

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 977 446**

51 Int. Cl.:

G01K 7/18 (2006.01)

G01B 21/08 (2006.01)

G01K 13/02 (2011.01)

G01N 17/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.09.2017** **E 21164330 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.03.2024** **EP 3862720**

54 Título: **Monitoreo de depósitos**

30 Prioridad:

12.09.2016 US 201615262807

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
23.08.2024

73 Titular/es:

ECOLAB USA INC. (100.0%)
1 Ecolab Place
St. Paul, MN 55102-1390, US

72 Inventor/es:

CHATTORAJ, MITA;
MURCIA, MICHAEL, J y
MUKHERJEE, ASEET

74 Agente/Representante:

SÁNCHEZ SILVA, Jesús Eladio

ES 2 977 446 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

Monitoreo de depósitos

5 Antecedentes

Se disponen varios sistemas de flujo de fluido para hacer fluir un fluido de proceso desde una o más fuentes de fluido de entrada hacia un dispositivo de uso. Por ejemplo, el fluido que fluye hacia una superficie de intercambio de calor puede usarse para transferir calor o extraer calor de la superficie de intercambio de calor y mantener la superficie en una temperatura de operación.

En algunos ejemplos, los cambios en las condiciones de operación del sistema de flujo de fluido, como los cambios en la composición del fluido, las temperaturas de operación del fluido o el dispositivo de uso, o similares, pueden afectar la probabilidad de que se formen depósitos a partir del fluido de proceso en los componentes del sistema. Los depósitos que se forman en el dispositivo de uso pueden afectar negativamente el rendimiento del dispositivo. Por ejemplo, los depósitos que se forman en la superficie de intercambio de calor pueden actuar para aislar la superficie de intercambio de calor del fluido, al reducir la capacidad del fluido para interactuar térmicamente con el intercambiador de calor.

A menudo, tales depósitos se detectan solo cuando el rendimiento del dispositivo de uso se degrada hasta el punto de requerir atención. Por ejemplo, una superficie de intercambio de calor puede volverse incapaz de mantener las temperaturas deseadas debido a la formación de un depósito suficientemente grande en una superficie de intercambio de calor de la misma. Para restaurar el sistema para que funcione correctamente, el sistema a menudo debe apagarse, desmontarse y limpiarse, lo que puede ser un proceso costoso y que requiere mucho tiempo.

Se pueden encontrar ejemplos de dispositivos de la técnica anterior en el documento WO 2009/135504 A1 (SIMENS AG), que describe un dispositivo y un método para la detección de depósitos en una pared interior de un recipiente o tubería en una instalación técnica por medio de un dispositivo de control y evaluación; el documento US 2011/283780 A1 (BOSBACH F), que describe un dispositivo y un método para detectar depósitos en paredes que están cubiertas por un medio, en donde un sensor está integrado en la pared, en donde un componente del sensor calienta localmente el medio en una región, y se detecta la temperatura del medio alrededor del componente; y el documento US 2015/291993 A1 (VELA DAVID), que describe un sistema y un método para monitorear o detectar un nivel de crecimiento de biopelículas en un sistema de fluidos y controlar los parámetros de operación del sistema de fluidos con base en un nivel de crecimiento medido.

Resumen

Según la invención, se proporciona un método para caracterizar depósitos de un sistema de flujo de fluido según la reivindicación 1 y un sistema de flujo de fluido según la reivindicación 7.

Según la invención, se toman acciones correctivas para abordar los depósitos detectados y/o las condiciones de los depósitos. Por ejemplo, los cambios en el fluido que fluye a través del sistema pueden ajustarse para minimizar la formación de depósitos. Según la invención, se agrega un biocida para reducir la formación de depósitos. Adicionalmente, se puede detener el flujo hacia el sistema de ciertos fluidos que contribuyen a la formación de depósitos. Otras acciones correctivas pueden incluir cambiar los parámetros del sistema, como el fluido o las temperaturas de operación del dispositivo de uso. Según la invención, tales acciones correctivas se automatizan a través del controlador y otros equipos, tales como una o más bombas, válvulas o similares. En otros ejemplos más, el sistema puede configurarse para realizar una acción correctiva en forma de alertar a un usuario de las condiciones del depósito de manera que el usuario pueda tomar acciones correctivas posteriores.

Breve descripción de los dibujos

La Figura 1 es una ilustración de una ubicación ilustrativa de uno o más RTD en un sistema de flujo de fluido.

La Figura 2 es un diagrama esquemático de un sistema para operar un RTD en una modalidad ilustrativa.

La Figura 3 es un diagrama esquemático ilustrativo que muestra una configuración operativa de una matriz de RTD.

La Figura 4 es un diagrama esquemático que muestra la operación de una pluralidad de los RTD en un modo de operación de calentamiento.

La Figura 5 es un diagrama esquemático que muestra la operación de uno de los RTD en un modo de operación de medición.

Las Figuras 6A-6D ilustran un comportamiento térmico ilustrativo de un RTD que puede usarse para caracterizar el nivel de depósito en el RTD.

La Figura 7 es un diagrama de flujo de proceso que ilustra un proceso ilustrativo para mitigar los depósitos de un fluido de proceso en un dispositivo de uso en un sistema de flujo de fluido.

Descripción detallada

Un detector de temperatura de resistencia (RTD) es un dispositivo que se usa comúnmente para medir la temperatura de un objeto de interés. Por ejemplo, en algunos casos, la resistencia del RTD es aproximadamente lineal con respecto a la temperatura. La resistencia puede medirse pasando una corriente a través del RTD y midiendo el voltaje resultante a través del RTD. Una corriente que fluye a través del RTD puede tener efectos de calentamiento en el RTD, por lo que la corriente se mantiene típicamente a una magnitud relativamente baja durante una medición de temperatura. En una operación ilustrativa, se pasa una pequeña cantidad de corriente a través de un conductor que está expuesto a algún entorno en el que va a medirse la temperatura. A medida que cambia la temperatura, se mide el cambio característico en la resistencia en ese conductor (por ejemplo, platino) y se usa para calcular la temperatura.

La Figura 1 es una ilustración de una ubicación ilustrativa de uno o más RTD en un sistema de flujo de fluido. Como se muestra, los RTD 102a-d se colocan en la trayectoria del flujo 106 de un fluido de proceso en un sistema de flujo de fluido 100 que se configura para dirigir un fluido de proceso a un dispositivo de uso 105. Las flechas 108 ilustran una trayectoria del flujo ilustrativo de fluido desde una fuente de fluido hacia el dispositivo de uso 105. Como se describe en la presente memoria, los fluidos de proceso pueden relacionarse generalmente con cualquiera de los fluidos que fluyen a través de dicho sistema de flujo de fluidos, que incluye, pero no se limita a, fluidos de servicio tales como agua de refrigeración, agua de alimentación de calderas, condensado, agua de purga, agua residual y agua efluente descargada. Tales fluidos de proceso ilustrativos pueden dirigirse al sistema de flujo de fluidos 100 desde una variedad de fuentes (por ejemplo, una corriente efluente de un proceso, agua de purga de caldera, agua residual tratada, agua producida, una fuente de agua dulce, etc.). En algunos ejemplos, un único sistema de flujo de fluido 100 puede recibir fluidos de proceso de entrada de una variedad de fuentes. En algunos de estos ejemplos, puede seleccionarse la fuente de fluido de proceso, por ejemplo, mediante una válvula manual y/o automatizada o una serie de válvulas. En algunas modalidades, puede seleccionarse una única fuente de fluido entre una o más posibles fuentes de entrada. En modalidades alternativas, puede seleccionarse una pluralidad de fuentes de fluido de manera que el fluido de la pluralidad de fuentes seleccionada se mezcle para formar el fluido de entrada. En algunas implementaciones, un fluido de entrada predeterminado se compone de una mezcla de fluidos de cada una de la pluralidad de fuentes de entrada disponibles, y la composición del fluido de entrada puede ajustarse al bloquear el flujo de una o más de dichas fuentes de entrada al sistema.

En el ejemplo de la Figura 1, los RTD 102a-d se muestran como una matriz de RTD que se montan en un portamuestras 104. En algunos ejemplos, el portamuestras 104 se puede extraer de la trayectoria de 106 flujo del sistema de flujo de fluido 100, por ejemplo, para facilitar la limpieza, la sustitución u otro mantenimiento de los RTD 102a-d. Adicional o alternativamente, se pueden colocar uno o más RTD (por ejemplo, colocados en un portamuestras) en la trayectoria de flujo de una o más entradas de fluido que contribuyen a la composición del fluido que fluye a través del sistema de flujo de fluido 100 hasta el dispositivo de uso 105. El sistema de flujo de fluido puede ser cualquier sistema en el que fluya un fluido de proceso, incluidos, por ejemplo, sistemas de lavado (por ejemplo, lavado de vajilla, lavandería, etc.), sistemas de alimentos y bebidas, minería, sistemas de energía (por ejemplo, pozos de petróleo, refinerías, etc.), flujo de aire a través de las tomas de aire del motor, sistemas de intercambio de calor como torres de enfriamiento o calderas, procesos de pulpa y papel, entre otros. Las flechas 108 indican la dirección del flujo del fluido que pasa por los RTD 102, que pueden usarse para monitorear la temperatura del fluido, y hacia el dispositivo de uso 105.

En algunas modalidades, un sistema de flujo de fluido comprende uno o más sensores adicionales 111 (mostrados en líneas discontinuas) capaces de determinar uno o más parámetros del fluido que fluye a través del sistema. En diversas modalidades, pueden configurarse uno o más sensores adicionales 111 para determinar el caudal, la temperatura, el pH, la alcalinidad, la conductividad y/u otros parámetros del fluido, tales como la concentración de uno o más constituyentes del fluido del proceso. Si bien se muestra como un solo elemento que se posiciona aguas abajo de los RTD 102a-d, uno o más sensores adicionales 111 pueden incluir cualquier número de componentes individuales, y pueden colocarse en cualquier lugar del sistema de flujo de fluido 100 mientras se toman muestras del mismo fluido que los RTD 102a-d.

La Figura 2 es un diagrama esquemático de un sistema para operar un RTD en una modalidad ilustrativa. En la modalidad de la Figura 2, un RTD 202 está en comunicación con un circuito de medición 210. En algunos ejemplos, el circuito de medición 210 puede facilitar la medición de la resistencia del RTD para determinar la temperatura del mismo. Por ejemplo, en una modalidad ilustrativa, el circuito de medición puede proporcionar una corriente para que fluya a través del RTD y medir la caída de voltaje a través del RTD para determinar la resistencia y, por lo tanto, la temperatura del mismo.

El sistema puede incluir un controlador 212 en comunicación con el circuito de medición 210. El controlador 212 puede incluir un microcontrolador, un procesador, una memoria que comprende instrucciones de operación/ejecución, una matriz de puertas programables en campo (FPGA) y/o cualquier otro dispositivo capaz de interconectar e interactuar con los componentes del sistema. En algunos de estos ejemplos, el sistema puede operar en un modo de medición en el que el controlador 212 puede interactuar con el circuito de medición 210 para determinar la temperatura del RTD

202. En algunos ejemplos, el controlador puede hacer que se aplique una corriente al RTD a través del circuito de medición 210, recibir una señal del circuito de medición 210 representativa del voltaje a través del RTD 202 y determinar la resistencia del RTD con base en el voltaje medido y corriente conocida. En algunas modalidades, el controlador 212 se configura para determinar de otro modo la resistencia y/o la temperatura del RTD 202 con base en la señal recibida del circuito de medición. Por lo tanto, en algunos de estos ejemplos, el controlador 212 puede interactuar con el circuito de medición 210 y el RTD 202 para determinar la temperatura del RTD 202.

El sistema de la Figura 2 comprende además un circuito de calentamiento 214 en comunicación con el controlador 212 y el RTD 202. En algunos ejemplos, el sistema puede operar en un modo de calentamiento en el que el controlador 212 puede aplicar potencia eléctrica al RTD 202 a través del circuito de calentamiento 214 para elevar la temperatura del RTD 202. En algunas de tales modalidades, el controlador 212 es capaz de ajustar o controlar de otro modo la cantidad de potencia que se aplica al RTD 202 para elevar la temperatura del RTD 202. En varios ejemplos, ajustar la potencia aplicada puede incluir ajustar una corriente, un voltaje, un ciclo de trabajo de una señal modulada por ancho de pulso (PWM) u otros métodos conocidos para ajustar la potencia aplicada al RTD 202.

