de
 10 conexión, el tercer conductor está compuesto por un material diferente al del primer conductor; y
 uno o más componentes de hardware configurados para:

determinar una temperatura del elemento de shunt en base, al menos en parte, a una señal del primer
 conductor y una señal del tercer conductor; y

determinar una cantidad de corriente que pasa por el elemento de shunt en base, al menos en parte, a la
 15 señal del primer conductor, una señal del segundo conductor y la temperatura del elemento de shunt.

2. El sistema de la reivindicación 1, que además comprende:

un bus de shunt que incluye el elemento de shunt, el primer punto de conexión está dispuesto en el bus de
 shunt en el primer lado del elemento de shunt y el segundo punto de conexión está dispuesto en el bus de
 shunt en el segundo lado del elemento de shunt,
 20 opcionalmente, en el que una trayectoria de corriente a través del elemento de shunt define una primera
 dirección y al menos uno de los primeros puntos de conexión o de los segundos puntos de conexión está
 situado sustancialmente en el centro del bus de shunt en una segunda dirección que es perpendicular a la
 primera dirección.

3. El sistema de la reivindicación 1, en el que uno o más componentes de hardware están configurados para:

en base, al menos en parte, a la temperatura del elemento de shunt, determinar que la temperatura de una
 trayectoria conductora a la que está conectada el shunt es superior a un umbral; y
 enviar una alerta que indica que la temperatura de la trayectoria conductora es superior al umbral,
 opcionalmente, en el que uno o más componentes de hardware están configurados para enviar la alerta a al
 25 menos uno de los dispositivos informáticos del proveedor de servicios asociados a una empresa de servicios
 públicos, un dispositivo informático asociado a un técnico o un dispositivo informático asociado a un cliente.

4. El sistema de la reivindicación 1, en el que los uno o más componentes de hardware están configurados para
determinar la cantidad de corriente que pasa a través del elemento de shunt por:

en base, al menos en parte, a la señal del primer conductor y en la señal del segundo conductor, determinar
 los datos de corriente que indican la cantidad de corriente que pasa por el elemento de shunt; y
 35 ajustar los datos de la corriente en base, al menos en parte, en la temperatura del elemento de shunt.

5. El sistema de la reivindicación 1, en el que uno o más componentes de hardware están configurados para
determinar la temperatura del elemento de shunt en base, al menos en parte, en una comparación de la señal del
primer conductor con la señal del tercer conductor.

6. Un medidor, que comprende el sistema de la reivindicación 1, y que además comprende:

una carcasa que encierra al menos una porción del shunt y al menos una porción de uno o más componentes
 de hardware;
 el shunt (100) incluye un bus de shunt (102, 406), el elemento de shunt (112, 404) está dispuesto a lo largo
 del bus de shunt, el primer punto de conexión está situado a lo largo del bus de shunt y el segundo punto de
 conexión está situado a lo largo del bus de shunt;
 45 el primer conductor es un conductor de referencia (804(B)) unido al primer punto de conexión (114, 402(A),
 402(B)) y, por lo tanto, conectado al bus de shunt a través del primer miembro de conexión (402(D));
 el segundo conductor es un conductor de detección (804(A)) unido al bus de shunt en el segundo punto de
 conexión (116, 402(C), 402(E));
 el tercer conductor es un conductor de termopar (804(C)) unido al bus de shunt a través del primer miembro
 de conexión para crear un termopar con el conductor de referencia; y
 50 los uno o más componentes de hardware acoplados comunicativamente a al menos uno de los conductores
 de referencia, el conductor de detección o el conductor de termopar, los uno o más componentes de
 hardware están configurados para:

determinar una temperatura del shunt en base, al menos en parte, a una señal del conductor de
 55 referencia y una señal del conductor de termopar; y

determinar una cantidad de corriente que pasa por el elemento de shunt en base, al menos en parte, a la señal del conductor de referencia, una señal del conductor de detección y la temperatura del shunt.

7. El medidor de la reivindicación 6, en el que uno o más componentes de hardware además están configurados para:
5 en base, al menos en parte, a la temperatura del shunt, determinar que la temperatura de una toma de corriente a la que está conectado el shunt es superior a un umbral; y
 enviar una alerta que indica que la temperatura de la toma de corriente es superior al umbral.
8. El medidor de la reivindicación 7, en el que uno o más componentes de hardware están configurados para enviar la alerta a al menos uno de los dispositivos informáticos de un proveedor de servicios asociado a una empresa
10 de servicios públicos, un dispositivo informático asociado a un técnico o un dispositivo informático asociado a un cliente que emplea el medidor.
9. El medidor de la reivindicación 6, en el que cada una de la señal del conductor de referencia, la señal del conductor de detección y la señal del conductor de termopar comprende una señal de tensión.
10. El medidor de la reivindicación 6, en el que los uno o más componentes de hardware están configurados para
15 determinar la cantidad de corriente que pasa a través del elemento de shunt por:
 en base, al menos en parte, a la señal del conductor de referencia y en la señal del conductor de detección,
 determinar los datos de corriente que indican la cantidad de corriente que pasa por el elemento de shunt; y
 compensar un cambio en la resistencia del elemento de shunt debido a la temperatura del shunt, la
 compensación incluye el ajuste de los datos de la corriente en base, al menos en parte, a la temperatura del
20 shunt.