En algunos ejemplos, el controlador 212 es capaz de interactuar con el RTD 202 a través del circuito de calentamiento 214 y el circuito de medición 210 simultáneamente. En algunos de estos ejemplos, el sistema puede operar simultáneamente en modo de calentamiento y en modo de medición. De manera similar, tales sistemas pueden operar en el modo de calentamiento y en el modo de medición de forma independiente, en donde el RTD puede operar en el modo de calentamiento, el modo de medición o ambos simultáneamente. En otros ejemplos, el controlador 212 puede cambiar entre un modo de calentamiento y un modo de operación de medición. Adicional o alternativamente, un controlador en comunicación con una pluralidad de los RTD 202 a través de uno o más circuitos de medición 210 y uno o más circuitos de calentamiento 214 puede operar tales RTD en diferentes modos de operación. En varios de tales ejemplos, el controlador 212 puede operar cada RTD en el mismo modo de operación o modos de operación separados, y/o puede operar cada RTD individualmente, por ejemplo, en una secuencia. Son posibles muchas implementaciones y están dentro del alcance de la presente descripción.

Como se describe con respecto a la Figura 1, el sistema puede incluir uno o más sensores adicionales 211 para determinar uno o más parámetros del fluido que fluye a través del sistema de flujo de fluido. Dichos sensores adicionales 211 pueden estar en comunicación por cable o inalámbrica con el controlador 212. Por lo tanto, en algunas modalidades, el controlador 212 puede configurarse para interactuar con ambos RTD 202 y sensores adicionales 211 que se colocan dentro del sistema de flujo de fluido.

La Figura 3 es un diagrama esquemático ilustrativo que muestra una configuración operativa de una matriz de RTD. En la modalidad ilustrada, una serie de RTD 302a-d están en comunicación con un controlador 312 a través de un circuito de medición 310 y un circuito de calentamiento 314. Durante un modo de operación de calentamiento, el controlador 312 puede hacer que el circuito de calentamiento 314 proporcione potencia eléctrica a uno o más de los RTD 302a-d para elevar la temperatura del RTD. En la modalidad ilustrada, el circuito de calentamiento 314 incluye un módulo PWM 316 en comunicación con una etapa de amplificación 318. En el ejemplo de la Figura 3, el módulo PWM 316 incluye una pluralidad de canales A-D, cada canal correspondiente a un respectivo RTD 302a-d en la serie de RTD. Cada canal del módulo 316 PWM está en comunicación con su RTD 302a-d correspondiente a través de la etapa de amplificación 318. La etapa de amplificación 318 se puede configurar para modificar la señal del módulo PWM 316 para generar una señal de calentamiento aplicada al RTD 302a-d respectivo. En algunos ejemplos, la etapa de amplificación 318 está configurada para filtrar una señal PWM desde el módulo PWM 316, por ejemplo, a través de un filtro LRC, para proporcionar una potencia estable al RTD 302. Adicional o alternativamente, la etapa de amplificación 318 puede amplificar efectivamente una señal del módulo PWM 316 para cambiar deseablemente la temperatura del RTD 302.

En una modalidad de operación de calentamiento ilustrativa, el controlador indica al módulo PWM 316 que eleve la temperatura de un RTD 302a. El controlador 312 puede hacer que el módulo PWM 316 emita una señal PWM desde el canal A a la etapa de amplificación 318. Los aspectos de la señal PWM, tales como el ciclo de trabajo, la magnitud, etc. pueden ajustarse por el controlador 312 para cumplir con los efectos de calentamiento deseados. Adicional o alternativamente, la etapa de amplificación 318 puede ajustar uno o más aspectos del canal A de la señal PWM para controlar eficazmente la cantidad de calentamiento del RTD 302a. Pueden realizarse operaciones de calentamiento similares para cualquiera o todos los RTD 302a-d simultáneamente. En algunas modalidades, el controlador 312 puede controlar la operación de calentamiento de cada uno de una pluralidad de los RTD 302a-d de modo que cada uno de los RTD se eleve a una temperatura de operación diferente.

Como se describe en otra parte de la presente memoria, el controlador 312 puede ser capaz de interactuar con uno o más RTD 302a-d a través de un circuito de medición 310. En algunos de tales ejemplos, el controlador 312 puede determinar, a través del circuito de medición 310, una medición de la temperatura del RTD 302a-d. Dado que la resistencia de un RTD depende de temperatura de este, en algunos ejemplos, el controlador 312 puede configurarse para determinar la resistencia del RTD 302a-d y determinar la temperatura a partir de esta. En la modalidad ilustrada, el circuito de medición 310 comprende una fuente de corriente 330 (por ejemplo, una fuente de corriente de precisión) capaz de proporcionar una corriente deseada a través de uno o más de los RTD 302a-d a tierra 340. En tal modalidad, una medición del voltaje a través del RTD 302a-d se puede combinar con la corriente de precisión conocida que fluye

a través de este para calcular la resistencia y, por tanto, la temperatura, del RTD 302a-d. En algunos ejemplos, la corriente proporcionada a los RTD desde la fuente de corriente 330 es suficientemente pequeña (por ejemplo, en el intervalo de microamperios) de modo que la corriente que fluye a través del RTD no cambie sustancialmente la temperatura del RTD.

En configuraciones que incluyen una pluralidad de los RTD 302a-d, el controlador 312 puede interactuar con cada uno de los RTD 302a-d de diversas formas. En la modalidad ilustrativa de la Figura 3, el circuito de medición 310 comprende un multiplexor 320 en comunicación con el controlador 312, la fuente de corriente 330 y los RTD 302a-d. El controlador 312 puede hacer operar el multiplexor 320 de modo que, cuando se desee una medición del voltaje a través de uno de los RTD (por ejemplo, 302a), el multiplexor 320 dirija la corriente desde la fuente de corriente 330 a través del RTD deseado (por ejemplo, 302a). Como se muestra, el multiplexor 320 ilustrativo de la Figura 3 incluye los canales A, B, C y D en comunicación con los RTD 302a, 302b, 302c y 302d, respectivamente. Por lo tanto, cuando se mide la temperatura de uno en particular de los RTD 302a-d, el controlador 312 puede hacer que se suministre corriente desde la fuente de corriente 330 y a través del canal apropiado del multiplexor 320 y a través del RTD 302a-d deseado a tierra 340 para provocar una caída de voltaje entre ellos.

Para medir la caída de voltaje en uno de la pluralidad de los RTD 302a-d deseado, el circuito de medición 310 incluye un demultiplexor 322 que tiene los canales entrecruzados A, B, C y D correspondientes a los RTD 302a, 302b, 302c y 302d, respectivamente. El controlador 312 puede dirigir el demultiplexor 322 para que transmita una señal desde cualquiera de los respectivos canales A-D en dependencia del RTD deseado. La salida del demultiplexor 322 puede dirigirse al controlador 312 para recibir la señal indicativa de la resistencia, y por lo tanto la temperatura, de un RTD deseado. Por ejemplo, en algunas modalidades, la salida del demultiplexor 322 no se conecta o tiene una alta impedancia a tierra. En consecuencia, la corriente que fluye a un RTD (por ejemplo, 302a) a través de un respectivo canal del multiplexor 320 (por ejemplo, el canal A) solo fluirá a través del RTD. El voltaje resultante a través del RTD (por ejemplo, 302a) estará presente de manera similar en el respectivo canal de entrada (por ejemplo, canal A) del demultiplexor 322, y puede salir del mismo para recibirlo por el controlador 312. En algunos ejemplos, en lugar de aplicarse directamente al controlador 312, el voltaje a través del RTD (por ejemplo, 302a) en la salida del demultiplexor 322 puede aplicarse a una primera entrada de un amplificador diferencial 334 para medir el voltaje. El amplificador 334 puede usarse, por ejemplo, para comparar el voltaje en la salida del demultiplexor 322 con un voltaje de referencia antes de enviar la amplificación resultante al controlador 312. Por lo tanto, como se describe en la presente memoria, una salida de señal del demultiplexor 322 para recibirse por el controlador 312 puede, pero no necesita recibirse directamente por el controlador 312. Más bien, en algunas modalidades, el controlador 312 puede recibir una señal con base en la señal en la salida del demultiplexor 322, tal como una señal de salida del amplificador 334 con base en la señal de salida del demultiplexor 322.

En algunos ejemplos, el circuito de medición 310 puede incluir una resistencia de referencia 308 en línea entre una segunda fuente de corriente 332 y tierra 340. La fuente de corriente 332 puede proporcionar una corriente conocida constante a través de la resistencia de referencia 308 de una resistencia conocida a tierra, lo que provoca una caída de voltaje constante a través de la resistencia de referencia 308. El voltaje constante puede calcularse con base en la corriente conocida de la fuente de corriente 332 y la resistencia conocida de la resistencia de referencia 308. En algunos ejemplos, la resistencia de referencia 308 está ubicada en un cabezal sensor cerca de los RTD 302a-d y está cableada de manera similar a los RTD 302a-d. En algunas de estas modalidades, cualquier caída de voltaje desconocida debido a una resistencia desconocida de los cables es para la resistencia de referencia 308 y cualquier RTD 302a-d es aproximadamente igual. En el ejemplo ilustrado, la resistencia de referencia 308 se acopla en un lado a tierra 340 y en el otro lado a una segunda entrada del amplificador diferencial 334. Por lo tanto, la fuente de corriente 332 en combinación con la resistencia de referencia 308 puede actuar para proporcionar un voltaje constante y conocido a la segunda entrada del amplificador diferencial 334 (por ejemplo, debido a la resistencia de referencia 308, más el voltaje variable debido al cableado). Por lo tanto, en algunos de estos ejemplos, la salida del amplificador diferencial 334 no se ve afectada por la resistencia del cableado y puede alimentarse al controlador 312.

Como se muestra en la modalidad ilustrada y se describe en la presente memoria, el amplificador diferencial 334 puede recibir el voltaje a través del RTD (por ejemplo, 302a) desde la salida del demultiplexor 322 en una entrada y el voltaje de referencia a través de la resistencia de referencia 308 en su otra entrada. En consecuencia, la salida del amplificador diferencial 334 es indicativa de la diferencia de voltaje entre la caída de voltaje a través del RTD y la caída de voltaje conocida a través de la resistencia de referencia 308. La salida del amplificador diferencial 334 puede recibirse por el controlador 312 para determinar finalmente la temperatura del RTD (por ejemplo, 302a). Se apreciará que, aunque se muestra un circuito de medición ilustrativo en la Figura 3, la medición de la temperatura del RTD podría realizarse de diversas formas sin apartarse del alcance de esta descripción. Por ejemplo, la caída de voltaje a través del RTD podría recibirse directamente por el controlador 312 como una señal de entrada analógica. Adicional o alternativamente, puede usarse un tiempo de relajación de un circuito RC que tiene una capacitancia conocida, C, y una resistencia, R, que es la resistencia del RTD, para determinar la resistencia del RTD. En algunos de estos ejemplos, dicha medición puede eliminar cualquier efecto de resistencia de cualquier cable sin usar una referencia (por ejemplo, la resistencia de referencia 308).

En algunas modalidades, el controlador 312 puede operar el multiplexor 320 y el demultiplexor 322 de forma coordinada, de manera que se sepa cuál de los RTD se está analizando. Por ejemplo, con respecto al ejemplo

ilustrativo de la Figura 3, el controlador 312 puede operar el multiplexor 320 y el demultiplexor 322 en el canal A de manera que la corriente de la fuente de corriente 330 fluya a través del mismo RTD 302a que está en comunicación con el amplificador diferencial 334 a través del demultiplexor 322.

En una configuración ilustrativa como la que se muestra en la Figura 3, donde una pluralidad de los RTD 302a-d están en comunicación con diferentes canales del multiplexor 320 y el demultiplexor 322, el controlador 312 puede actuar para cambiar los canales operativos del multiplexor 320 y el demultiplexor 322 para realizar mediciones de temperatura de cada uno de los RTD 302a-d. Por ejemplo, en una modalidad ilustrativa, el controlador puede discurrir a través de los canales del multiplexor 320 y el demultiplexor 322 respectivos para realizar mediciones de temperatura de cada uno de los RTD 302a-d respectivos.

Como se describe en otra parte de la presente memoria, en algunos ejemplos, el controlador 312 puede controlar la operación de calentamiento de uno o más RTD. En algunas de tales modalidades, el controlador 312 deja de calentar un RTD antes de medir la temperatura del RTD a través del multiplexor 320 y el demultiplexor 322. De manera similar, cuando se calienta un RTD a través del circuito de calentamiento 314, el controlador 312 puede apagar el canal o los canales que se asocian con ese RTD en el multiplexor 320 y el demultiplexor 322. En algunas modalidades, para cada RTD individual, el controlador 312 puede usar el circuito de calentamiento 314 y el circuito de medición 310 (que incluye el multiplexor 320 y el demultiplexor 322) para cambiar entre distintos modos de operación de calentamiento y medición.

La Figura 4 es un diagrama esquemático que muestra la operación de una pluralidad de los RTD en un modo de operación de calentamiento. Como se muestra, cada uno de una pluralidad de RTD 402a-c está en comunicación con una fuente de energía 414a-c respectiva. Como se describe con referencia a la Figura 3, en algunos ejemplos, cada RTD 402a-c no se ve afectado por ningún componente del circuito de medición mientras opera en el modo de calentamiento. Por tanto, cada RTD 402a-c puede calentarse individual e independientemente a través de fuentes de energía 414a-c. Si bien se muestran como fuentes de alimentación de CC en la modalidad de la Figura 4, se apreciará que puede usarse cualquiera de una variedad de fuentes de alimentación ajustables. En algunos ejemplos, la fuente de alimentación 414a-c comprende una señal PWM filtrada y suavizada para proporcionar una señal sustancialmente de CC. Si bien se muestran como fuentes de alimentación separadas 414a-c, en algunas modalidades, puede usarse un solo componente para proporcionar de forma independiente potencia ajustable a cada RTD 402a-c.

La Figura 5 es un diagrama esquemático que muestra la operación de uno de los RTD en un modo de operación de medición. En la modalidad ilustrada, una fuente de corriente 530 se configura para proporcionar un flujo de corriente constante a través del RTD 502 a tierra 540. La caída de voltaje a través del RTD 502 se aplica a una primera entrada de un amplificador 534. Una fuente de corriente 532 se configura para proporcionar un flujo de corriente constante a través de una resistencia de referencia 508 a tierra 540. Como se describe en otra parte de la presente memoria, la corriente conocida de la fuente de corriente 532 y la resistencia conocida de la resistencia de referencia 508 pueden usarse para determinar la caída de voltaje a través de la resistencia de referencia 508, que se aplica en una segunda entrada del amplificador 534. La salida 550 del amplificador 534 puede proporcionar información con respecto a la diferencia entre la caída de voltaje conocida a través de la resistencia de referencia 508 y la caída de voltaje a través del RTD 502, que puede usarse para determinar la caída de voltaje a través del RTD 502. La caída de voltaje determinada a través del RTD 502 puede usarse con la corriente conocida de la fuente de corriente 530 para determinar la resistencia, y por lo tanto la temperatura, del RTD 502. Aunque no se muestra en la modalidad de la Figura 5, en algunos casos, el RTD 502 es un único RTD seleccionado de una matriz de RTD, por ejemplo, mediante la operación de un multiplexor y demultiplexor como se muestra en la Figura 3.

Con referencia nuevamente a la Figura 1, puede disponerse una pluralidad de los RTD 102a-d en la trayectoria del flujo de un fluido de proceso en un sistema de flujo de fluido. En algunos casos, el fluido de proceso puede incluir constituyentes que forman depósitos (por ejemplo, incrustaciones, biopelículas, etc.) en varios componentes del sistema de flujo de fluido, como las paredes de la trayectoria del flujo 106, sensores, instrumentos de proceso (por ejemplo, un dispositivo de uso 105 hacia el que fluye el fluido del proceso) y similares. En algunos ejemplos, los depósitos que se forman en los RTD 102a-d en la trayectoria del flujo de fluido pueden actuar como una capa aislante entre el RTD y el fluido del proceso, lo que puede afectar el comportamiento térmico de los RTD.

En consecuencia, en algunos ejemplos, la observación del comportamiento térmico de uno o más RTD en la trayectoria del flujo de fluido puede proporcionar información con respecto al nivel de depósito presente en los RTD (por ejemplo, 102a-d). Las Figuras 6A-6D ilustran un comportamiento térmico ilustrativo de un RTD que puede usarse para caracterizar el nivel de depósito en el RTD.

La Figura 6A muestra un gráfico de temperatura y corriente en función del tiempo. En el ejemplo ilustrado, se aplica una alta corriente a un RTD (por ejemplo, una corriente de CC suavizada que se aplica al RTD 302a a través del canal A del circuito de calentamiento 314 de la Figura 3). La corriente aplicada calienta el RTD a una temperatura elevada. En el tiempo t_0 , la corriente se reduce y la temperatura del RTD comienza a descender. En el ejemplo ilustrado, se muestra el perfil de temperatura de RTD limpios (línea continua) y sucios (línea discontinua). Aunque cada RTD se calienta a una temperatura alta (no necesariamente la misma temperatura), el RTD limpio se enfría más rápidamente que el RTD sucio (revestido), ya que el depósito en el RTD sucio proporciona aislamiento térmico entre el RTD y el

fluido del proceso. En algunas modalidades, el perfil de caída de la temperatura puede analizarse para determinar la cantidad de depósito presente en el RTD.

Con referencia a la Figura 2, el controlador 212 puede calentar el RTD 202 a través del circuito de calentamiento 214. En algunos ejemplos, el controlador 212 puede cambiar periódicamente al modo de medición para medir la temperatura del RTD 202 a través del circuito de medición 210. En el tiempo t_0 , el controlador 212 deja de aplicar potencia al RTD 202 a través del circuito de calentamiento 214 y cambia al modo de medición para monitorear la temperatura del RTD 202 a través del circuito de medición 210 a medida que la temperatura decae debido al fluido del proceso. El perfil de caída de la temperatura del RTD 202 puede monitorearse por el controlador 212 a través del circuito de medición 210. En algunos ejemplos, el controlador 212 se configura para analizar el perfil de caída de temperatura para determinar el nivel de depósito en el RTD 202. Por ejemplo, el controlador 212 puede ajustar el perfil de caída a una función tal como una función exponencial que tenga una constante de tiempo. En algunos de estos ejemplos, los parámetros de ajuste pueden usarse para determinar el nivel de depósito.

En una modalidad ilustrativa, el perfil de caída de temperatura a lo largo del tiempo puede ajustarse a una función exponencial doble. Por ejemplo, en algunos casos, una primera parte del modelo de caída exponencial doble puede representar el cambio de temperatura debido al fluido del proceso que fluye a través del sistema de flujo. Una segunda parte del modelo de caída exponencial doble puede representar la conductividad de temperatura de un RTD calentado a otros componentes, tales como cables, un portamuestras (por ejemplo, 104 en la Figura 1) u otros componentes. En algunas de tales modalidades, las funciones de ajuste exponencial doble pueden representar independientemente ambas fuentes de conducción de temperatura en la misma función, y pueden ponderarse para reflejar la cantidad relativa y el tiempo de tales cambios de temperatura. En algunos de estos ejemplos, un parámetro de ajuste en la primera parte del modelo de caída exponencial doble es representativo del nivel de depósito en la superficie de un RTD que interactúa con el fluido. Por lo tanto, en algunas de tales modalidades, la segunda parte de la exponencial no contribuye al nivel de depósito caracterizado. Se apreciará que pueden usarse otras funciones de ajuste además o alternativamente a dicha función exponencial doble.

En algunos casos, el uso de ciertas funciones de ajuste para caracterizar el depósito puede sesgarse si se permite que el RTD alcance el equilibrio con el fluido del proceso, después de lo cual deja de cambiar de temperatura. En consecuencia, en varias modalidades, el controlador 212 se configura para reanudar el calentamiento del RTD antes de que el RTD alcance el equilibrio térmico y/o para dejar de asociar los datos de temperatura recopilados con el perfil de caída térmica del RTD antes de que el RTD alcance el equilibrio con el fluido del proceso. Al hacerlo, se evita que los datos no decaídos alteren indeseablemente el análisis del perfil de decaimiento térmico del RTD. En otras modalidades, la función de ajuste puede tener en cuenta el equilibrio de la temperatura RTD y la temperatura del fluido del proceso sin sesgar la función de ajuste. En alguna de tales modalidades, el tipo de función de ajuste y/o los factores de ponderación en la función de ajuste pueden usarse para tener en cuenta tal equilibrio de temperatura.

En algunas modalidades, la diferencia en los perfiles de caída entre los RTD limpios y sucios puede usarse para determinar el nivel de depósito en el RTD sucio. El perfil de caída del RTD limpio puede recuperarse de la memoria o determinarse a partir de un RTD que se sepa que está libre de depósitos. En algunos casos, un parámetro de ajuste, como una constante de tiempo, puede ser independiente de la temperatura. Por lo tanto, en algunas de tales modalidades, no es necesario que el RTD limpio y sucio se eleve a la misma temperatura para comparar aspectos de sus perfiles de caída térmica.

La Figura 6B muestra un gráfico de temperatura en función del tiempo. Según la presente invención, un RTD se calienta desde una condición de estado estable (por ejemplo, equilibrio térmico con el fluido del proceso) mientras se monitorea la temperatura. A diferencia del monitoreo de temperatura de la Figura 6A, en la que la temperatura puede monitorearse continuamente ya que la temperatura disminuye desde una temperatura elevada, el monitoreo de la temperatura del RTD mientras se aumenta la temperatura como en la Figura 6B requiere calentamiento del RTD. Según la presente invención, con el fin de lograr un gráfico como el que se muestra en la Figura 6B, el RTD puede cambiarse rápidamente del modo de calentamiento al modo de medición y de regreso al modo de calentamiento para lograr una medición de temperatura casi instantánea mientras que la temperatura del RTD no cambia significativamente debido al fluido del proceso. En tal procedimiento, la temperatura del RTD puede elevarse a través del circuito de calentamiento y muestrearse periódicamente a través del circuito de medición para determinar un perfil de calentamiento del RTD a lo largo del tiempo.

Similar a la Figura 6A que se discutió anteriormente, el gráfico de la Figura 6B incluye dos curvas - una representativa de un RTD limpio (línea continua) y una representativa de un RTD sucio (línea discontinua). Como se muestra, el RTD sucio aumenta de temperatura mucho más rápidamente que el RTD limpio, ya que el depósito en el RTD sucio aísla el RTD de los efectos de enfriamiento del fluido del proceso. Por lo tanto, en algunos ejemplos, el perfil de calentamiento del RTD puede usarse para determinar un nivel de depósito en el RTD, por ejemplo, al ajustar el perfil de calentamiento a una función.

En algunos ejemplos que no forman parte de la invención, en lugar de observar las propiedades con respecto al cambio de temperatura del RTD, puede elevarse un RTD a una temperatura de operación fija. La Figura 6C muestra un gráfico de la potencia requerida para mantener un RTD a una temperatura constante a lo largo del tiempo. Como se muestra,

la potencia requerida para mantener un RTD limpio (línea continua) a una temperatura constante permanece relativamente constante a lo largo del tiempo, a medida que el RTD y el fluido del proceso alcanzan una condición de equilibrio. Sin embargo, si se forman depósitos en el RTD con el tiempo (como se muestra en la línea discontinua que representa un RTD sucio), las propiedades aislantes del depósito protegen al RTD de los efectos de enfriamiento del fluido del proceso. Por lo tanto, a medida que se forma el depósito con el tiempo, se requiere aplicar menos potencia al RTD para mantener una temperatura constante.