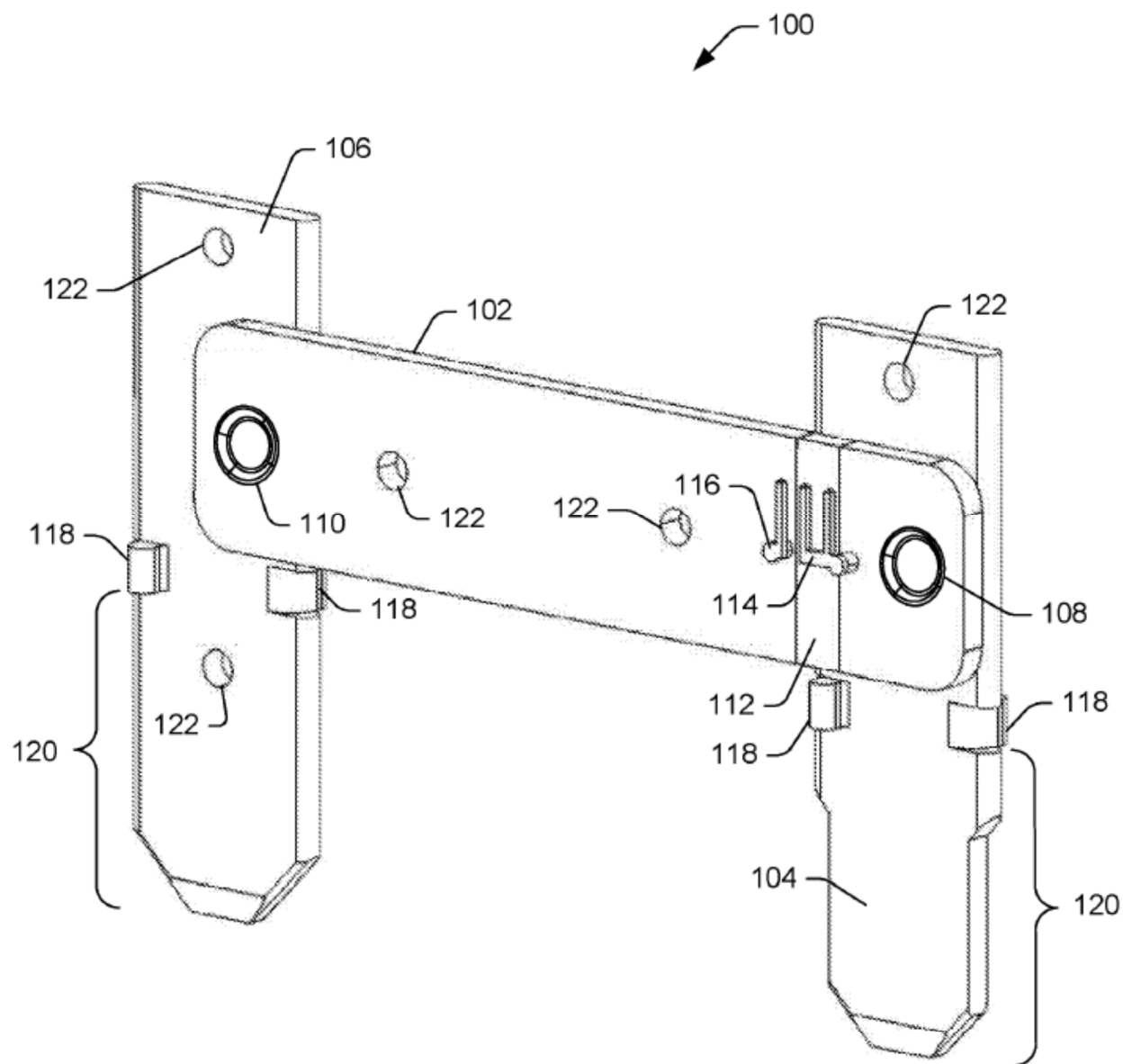


FIG. 1

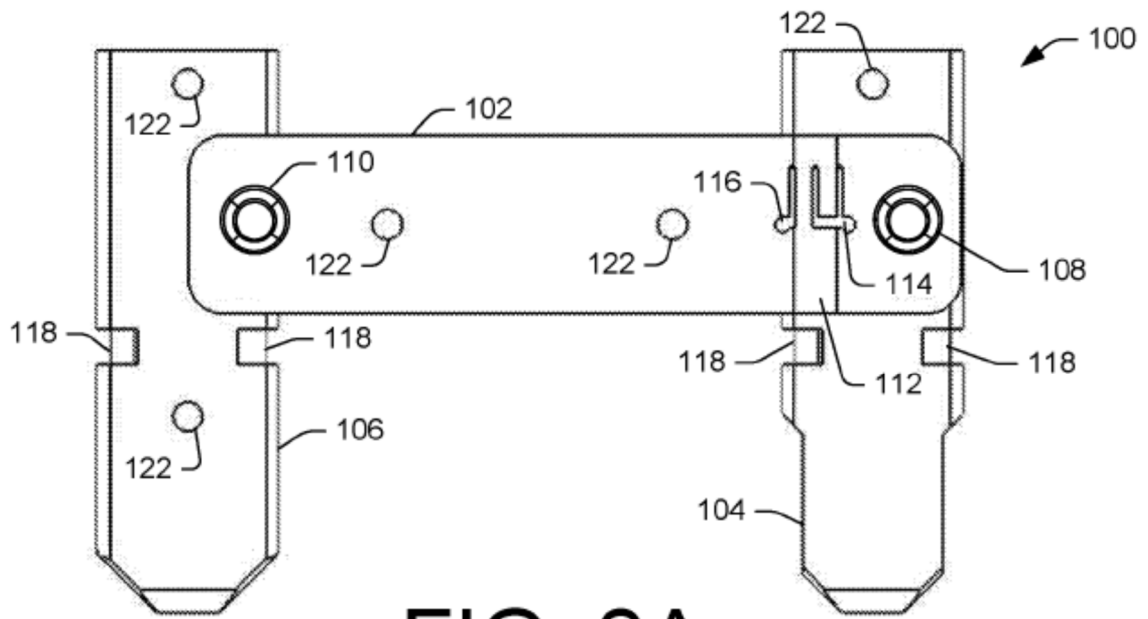


FIG. 2A

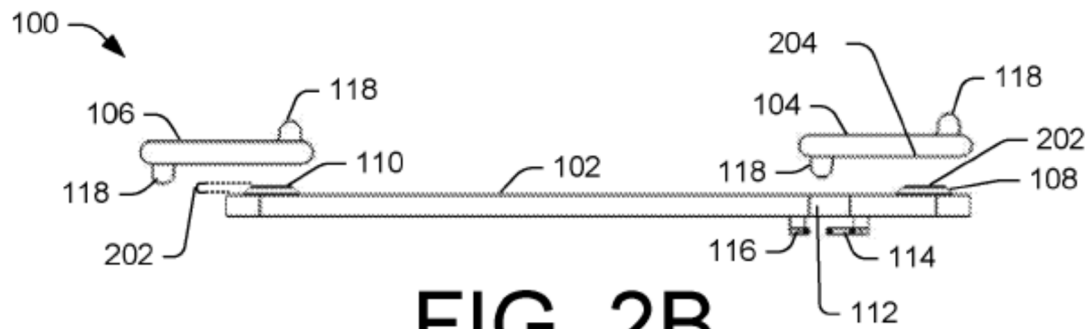