Con referencia a la Figura 3, en algunas modalidades, el controlador 312 se configura para calentar un RTD (por ejemplo, 302a) a través del circuito de calentamiento 314. El controlador 312 puede medir periódicamente la temperatura del RTD (por ejemplo, 302a) a través del circuito de medición 310 como una forma de proporcionar retroalimentación para la operación del circuito de calentamiento 314. Es decir, el controlador 312 puede determinar la temperatura del RTD (por ejemplo, 302a) a través del circuito de medición y ajustar la potencia que se aplica al RTD (por ejemplo, 302a) a través del circuito de calentamiento 314 en consecuencia para lograr y mantener una temperatura deseada en el RTD. En algunas de tales modalidades, el controlador cambia entre el modo de calentamiento y el modo de medición y retrocede rápidamente de manera que la temperatura del RTD no cambie significativamente mientras se mide la temperatura. En varios ejemplos, el controlador 312 puede determinar cuánta potencia se aplica al RTD (por ejemplo, 302a), por ejemplo, mediante una magnitud, ciclo de trabajo u otro parámetro que se aplica desde uno o más componentes del circuito de calentamiento 314 (por ejemplo, el módulo PWM 316 y/o la etapa de amplificación 318) que se controlan por el controlador 312.

En algunos ejemplos, la cantidad de potencia que se requiere para mantener el RTD a una temperatura fija se compara con la potencia que se requiere para mantener un RTD limpio a la temperatura fija. La comparación puede usarse para determinar el nivel de depósito en el RTD. Adicional o alternativamente, el perfil de la potencia que se requiere para mantener el RTD a la temperatura fija a lo largo del tiempo puede usarse para determinar el nivel de depósito en el RTD. Por ejemplo, la velocidad de cambio en la potencia que se requiere para mantener el RTD a la temperatura fija puede ser indicativa de la velocidad de deposición del depósito, que puede usarse para determinar el nivel de un depósito después de un cierto período de tiempo.

En otra modalidad, un RTD puede operarse en el modo de calentamiento al aplicar una cantidad constante de potencia al RTD a través del circuito de calentamiento y al observar la temperatura resultante del RTD. Por ejemplo, durante la operación ilustrativa, el controlador puede proporcionar una potencia constante a un RTD a través del circuito de calentamiento y medir periódicamente la temperatura del RTD a través del circuito de medición. El cambio del modo de calentamiento (al aplicar la potencia constante) al modo de medición (para medir la temperatura) y de regreso al modo de calentamiento (al aplicar la potencia constante) puede realizarse rápidamente de manera que la temperatura del RTD no cambie significativamente durante la medición de temperatura.

La Figura 6D es un gráfico de temperatura en función del tiempo de un RTD al que se aplica una potencia constante a través de un circuito de calentamiento. En el caso de un RTD limpio (línea continua), la temperatura resultante de la potencia constante aplicada es aproximadamente constante en el tiempo. Sin embargo, la temperatura de un RTD sucio (línea discontinua) aumenta con el tiempo. Como se describe en otra parte de la presente memoria, a medida que se forman depósitos en el RTD, los depósitos aíslan el RTD de los efectos de enfriamiento del fluido del proceso. En general, un depósito más grueso dará como resultado mayores propiedades aislantes y, por lo tanto, una mayor temperatura que se logra al aplicar la misma potencia al RTD.

En algunas modalidades, la diferencia de temperatura entre un RTD limpio y un RTD bajo prueba cuando se aplica una potencia constante a cada uno puede usarse para determinar el nivel de depósito en el RTD bajo prueba. Adicional o alternativamente, la velocidad de aumento de temperatura con base en una potencia aplicada constante puede proporcionar información sobre la velocidad de deposición de un depósito en un RTD, que puede usarse para determinar un nivel de depósito en el RTD.

Con referencia a las Figuras 6A-6D, se han descrito varios procesos para caracterizar un depósito en un RTD. Tales procesos generalmente implican calentar el RTD a través de un circuito de calentamiento y medir la temperatura del RTD a través de un circuito de medición. Los cambios en el comportamiento térmico del RTD (por ejemplo, perfil de aumento o de caída de temperatura, la potencia aplicada que se requiere para alcanzar una temperatura predeterminada, la temperatura que se alcanza a una potencia aplicada predeterminada) proporcionan evidencia de la formación de un depósito en el RTD. En algunos ejemplos, estos cambios pueden usarse para determinar un nivel de depósito en el RTD.

En varias modalidades, un controlador puede configurarse para interactuar con un circuito de calentamiento y un circuito de medición para realizar uno o más de tales procesos para observar o detectar cualquier deposición de un fluido de proceso sobre un RTD. En una implementación ilustrativa con referencia a las Figuras 1 y 2, un RTD (por ejemplo, 102a) puede elevarse a la temperatura de operación de un dispositivo de uso 105 mediante un circuito de calentamiento (por ejemplo, 214). Dado que la deposición de constituyentes de un fluido de proceso a menudo depende de la temperatura, la elevación de la temperatura del RTD a la temperatura de operación del dispositivo de uso puede simular la superficie del dispositivo de uso en el RTD. En consecuencia, los depósitos detectados en el RTD pueden usarse para estimar los depósitos en el dispositivo de uso.

En algunos ejemplos, el dispositivo de uso se vuelve menos funcional cuando hay depósitos. Por ejemplo, en un sistema intercambiador de calor en donde el dispositivo de uso comprende una superficie de intercambio de calor, los depósitos que se forman en la superficie de intercambio de calor pueden afectar negativamente la capacidad de la superficie de intercambio de calor para transferir calor. En consecuencia, suficientes depósitos que se detectan en el RTD pueden alertar a un operador del sistema de posibles depósitos en la superficie de intercambio de calor, y pueden tomarse acciones correctivas (por ejemplo, limpiar la superficie de intercambio de calor). Sin embargo, incluso si el RTD que simula el dispositivo de uso permite que un operador del sistema detecte la presencia de un depósito en el dispositivo de uso, abordar el depósito detectado (por ejemplo, limpieza, etc.) puede requerir un costoso tiempo de inactividad del sistema y mantenimiento, ya que la deposición ya ocurrió. Además, o alternativamente, en algunos casos, varios depósitos pueden no limpiarse bien incluso si se eliminan para un proceso de limpieza, posiblemente haciendo que el dispositivo de uso sea menos efectivo.

Por consiguiente, en algunas modalidades, una pluralidad de los RTD (por ejemplo, 102a-d) puede disponerse en una trayectoria del flujo de fluido única (por ejemplo, 106) y se usa para caracterizar el estado del fluido de proceso y/o el sistema de flujo de fluido (por ejemplo, 100). Con referencia a la Figura 1, en una implementación ilustrativa, el dispositivo de uso 105 del sistema de flujo de fluido 100 opera típicamente a temperatura de operación T_0 . Los RTD 102a-d pueden elevarse a temperaturas más propensas a impulsar la deposición de un depósito del fluido del proceso que T_0 . Por ejemplo, varios fluidos de proceso pueden incluir constituyentes tales como sulfatos, carbonatos y/o silicatos de calcio y/o magnesio, y/u otros componentes que pueden depositarse del fluido de proceso. Algunos de estos fluidos de proceso son más propensos a producir depósitos en superficies de temperatura más alta en comparación con temperaturas más bajas. En algunos de tales ejemplos, uno o más de la pluralidad de los RTD 102a-d se elevan a una temperatura más alta que la temperatura de operación típica del dispositivo de uso 105 para inducir depósitos en los RTD y caracterizar los depósitos que se forman en los RTD. Esto también puede representar un “caso más desfavorable” para la operación del dispositivo de uso 105 cuando la formación de depósitos es más probable de lo habitual, tal como a una temperatura inusualmente alta.

Por ejemplo, con referencia a la Figura 3, en una modalidad ilustrativa, cada uno de los RTD 302a-d se calienta a una temperatura de caracterización elevada diferente a través de los canales A-D, respectivamente, del circuito de calentamiento 314. En la modalidad ilustrativa, la temperatura de caracterización de cada uno de los RTD 302a-d está por encima de una temperatura de operación típica de un dispositivo de uso del sistema de flujo de fluido. En algunos de tales ejemplos, el controlador 312 controla el circuito de calentamiento 314 para mantener los RTD 302a-d en sus respectivas temperaturas de caracterización elevadas. El controlador 312 puede cambiar periódicamente para operar los RTD 302a-d en un modo de medición a través del circuito de medición 310 (por ejemplo, mediante el uso del multiplexor 320 y el demultiplexor 322 y fuentes de corriente 330, 332) para asegurar que los RTD 302a-d se eleven a la temperatura de caracterización deseada.

Durante el funcionamiento, después de mantener los RTD 302a-d en sus temperaturas de caracterización respectivas, el controlador 312 puede configurarse para realizar un proceso de caracterización de depósitos como los descritos anteriormente con respecto a cualquiera de las Figuras 6A-D. Por ejemplo, el controlador 312 puede, después de hacer operar un RTD en el modo de calentamiento para mantener una temperatura elevada, cambiar periódicamente entre el modo de calentamiento y el modo de medición, y observar cambios en el comportamiento térmico del RTD. Como se describe con respecto a las Figuras 6A-D, el cambio periódico entre el modo de calentamiento y el modo de medición puede realizarse de diversas formas.

Por ejemplo, tal conmutación puede incluir cambiar a un modo de medición durante un período de tiempo para observar la caída de temperatura del RTD (por ejemplo, como en la Figura 6A) antes de calentar nuevamente. Los cambios en el comportamiento térmico del RTD pueden incluir un cambio en la constante de tiempo demostrado por la caída de la temperatura. Alternativamente, cambiar periódicamente entre el modo de calentamiento y el modo de medición puede incluir aumentar la temperatura del RTD mientras se cambia rápidamente al modo de medición para muestrear la temperatura del RTD y volver al modo de calentamiento para continuar calentando (por ejemplo, como en la Figura 6B). De manera similar, los cambios en el comportamiento térmico del RTD pueden incluir cambios en una constante de tiempo demostrada en el perfil de aumento de temperatura.

En otro ejemplo más, cambiar periódicamente entre el modo de calentamiento y el modo de medición puede incluir calentar el RTD para mantener el RTD a una temperatura constante mientras se cambia periódicamente al modo de medición para confirmar que se mantiene la temperatura constante (por ejemplo, como se ilustra en la Figura 6C). En tal modalidad, los cambios en el comportamiento térmico del RTD pueden incluir cambios en la cantidad de potencia que se aplica por el circuito de calentamiento para mantener la temperatura del RTD a temperatura constante. Alternativamente, cambiar periódicamente entre el modo de calentamiento y el modo de medición puede incluir calentar el RTD mediante el uso de una potencia que se aplica constante mientras se muestrea periódicamente la temperatura del RTD en el modo de medición (por ejemplo, como se ilustra en la Figura 6D). En tal modalidad, los cambios en el comportamiento térmico del RTD pueden incluir cambios en la temperatura que se alcanza por el RTD debido a la cantidad constante de potencia aplicada.

Como se discutió en otra parte de la presente memoria, la observación de tales cambios en el comportamiento térmico de un RTD puede ser indicativo de, y usarse para determinar, un nivel de depósito en el RTD. Por tanto, en algunos

ejemplos, el controlador 312 puede realizar cualquiera de tales procesos en la pluralidad de RTD 302a-d que se han elevado a diferentes temperaturas para caracterizar el nivel de depósito en cada uno de los RTD 302a-d. En algunos de tales ejemplos, el controlador 312 caracteriza el nivel de depósito en cada uno de los RTD 302a-d individualmente a través de los canales A-D correspondientes en el multiplexor 320 y el demultiplexor 322.