FIG. 2B

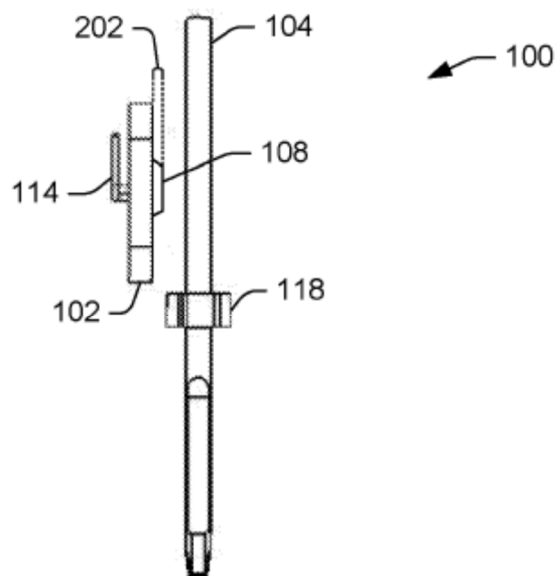


FIG. 2C

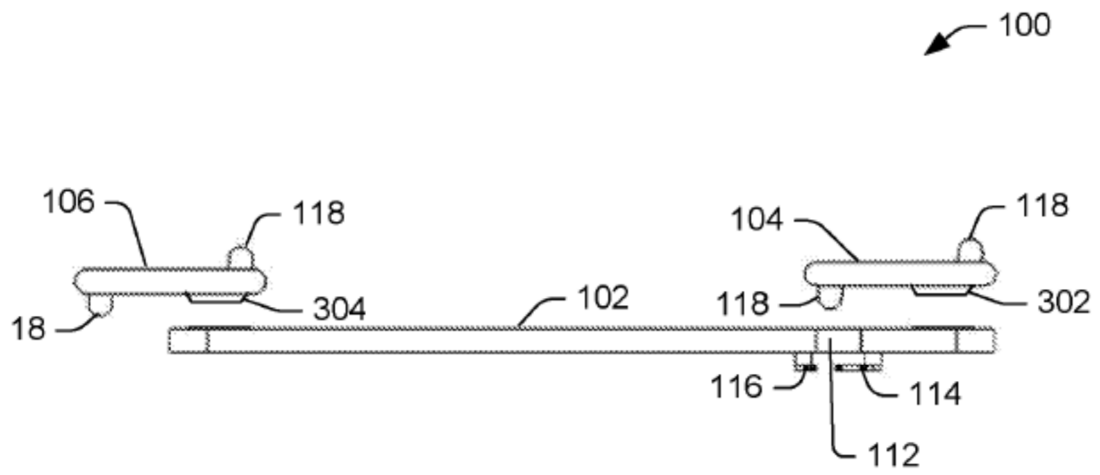


FIG. 3A

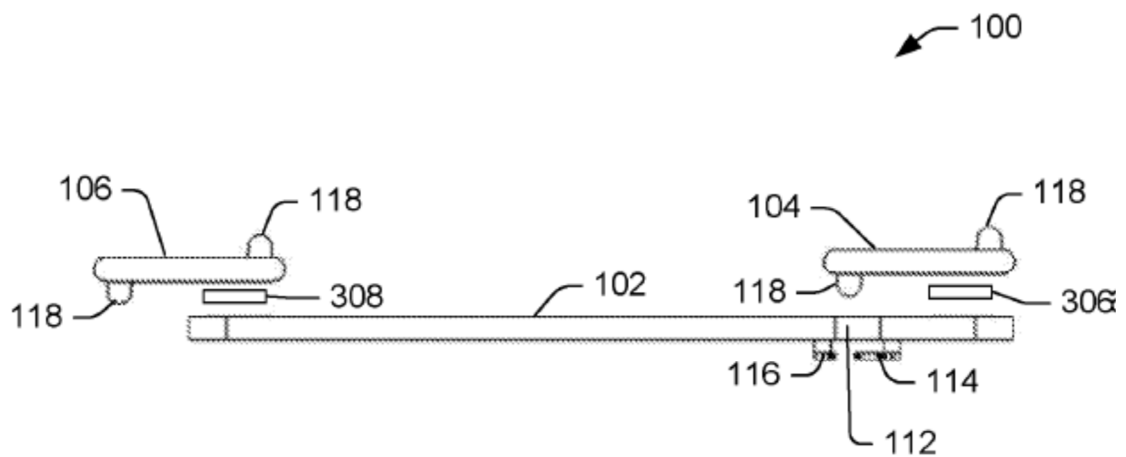