El controlador 312 puede configurarse para asociar el nivel de depósito de cada RTD con su temperatura de caracterización correspondiente. Es decir, el controlador 312 puede determinar un nivel de depósito en cada uno de los RTD 302a-d y asociar el nivel de depósito con la temperatura de caracterización inicial de cada uno de los RTD 302a-d respectivos. Los niveles de depósito asociados y las temperaturas de operación se pueden utilizar para caracterizar una dependencia de la temperatura de la deposición en las superficies en el sistema de flujo de fluido. Si la temperatura de operación típica del dispositivo de uso (por ejemplo, una superficie de intercambio de calor) es más baja que las temperaturas de caracterización de los RTD 302a-d, y los depósitos se impulsan por una temperatura mayor, el dispositivo de uso tenderá a tener menos depósitos que los RTD 302a-d. Así mismo, la dependencia de la temperatura de la deposición caracterizada por la operación RTD se puede utilizar para inferir la probabilidad de que se formen depósitos en el dispositivo de uso.

Adicional o alternativamente, la observación periódica de las deposiciones en los diversos RTD que operan a diferentes temperaturas de caracterización puede proporcionar información sobre aumentos o disminuciones generales en la aparición de deposiciones. Tales cambios en las características de deposición del fluido de proceso pueden deberse a una variedad de factores que afectan el sistema de flujo de fluido, como un cambio en la temperatura o concentración de constituyentes en el fluido de proceso.

En una operación ilustrativa, un aumento en la deposición y/o la velocidad de deposición que se detecta a partir de los RTD de caracterización puede ser indicativo de una condición de depósito para el dispositivo de uso, en la que es más probable que se formen depósitos en el dispositivo de uso durante la operación normal. La detección de una condición de depósito puede iniciar un análisis posterior para determinar la causa del aumento de la deposición, como medir uno o más parámetros del fluido del proceso. En algunos casos, esto puede realizarse automáticamente, por ejemplo, por el controlador.

Adicional o alternativamente, pueden ajustarse uno o más parámetros del fluido de proceso para reducir los depósitos depositados del fluido de proceso en el sistema de flujo de fluido y/o para eliminar los depósitos que ya se han acumulado. Por ejemplo, un aumento detectado en la deposición puede hacer que se libere un ácido u otro producto químico de limpieza para intentar eliminar el depósito. Según la invención, se agrega un biocida (por ejemplo, lejía) al fluido del proceso para reducir la probabilidad de una mayor deposición.

En algunos ejemplos, un aumento en la deposición (por ejemplo, incrustaciones) con el tiempo puede deberse a la ausencia o reducción de un constituyente de fluido de proceso típico (por ejemplo, un inhibidor de incrustaciones y/o un dispersante de incrustaciones), por ejemplo, debido al mal funcionamiento del equipo o agotamiento de un producto químico. La reintroducción del constituyente en el fluido del proceso puede actuar para reducir la cantidad de deposición del fluido del proceso en el sistema de flujo de fluido. Adicional o alternativamente, pueden medirse varias propiedades del fluido que pueden afectar la probabilidad de formación de depósitos mediante uno o más sensores (por ejemplo, 111) en el sistema de flujo de fluido, tales como temperatura de operación del fluido, pH, alcalinidad y similares. El ajuste de dichos factores puede ayudar a reducir la cantidad y/o la probabilidad de deposición.

En varias modalidades, puede tomarse cualquier número de etapas en respuesta para abordar un aumento en la deposición detectada u otras tendencias de deposición observadas. En algunas modalidades, el controlador se configura para alertar a un usuario de cambios o tendencias en los depósitos. Por ejemplo, en varias modalidades, el controlador puede alertar a un usuario si las velocidades de depósito, los niveles y/o los cambios en los mismos cumplen con ciertos criterios. En algunos de estos ejemplos, los criterios pueden depender de la temperatura (por ejemplo, un nivel de depósito o velocidad que se produce en un RTD con una determinada temperatura de caracterización) o independientes de la temperatura. Adicional o alternativamente, el controlador puede alertar al usuario si determinadas propiedades del fluido de proceso satisfacen ciertos criterios, como una concentración demasiado baja o demasiado alta de un constituyente del fluido (por ejemplo, que aumenta o disminuye la probabilidad de depósitos) y/o varias propiedades de los fluidos que pueden afectar la cantidad y/o probabilidad de deposición.

En algunos de estos ejemplos, se alerta al usuario cuando el sistema tiende potencialmente hacia un entorno donde pueden comenzar a formarse depósitos en el dispositivo de uso de manera que puedan tomarse acciones correctivas y/o preventivas antes de que se formen depósitos significativos en el dispositivo de uso. En algunos ejemplos, una alerta para un usuario puede incluir información adicional, como información sobre las propiedades del fluido de proceso que fluye a través del sistema, para ayudar mejor al usuario a tomar las acciones adecuadas. Adicional o alternativamente, en algunas modalidades, el controlador puede configurarse para interactuar con otros equipos (por ejemplo, bombas, válvulas, etc.) para realizar tal acción automáticamente.

En algunos sistemas, ciertos depósitos se vuelven más probables a medida que aumenta la temperatura de la superficie del depósito. Por lo tanto, en algunas modalidades, los RTD (por ejemplo, 302a-d) pueden calentarse a temperaturas superiores a las temperaturas de operación típicas de un dispositivo de uso para inducir y monitorear

intencionalmente depósitos del fluido de proceso que pueden ayudar a determinar situaciones en las que el dispositivo de uso está en riesgo de depósitos no deseados. En algunas de estas modalidades, la observación de las características de deposición en uno o más RTD que operan a una temperatura más alta que la temperatura típica del dispositivo de uso puede usarse para determinar tendencias de deposición o eventos a cierta temperatura de superficie mientras se minimiza el riesgo de deposición real en el dispositivo de uso. En algunos casos, elevar diferentes RTD a diferentes temperaturas proporciona al controlador con información respecto a la dependencia de la temperatura de la formación de depósitos en el sistema de flujo de fluido, y puede usarse además para caracterizar la formación de depósitos en el sistema de flujo de fluido.

Después de una caracterización repetida o prolongada en la que los RTD se calientan para inducir depósitos, los RTD pueden eventualmente volverse demasiado recubiertos para una caracterización eficaz. En algunas de tales modalidades, la pluralidad de los RTD (por ejemplo, 102a-d) puede quitarse del sistema y limpiar o reemplazar sin desestabilizar la operación del sistema o dispositivo de uso. Por ejemplo, con referencia a la Figura 1, los RTD 102a-d se pueden montar en un portamuestras 104 que se puede extraer fácilmente del sistema 100 para dar mantenimiento a los RTD 102a-d. Por tanto, en algunas modalidades, la limpieza o sustitución de los RTD de caracterización se puede realizar con un coste mucho menor y menos tiempo de inactividad que tener que dar mantenimiento al propio dispositivo de uso.

En algunos ejemplos, la probabilidad de que se formen depósitos dentro de un sistema de flujo de fluido puede considerarse un potencial de depósito del sistema. En varias modalidades, el potencial de depósito puede ser una función de la temperatura de la superficie de un objeto dentro del sistema de flujo de fluido. En otros ejemplos, el potencial de depósito puede estar asociado con un dispositivo de uso particular dentro del sistema. En algunos sistemas, el potencial de depósito puede usarse como una métrica para observar la probabilidad absoluta de que se formen depósitos dentro del sistema. Adicional o alternativamente, el potencial de depósito puede usarse como una métrica para observar cambios en las condiciones de depósito dentro del sistema de flujo de fluido. En algunos de estos ejemplos, el potencial de depósito absoluto no tiene por qué corresponder necesariamente a una condición de depósito, pero los cambios en el potencial de depósito pueden ser indicativos de una mayor probabilidad de una condición de depósito, por ejemplo.

La Figura 7 es un diagrama de flujo de proceso que ilustra un proceso según la presente invención para evaluar el potencial de depósito de un fluido de proceso sobre un dispositivo de uso en un sistema de flujo de fluido. El método incluye llevar uno o más RTD a una temperatura de caracterización única (760) y mantener el RTD a las temperaturas de caracterización para conducir los depósitos del fluido del proceso a los RTD (762). Esto se realiza al hacer operar el RTD en un modo de calentamiento mediante el uso de un circuito de calentamiento como se describe en otra parte de la presente memoria. En algunos ejemplos, al menos una de las temperaturas de caracterización es más alta que una temperatura de operación del dispositivo de uso. Se apreciará que llevar uno o más RTD a una temperatura de caracterización puede incluir hacer operar uno o más RTD en equilibrio térmico con el fluido del proceso que fluye a través del sistema de flujo de fluido. Es decir, la temperatura de caracterización para uno o más RTD puede ser aproximadamente la misma temperatura que el fluido de proceso que fluye a través del sistema de flujo de fluido.

El método incluye además cambiar periódicamente lo(s) RTD del modo de calentamiento a un modo de medición para medir la temperatura de lo(s) RTD (764) y observar cambios en el comportamiento térmico de lo(s) RTD (766). Esto puede incluir, por ejemplo, procesos como los descritos con respecto a las Figuras 6A-D. Los cambios observados pueden usarse para caracterizar un nivel de depósito del fluido de proceso en cada uno de los uno o más RTD (768). Esto puede incluir, por ejemplo, determinar una constante de tiempo para una función de ajuste de la caída de temperatura medida y observar cambios en la constante de tiempo en diferentes momentos de medición. Los cambios en la constante de tiempo pueden ser representativos de los depósitos que se forman en el RTD y alteran el comportamiento térmico del RTD. En algunos ejemplos, caracterizar el nivel de depósito puede incluir la comparación de perfiles de caída para RTD que operan a temperaturas de caracterización diferentes (por ejemplo, un RTD calentado y un RTD sin calentar).

Además del espesor del depósito, la caracterización adicional de los niveles de depósito puede incluir la determinación de un posible material depositado en el sistema. Comparando los perfiles de caída térmica para RTD calentados y no calentados o solo ligeramente calentados, puede determinarse la naturaleza del depósito. Por ejemplo, en algunos casos, los depósitos de sedimentación y/o biopelícula (por ejemplo, crecimiento microbiano) generalmente no se ven afectados por la temperatura de la superficie, mientras que los efectos de escala se potencian a temperaturas más altas. Por lo tanto, la dependencia de la temperatura de caracterización de los perfiles de caída térmica puede usarse para caracterizar el tipo de depósitos presentes en los RTD y dentro del sistema de flujo de fluido.

El método puede incluir además determinar si existe una condición de depósito en el dispositivo de uso. Esto puede incluir, por ejemplo, monitorear los niveles y/o velocidades de deposición en la pluralidad del(los) RTD a lo largo del tiempo para observar las tendencias de deposición. En algunos ejemplos, ciertas velocidades de deposición o aumentos en las velocidades de deposición pueden indicar una condición de depósito en la que es más probable que se formen depósitos en el dispositivo de uso. En algunos de estos ejemplos, los niveles de depósito, las velocidades de depósito y/o los cambios en los mismos en un RTD pueden analizarse en combinación con su temperatura de caracterización asociada para determinar si existe una condición de depósito. Adicional o alternativamente, el análisis

de la relación de tales datos (por ejemplo, niveles de depósito, velocidades de depósito y/o cambios en los mismos) con respecto a la temperatura (por ejemplo, en el(los) RTD que tiene(n) temperaturas de caracterización diferenciadas) puede usarse para detectar una condición de depósito.

En algunos ejemplos, los niveles de depósito monitoreados, las velocidades de depósito y/u otros datos como las propiedades del fluido (por ejemplo, temperatura, concentraciones de constituyentes, pH, etc.) pueden usarse para determinar un potencial de depósito del fluido del proceso en el dispositivo de uso. En varias modalidades, el potencial de depósito que alcanza un umbral predeterminado y/o cambia en una cantidad predeterminada puede usarse para detectar la presencia de una condición de depósito.

En el caso de una condición de depósito, el método incluye tomar una acción correctiva para abordar la condición de depósito (772). La acción correctiva puede incluir una variedad de acciones, como introducir o cambiar la dosis de uno o más productos químicos en el fluido del proceso, cambiar la temperatura del fluido del proceso, alertar a un usuario, ajustar el dispositivo de uso para el fluido del proceso (por ejemplo, una carga de calor en un intercambiador de calor), al aumentar la velocidad de purga y/u otras acciones que pueden afectar las características de deposición del fluido del proceso. En una modalidad ilustrativa, la caracterización de la deposición puede incluir determinar el material probablemente depositado, como incrustaciones, biopelículas o similares.

En algunas de tales modalidades, la acción correctiva (por ejemplo, 772) puede tomarse específicamente para abordar el material de depósito determinado. Por ejemplo, puede agregarse o aumentarse un inhibidor de incrustaciones debido a un evento de incrustaciones detectado. Según la invención, se agrega o aumenta un biocida. Según la invención, tales acciones correctivas las realiza automáticamente el sistema.

Adicionalmente, el sistema puede indicarle a un usuario que tome una acción correctiva para abordar la condición de depósito.

En algunas modalidades en las que el sistema de flujo de fluido puede recibir fluido de una pluralidad de fuentes de fluido (por ejemplo, fuentes de entrada seleccionables), la acción correctiva puede incluir cambiar la fuente de entrada de fluido al sistema. Por ejemplo, en una modalidad ilustrativa, un sistema de flujo de fluido puede recibir selectivamente un fluido de entrada de una fuente de agua dulce y de una corriente efluente de otro proceso. El sistema puede operar inicialmente al recibir fluido de proceso de la corriente efluente. Sin embargo, en el caso de una condición de depósito detectada o potencial, la fuente de fluido puede cambiarse a la fuente de agua dulce para reducir los posibles materiales de depósito presentes en el fluido de proceso. Cambiar la fuente de fluido puede incluir detener completamente el flujo de fluido de una fuente e iniciar el flujo de fluido de una fuente diferente. Adicional o alternativamente, las fuentes de conmutación pueden incluir una mezcla de la fuente original (por ejemplo, la corriente de efluente) y la(s) nueva(s) fuente(s) (por ejemplo, el agua dulce). Por ejemplo, en algunas modalidades, puede seleccionarse una mezcla deseada de fluido de diferentes fuentes de entrada (por ejemplo, 50 % de una fuente y 50 % de otra fuente).

En una implementación similar, en algunas modalidades, la acción correctiva puede incluir detener temporalmente el flujo de una sola fuente (por ejemplo, una fuente de efluente) y proporcionar un fluido de proceso de una fuente diferente (por ejemplo, agua dulce). La nueva fuente de fluido puede usarse temporalmente para eliminar los posibles depósitos del sistema antes de que se produzcan depósitos excesivos. En algunos ejemplos, una vez que dichos materiales se han eliminado del sistema (por ejemplo, a través de agua dulce), la fuente del fluido del proceso puede cambiarse a la fuente original (por ejemplo, la corriente efluente). En algunos ejemplos, puede eliminarse el fluido del sistema mientras se opera el dispositivo de uso en el sistema. En otros ejemplos, cuando se detectan ciertas condiciones y/o probabilidades de depósito (por ejemplo, se alcanza un cierto potencial de depósito), el flujo al dispositivo de uso puede detenerse y el fluido en el sistema puede dirigirse a un drenaje para eliminar el sistema de dicho fluido. A continuación, el sistema puede dirigir el fluido de regreso al dispositivo de uso desde una fuente de fluido o una combinación de las mismas.

En otra implementación más, como se describe en otra parte de la presente memoria, un fluido de entrada predeterminado puede ser el flujo combinado de fluido de cada una de una pluralidad de fuentes disponibles. En el caso de que se detecten condiciones de depósito, una o más de las fuentes de fluido pueden cerrarse desde el sistema (por ejemplo, mediante una válvula de cierre). En algunos ejemplos, los sistemas pueden incluir uno o más sensores auxiliares que se configuran para monitorear uno o más parámetros del fluido que fluye al sistema desde cada fuente de entrada, como un sensor de conductividad, sensor de concentración, sensor de turbidez o similares. Los datos de tales sensores auxiliares pueden usarse para determinar cuál de las fuentes de entrada está/están contribuyendo a la condición del depósito. Entonces puede evitarse que dichas fuentes de fluido contribuyan al fluido que fluye a través del sistema.

El bloqueo, conmutación y/o combinación de fuentes de entrada de fluido de proceso puede realizarse, por ejemplo, mediante una o más válvulas dispuestas entre la(s) fuente(s) y el sistema de flujo de fluido. En varias modalidades, las válvulas pueden controlarse manual y/o automáticamente para ajustar la(s) fuente(s) del fluido de entrada. Por ejemplo, en algunas modalidades, una condición de depósito detectada puede hacer que un controlador en comunicación con una o más de tales válvulas accione tales válvulas para ajustar la fuente de fluido que fluye hacia

el sistema. Alternativamente, el controlador puede indicar al usuario que debe realizarse una acción correctiva, y el usuario puede accionar dichas válvulas para ajustar la fuente de fluido al sistema.

Como se describe en otra parte de la presente memoria, una o más fuentes de entrada de fluido pueden incluir uno o más RTD dispuestos en las mismas. Tal(es) RTD puede(n) usarse para caracterizar las condiciones de depósito para cada una de la pluralidad de fuentes de fluidos individualmente. En consecuencia, si una fuente de fluido presenta una condición de depósito, una o más acciones correctivas pueden incluir realizar una acción para afectar el fluido que fluye hacia el sistema desde esa fuente (por ejemplo, ajustar un parámetro del fluido) y/o bloquear el fluido que fluye hacia el sistema (por ejemplo, a través de una válvula). En algunos ejemplos, cada fuente de fluido de entrada incluye uno o más de tales RTD de manera que cada fuente puede caracterizarse individualmente. En algunas de tales modalidades, pueden colocarse adicionalmente uno o más RTD en la trayectoria del flujo de fluido después de que el fluido de cada una de las fuentes de fluido se combine de manera que el fluido compuesto también pueda caracterizarse por separado de cada una de las fuentes individuales.

En general, tomar una o más acciones correctivas (por ejemplo, etapa 772) puede actuar para reducir la velocidad de deposición en el dispositivo de uso. Por lo tanto, en algunas de tales modalidades, la acción correctiva actúa como una acción preventiva para evitar que se formen depósitos indeseables en el dispositivo de uso. Esto puede prolongar la operatividad del dispositivo de uso mientras minimiza o elimina la necesidad de apagar el sistema para limpiar los depósitos del dispositivo de uso.

En algunas modalidades, la acción correctiva tomada y/o sugerida puede basarse en datos que se reciben de uno o más sensores adicionales (por ejemplo, 111). Por ejemplo, en algunas modalidades, la reducción de un inhibidor de incrustaciones (por ejemplo, detectado mediante un caudalímetro de introducción de inhibidor de incrustaciones y/o un medidor de concentración de inhibidores de incrustaciones) contribuye a una condición de depósito en el sistema. Por lo tanto, la acción correctiva puede incluir reponer un suministro de inhibidor de incrustaciones. De manera similar, en algunos ejemplos, la presencia de un exceso de material de depósito (por ejemplo, calcio detectado por un medidor de concentración) contribuye a una condición de depósito. La acción correctiva correspondiente puede incluir introducir o aumentar la cantidad de un inhibidor de incrustaciones en el sistema. Adicional o alternativamente, una acción correctiva puede incluir cambiar los niveles de fosfato en el fluido. Por ejemplo, los depósitos de fosfato que se acumulan en el sistema pueden reducir el flujo de un catalizador químico o de deposición de fosfato que contiene fósforo. En otros ejemplos, la adición de fluidos que contienen fosfato puede inhibir la formación de otros depósitos. En algunos de tales ejemplos, pueden agregarse o aumentarse tales fluidos que contienen fosfato o fósforo.

Pueden determinarse acciones correctivas apropiadas, en algunas modalidades, con base en los niveles caracterizados de depósitos (por ejemplo, en la etapa 768). Por ejemplo, mayores velocidades de deposición y/o potenciales de depósito pueden dar como resultado que se liberen mayores cantidades de inhibidor de incrustaciones en el sistema para evitar que se formen depósitos. Adicional o alternativamente, las caracterizaciones en el tipo de depósitos que se forman (por ejemplo, al comparar perfiles de caída térmica a diferentes temperaturas) pueden influir en las acciones correctivas que se tomen. Por ejemplo, si la caracterización de los niveles de depósito indica que los depósitos son generalmente sedimentación en lugar de incrustaciones, es posible que la liberación de productos químicos inhibidores de incrustaciones no sea una acción útil, y pueden tomarse otras acciones más apropiadas.

Se han descrito varias modalidades. Tales ejemplos no son limitativos y no definen ni limitan el alcance de la invención de ninguna manera. En su lugar, estos y otros ejemplos están dentro del alcance de las siguientes reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un método para caracterizar depósitos de un fluido en un sistema de flujo de fluido que comprende:
 - 5 hacer operar un primer detector (primer RTD) (102,202,302,402,502) de temperatura de resistencia en un modo de operación de calentamiento para calentar el primer RTD (102,202,302,402,502) a una primera temperatura de caracterización correspondiente;
 - 10 cambiar periódicamente el primer RTD (102,202,302,402,502) entre el modo de calentamiento y un modo de medición para medir las temperaturas del primer RTD (102,202,302,402,502), en donde cambiar periódicamente entre el modo de calentamiento y el modo de medición comprende cambiar rápidamente del modo de calentamiento al modo de medición y de regreso al modo de calentamiento de modo que, mientras esté en el modo de medición, la temperatura del RTD (102,202,302,402,502) no cambie significativamente;
 - 15 observar, a través de un controlador (212), cambios en el comportamiento térmico del primer RTD (102,202,302,402,502) en uno o ambos del modo de calentamiento y el modo de medición, en donde observar cambios en el comportamiento térmico del primer RTD (102,202,302,402,502) comprende medir la velocidad a la que aumenta la temperatura del primer RTD (102,202,302,402,502) debido a la operación del primer RTD (102,202,302,402,502) en el modo de calentamiento al cambiar entre el modo de medición y el modo de calentamiento;
 - 20 caracterizar un nivel de depósito del fluido de proceso en el primer RTD (102,202,302,402,502) con base en los cambios observados, en donde caracterizar el nivel de depósitos del fluido de proceso en el primer RTD (102,202,302,402,502) comprende asociar la velocidad de cambio de temperatura del primer RTD con un nivel de depósito del fluido de proceso; y
 - 25 realizar una acción correctiva con base en el nivel de depósito caracterizado en el primer RTD (102,202,302,402,502); en donde
 - 30 la acción correctiva comprende agregar o aumentar una cantidad de biocida en el fluido de proceso.
2. El método de la reivindicación 1, en donde el biocida es lejía.
3. El método de la reivindicación 1, en donde la primera temperatura de caracterización es más alta que una
 - 35 temperatura de operación típica del dispositivo de uso (105).
4. El método de la reivindicación 1, en donde
 - 40 operar el primer RTD (102,202,302,402,502) en el modo de calentamiento comprende hacer operar el RTD (102,202,302,402,502) a una potencia de operación fija;
 - 45 cambiar periódicamente el primer RTD (102,202,302,402,502) entre el modo de calentamiento y el modo de medición comprende además:
 - 50 cambiar del modo de calentamiento al modo de medición,
 - medir la temperatura del primer RTD (102,202,302,402,502) y cambiar de regreso al modo de calentamiento;
 - 55 observar cambios en el comportamiento térmico del primer RTD (102,202,302,402,502) comprende además, observar el cambio de temperatura a lo largo del tiempo mientras se opera el RTD (102,202,302,402,502) a la potencia de operación fija; y
 - caracterizar un nivel de depósito del fluido de proceso comprende asociar la velocidad de cambio de temperatura del primer RTD (102,202,302,402,502) a la potencia de operación fija con un nivel de depósito del fluido de proceso.
5. El método de la reivindicación 1, en donde realizar una acción correctiva comprende además una o más acciones del grupo que consiste en: agregar un producto químico al fluido, cambiar la dosis de un producto químico en el fluido, detener el flujo de un fluido de una o más fuentes de fluido, aumentar la velocidad de purga, cambiar la temperatura del fluido de proceso, ajustar un dispositivo de uso (105) hacia los flujos de fluido de proceso y alertar al usuario.
6. El método de la reivindicación 1, que comprende además:

hacer operar un segundo detector (segundo RTD) (102,202,302,402,502) de temperatura de resistencia en un modo de operación de calentamiento para calentar el segundo RTD (102,202,302,402,502) a una segunda temperatura de caracterización correspondiente diferente de la primera temperatura de caracterización;

5 cambiar periódicamente el segundo RTD (102,202,302,402,502) entre el modo de calentamiento y un modo de medición para medir las temperaturas del segundo RTD (102,202,302,402,502);

observar cambios en el comportamiento térmico del segundo RTD (102,202,302,402,502) en uno o ambos del modo de calentamiento y el modo de medición; y

10 caracterizar un nivel de depósito del fluido de proceso en el segundo RTD (102,202,302,402,502) con base en los cambios observados; y

15 realizar una acción correctiva con base en el nivel de depósito caracterizado en el segundo RTD (102,202,302,402,502).