FIG. 3B

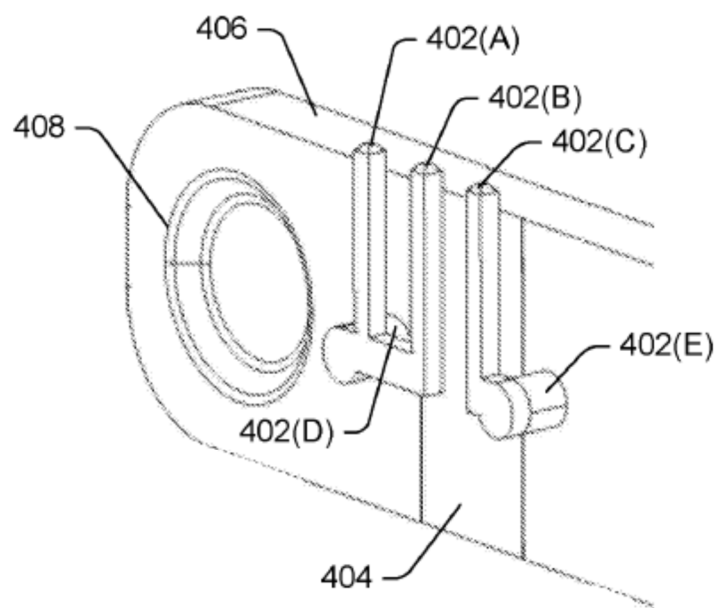


FIG. 4A

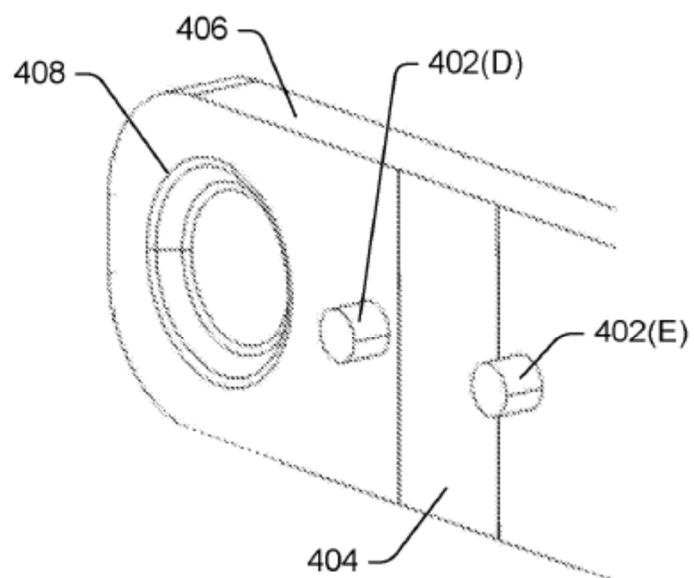


FIG. 4B