7. Un sistema de flujo de fluido (100) para dirigir un fluido hacia un dispositivo de uso (105), que comprende:

20 un primer detector de temperatura de resistencia (primer RTD) (102,202,302,402,502);

un circuito de calentamiento (214, 314) en comunicación eléctrica con el primer RTD (102,202,302,402,502) y capaz de aplicar potencia eléctrica al primer RTD (102,202,302,402,502);

25 un circuito de medición (210, 310) en comunicación con el primer RTD (102 202 302 402 502), medios para tomar una acción correctiva; y

30 un controlador (212) en comunicación con el circuito de calentamiento (214, 314), el circuito de medición (210, 310) y los medios para tomar una acción correctiva, siendo el controlador (212) capaz de operar el primer RTD (102,202,302,402,502) en un modo de calentamiento a través del circuito de calentamiento (214, 314) y un modo de medición a través del circuito de medición (210, 310), estando el controlador (212) configurado para: operar el primer RTD (102,202,302,402,502) en el modo de operación de calentamiento para calentar el primer RTD (102,202,302,402,502) a una primera temperatura de caracterización para inducir la formación de un depósito del fluido de proceso en el primer RTD (102,202,302,402,502);

35 cambiar periódicamente el primer RTD (102,202,302,402,502) entre el modo de calentamiento y el modo de medición para medir la temperatura del primer RTD (102,202,302,402,502), en donde cambiar periódicamente entre el modo de calentamiento y el modo de medición comprende cambiar rápidamente del modo de calentamiento al modo de medición y de regreso al modo de calentamiento de modo que, mientras esté en el modo de medición, la temperatura del RTD (102,202,302,402,502) no cambie significativamente;

40 observar cambios en el comportamiento térmico del primer RTD (102,202,302,402,502) en uno o ambos del modo de calentamiento y el modo de medición, en donde observar cambios en el comportamiento térmico del primer RTD (102,202,302,402,502) comprende medir la velocidad a la que aumenta la temperatura del primer RTD debido a la operación del primer RTD (102,202,302,402,502) en el modo de calentamiento al cambiar entre el modo de medición y el modo de calentamiento de manera que la temperatura del RTD (102,202,302,402,502) pueda elevarse a través del circuito de calentamiento (214, 314) y muestrearse periódicamente a través del circuito de medición (210, 310);

45 caracterizar un nivel de depósito del fluido de proceso en el primer RTD (102,202,302,402,502) con base en los cambios observados, en donde caracterizar el nivel de depósito del fluido de proceso en el primer RTD (102,202,302,402,502) comprende asociar la velocidad de cambio de temperatura del primer RTD (102,202,302,402,502) con un nivel de depósito del fluido de proceso; e

50 iniciar una acción correctiva con base en el nivel de depósito caracterizado en el primer RTD (102 202 302 402 502) al usar los medios para tomar una acción correctiva;

en donde la acción correctiva comprende agregar o aumentar una cantidad de biocida en el fluido de proceso.

60 8. El sistema de la reivindicación 7, en donde el biocida es lejía.

9. El sistema de la reivindicación 7, en donde la primera temperatura de caracterización es más alta que una temperatura de operación típica del dispositivo de uso (105).

65 10. El sistema de la reivindicación 7, que comprende además:

un segundo detector (segundo RTD) (102,202,302,402,502) de temperatura de resistencia;

el circuito de calentamiento (214, 314) en comunicación eléctrica con el segundo RTD (102,202,302,402,502) y capaz de aplicar potencia eléctrica al segundo RTD (102,202,302,402,502);

5 el circuito de medición (210, 310) en comunicación con el segundo RTD (102,202,302,402,502); y

10 el controlador (212) además capaz de operar el segundo RTD (102,202,302,402,502) en un modo de calentamiento a través del circuito de calentamiento (214, 314) y un modo de medición a través del circuito de medición (210, 310), y el controlador (212) configurado además para: operar el segundo RTD (102,202,302,402,502) en el modo de operación de calentamiento para calentar el segundo RTD (102,202,302,402,502) a una segunda temperatura de caracterización para inducir la formación de un depósito del fluido de proceso en el segundo RTD (102,202,302,402,502);

15 cambiar periódicamente el segundo RTD (102,202,302,402,502) entre el modo de calentamiento y el modo de medición para medir la temperatura del segundo RTD;

observar cambios en el comportamiento térmico del segundo RTD (102,202,302,402,502) en uno o ambos del modo de calentamiento y el modo de medición;

20 caracterizar un nivel de depósito del fluido de proceso en el segundo RTD (102,202,302,402,502) con base en los cambios observados; e

25 iniciar una acción correctiva con base en el nivel de depósito caracterizado en el segundo RTD (102,202,302,402,502).

11. El sistema de la reivindicación 10, en donde la segunda temperatura de caracterización es diferente de la primera temperatura de caracterización.

30 12. El sistema de la reivindicación 7, en donde realizar una acción correctiva comprende además una o más acciones del grupo que consiste en: agregar un producto químico al fluido, cambiar la dosis de un producto químico en el fluido, detener el flujo de un fluido de una o más fuentes de fluido, aumentar la velocidad de purga, cambiar la temperatura del fluido de proceso, ajustar un dispositivo de uso (105) hacia los flujos de fluido de proceso y alertar al usuario.

35 13. El sistema de la reivindicación 7, en donde el controlador (212) está configurado además para: determinar un perfil de deposición dependiente de la temperatura con base en el nivel de depósito caracterizado en el primer RTD (102,202,302,402,502);

40 determinar si existe una condición de depósito para el dispositivo de uso (105) con base en el perfil de depósito; y

si se determina que existe una condición de depósito para el dispositivo de uso (105), iniciar la acción correctiva.

45 14. El sistema de la reivindicación 7, en donde el controlador (212) está configurado además para determinar una temperatura crítica asociada con la formación de un depósito en el primer RTD (102,202,302,402,502) del fluido de proceso.