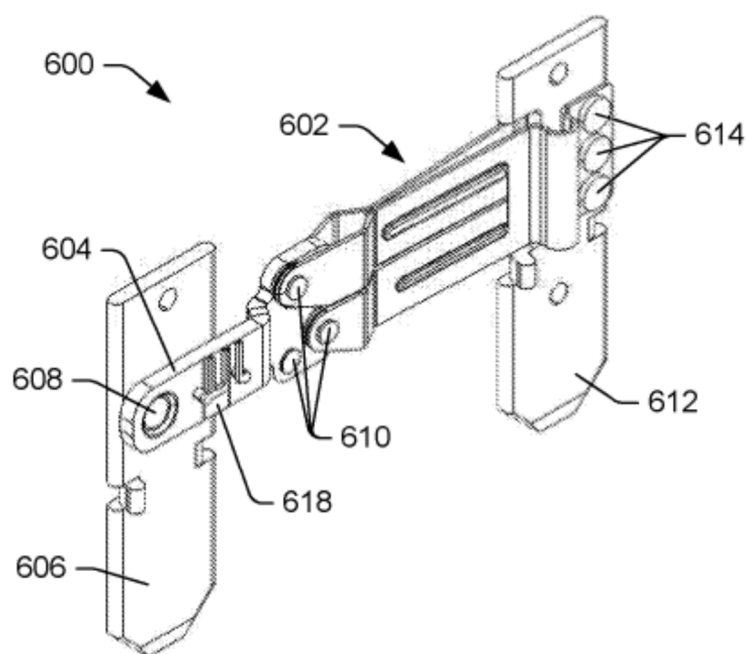


Fig. 5A

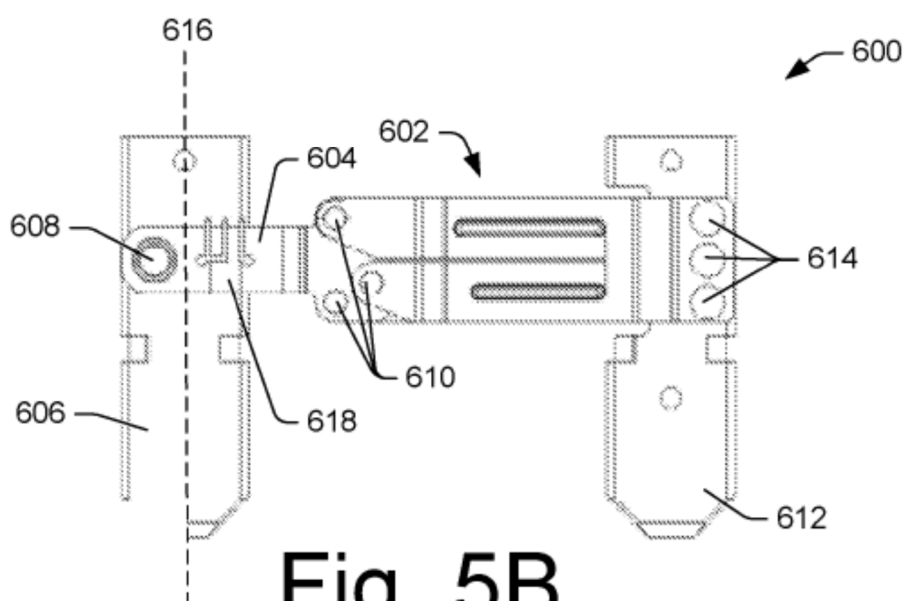


Fig. 5B

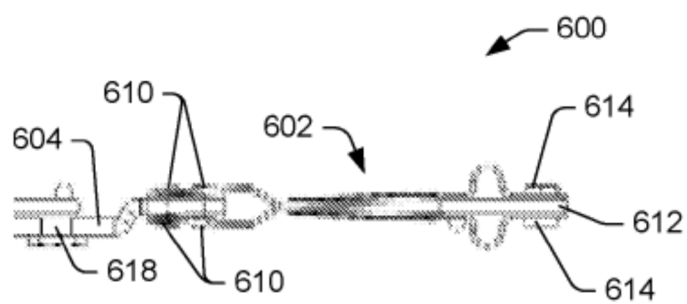


Fig. 5C

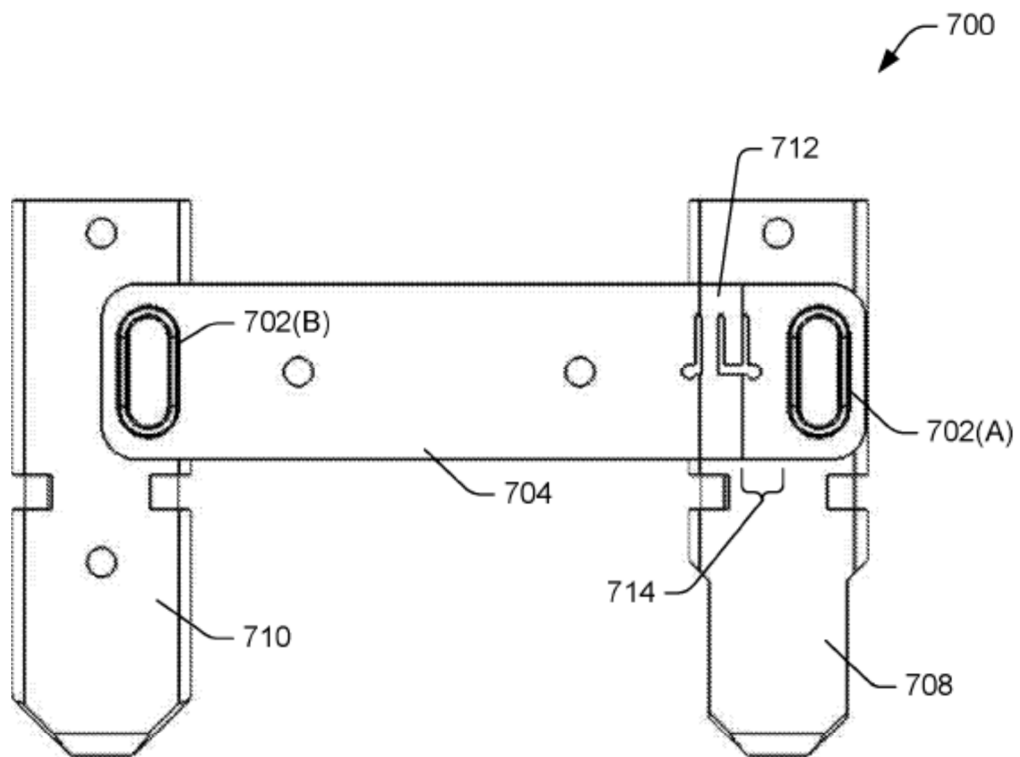


Fig. 6A

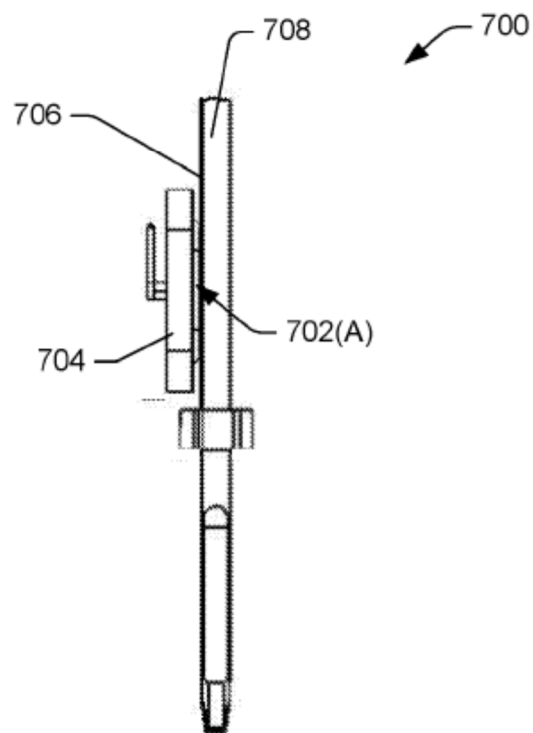


Fig. 6B

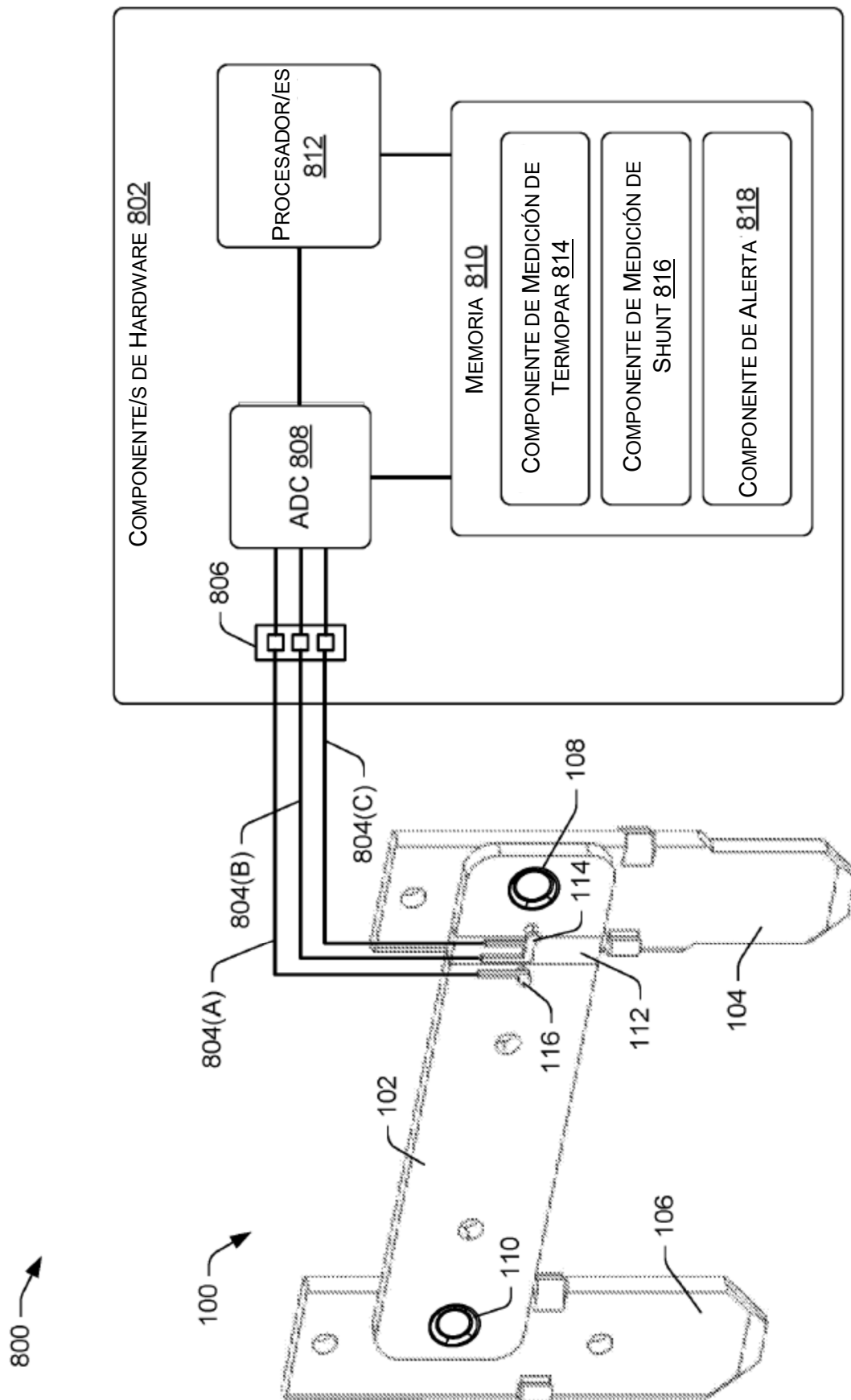


FIG. 7

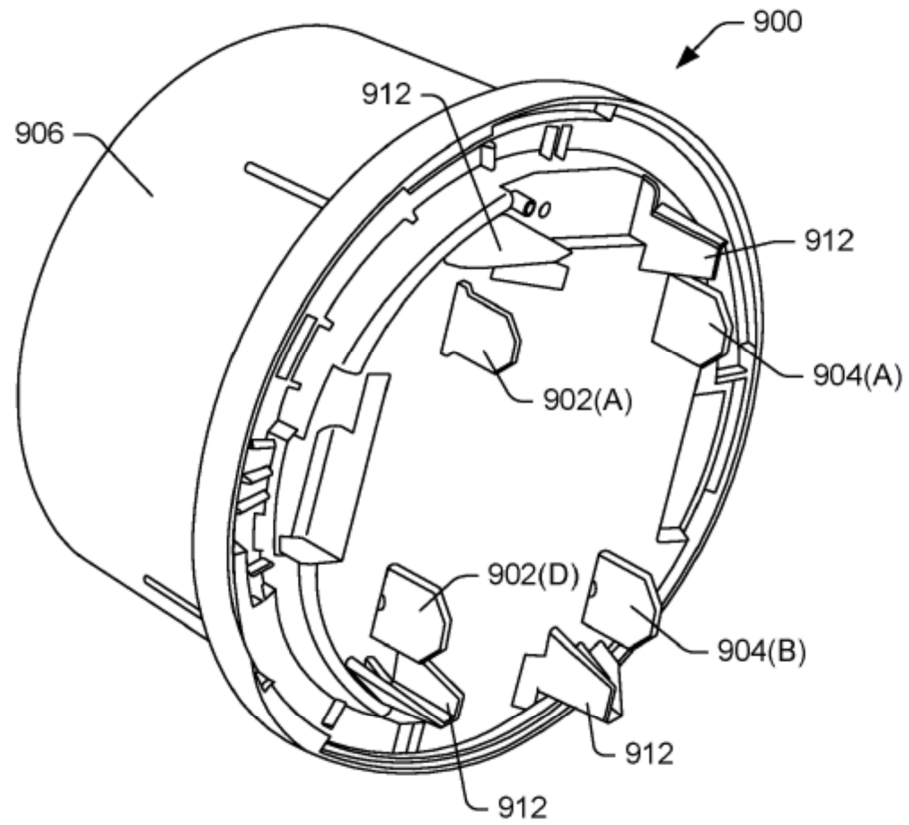


Fig. 8A

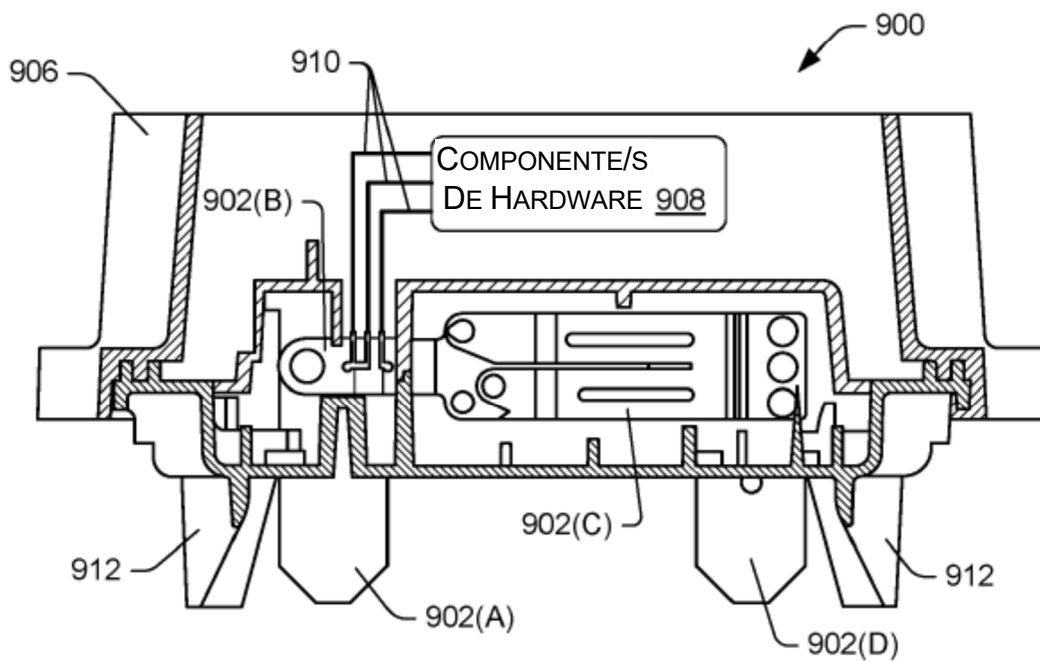


Fig. 8B

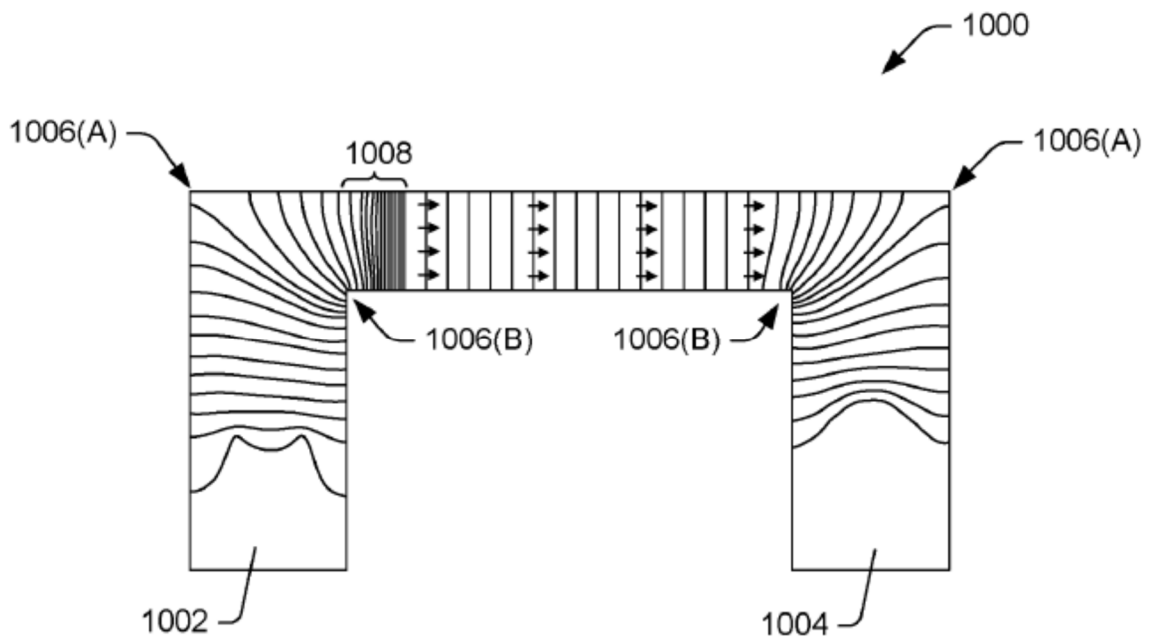


Fig. 9A

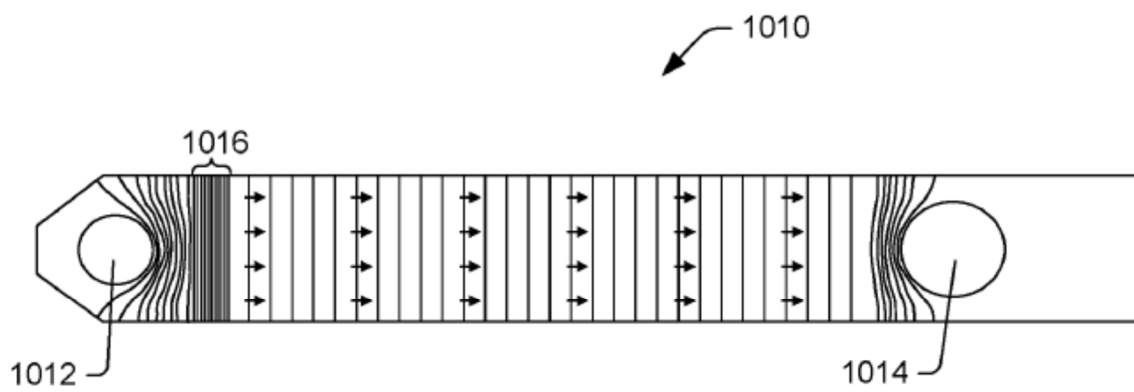


Fig. 9B

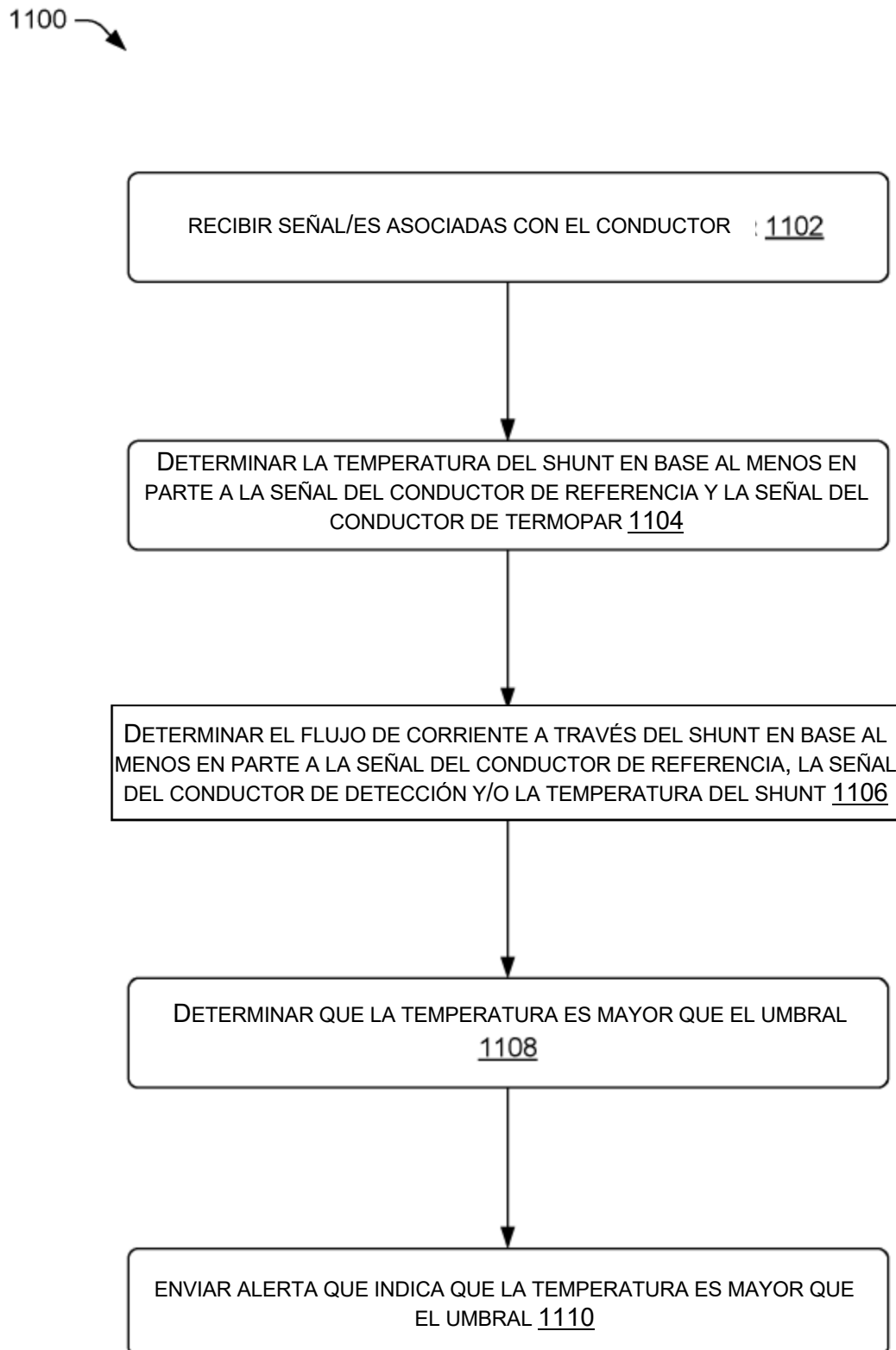


Fig. 10