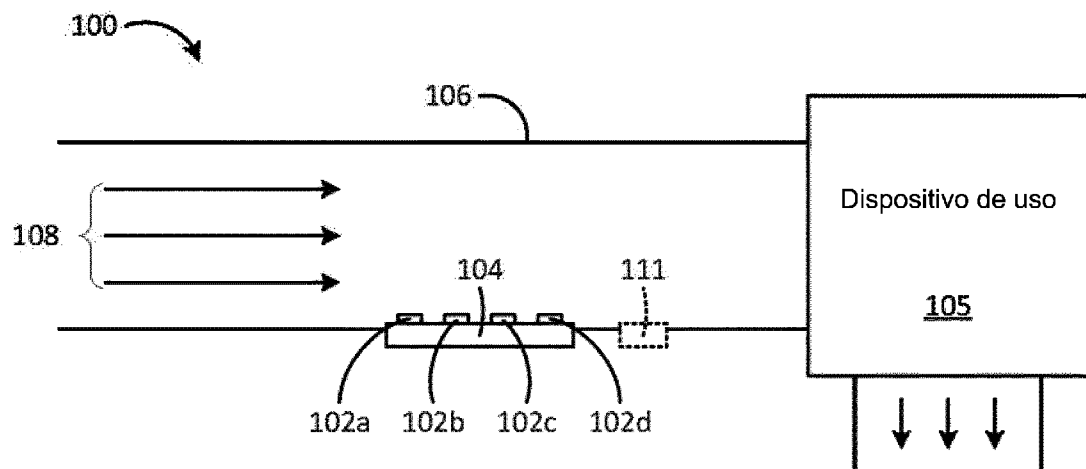


Figura 1

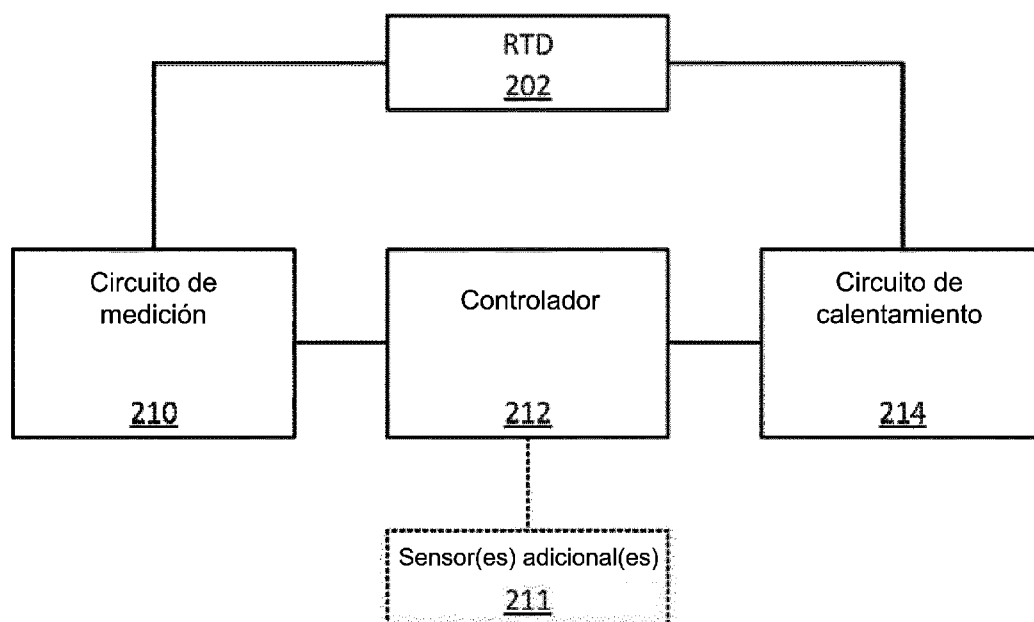


Figura 2

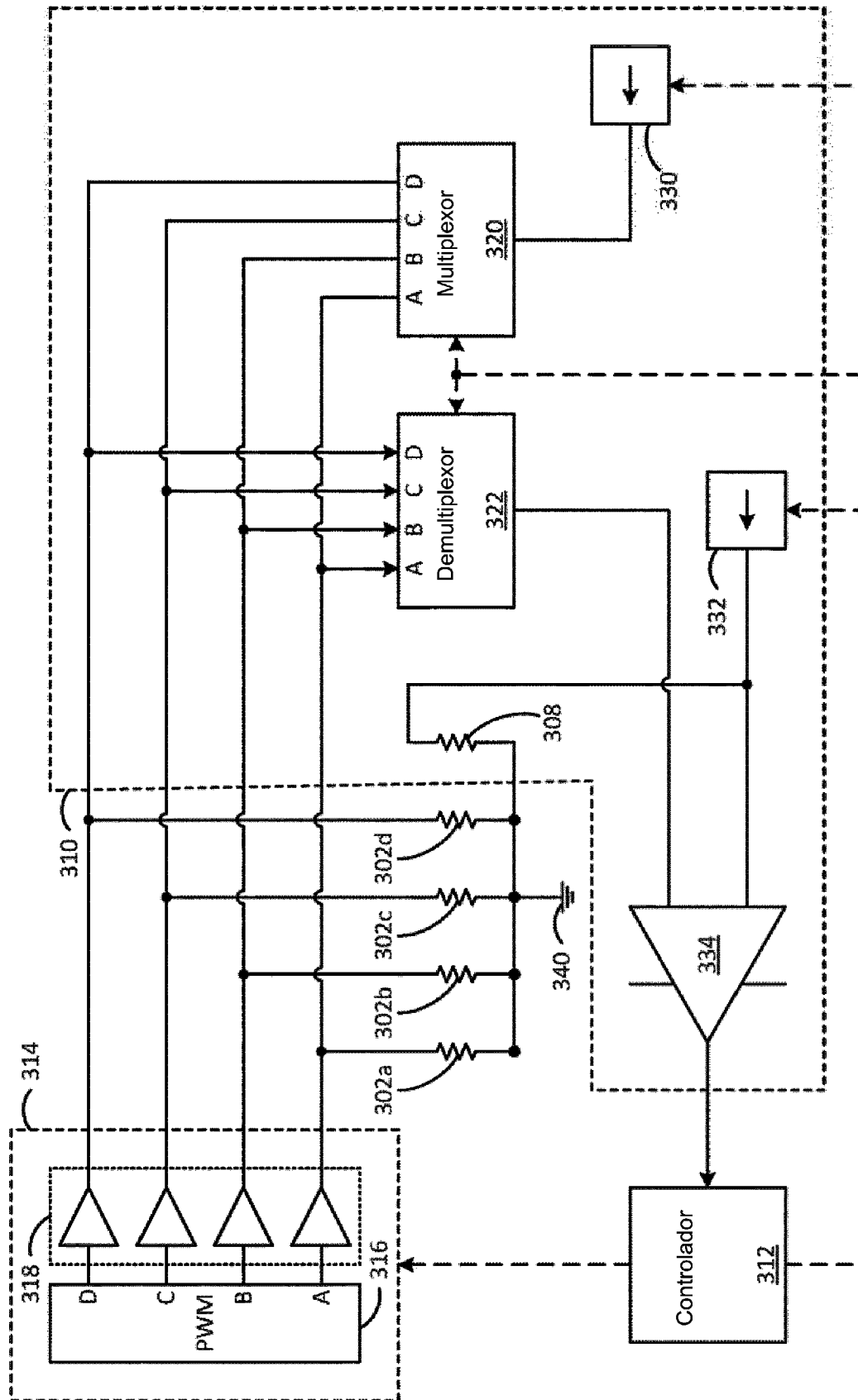


Figura 3

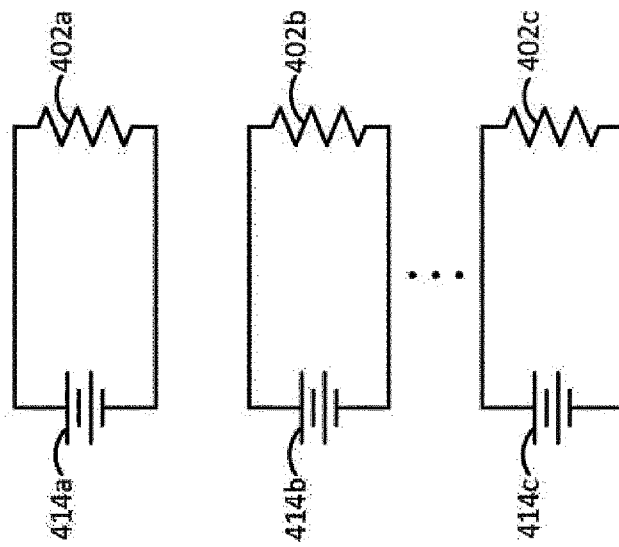


Figura 4

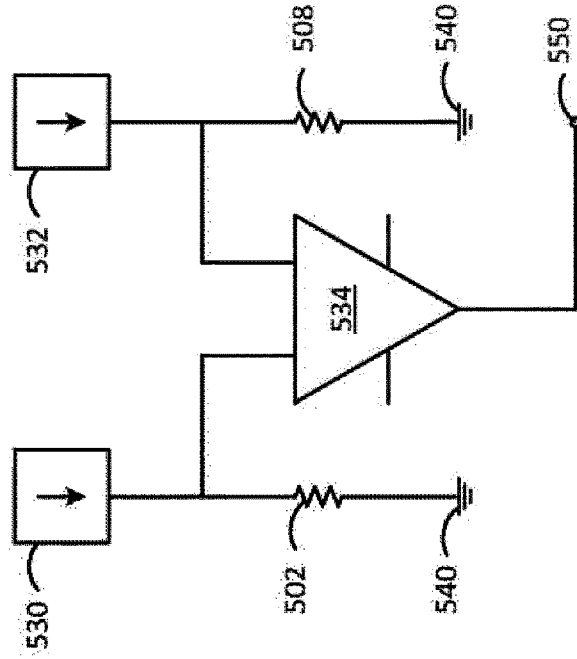


Figura 5

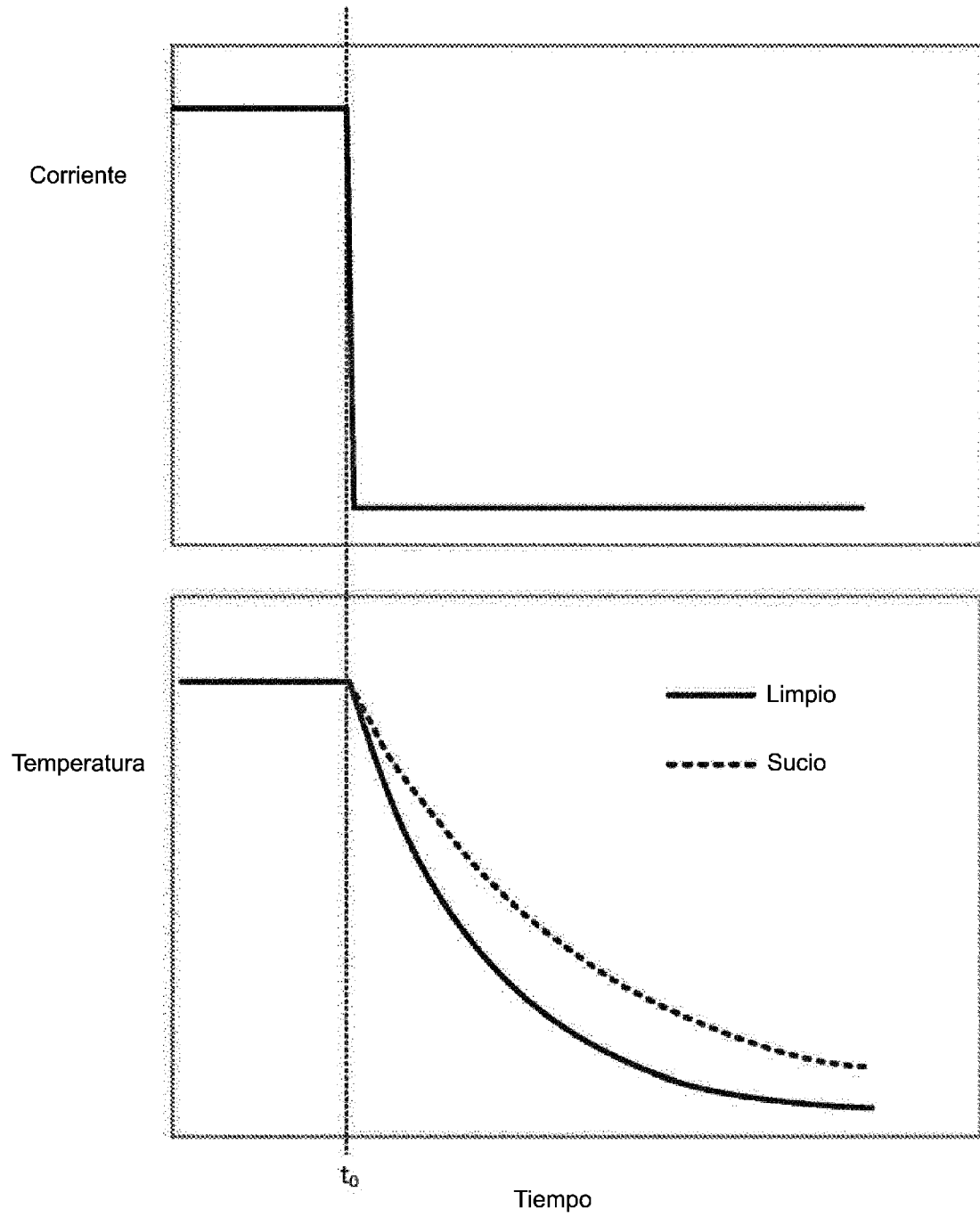


Figura 6A

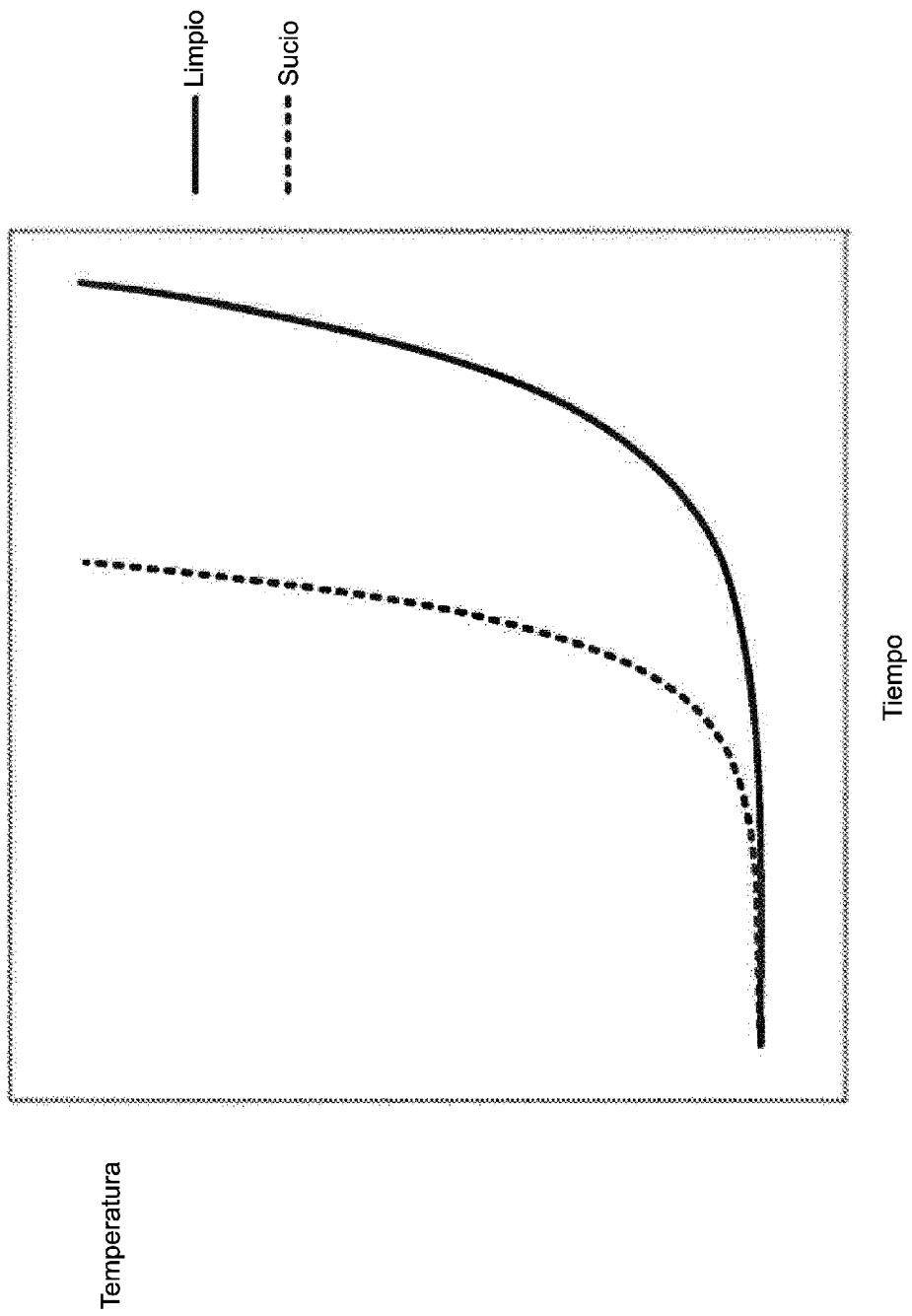


Figura 6B

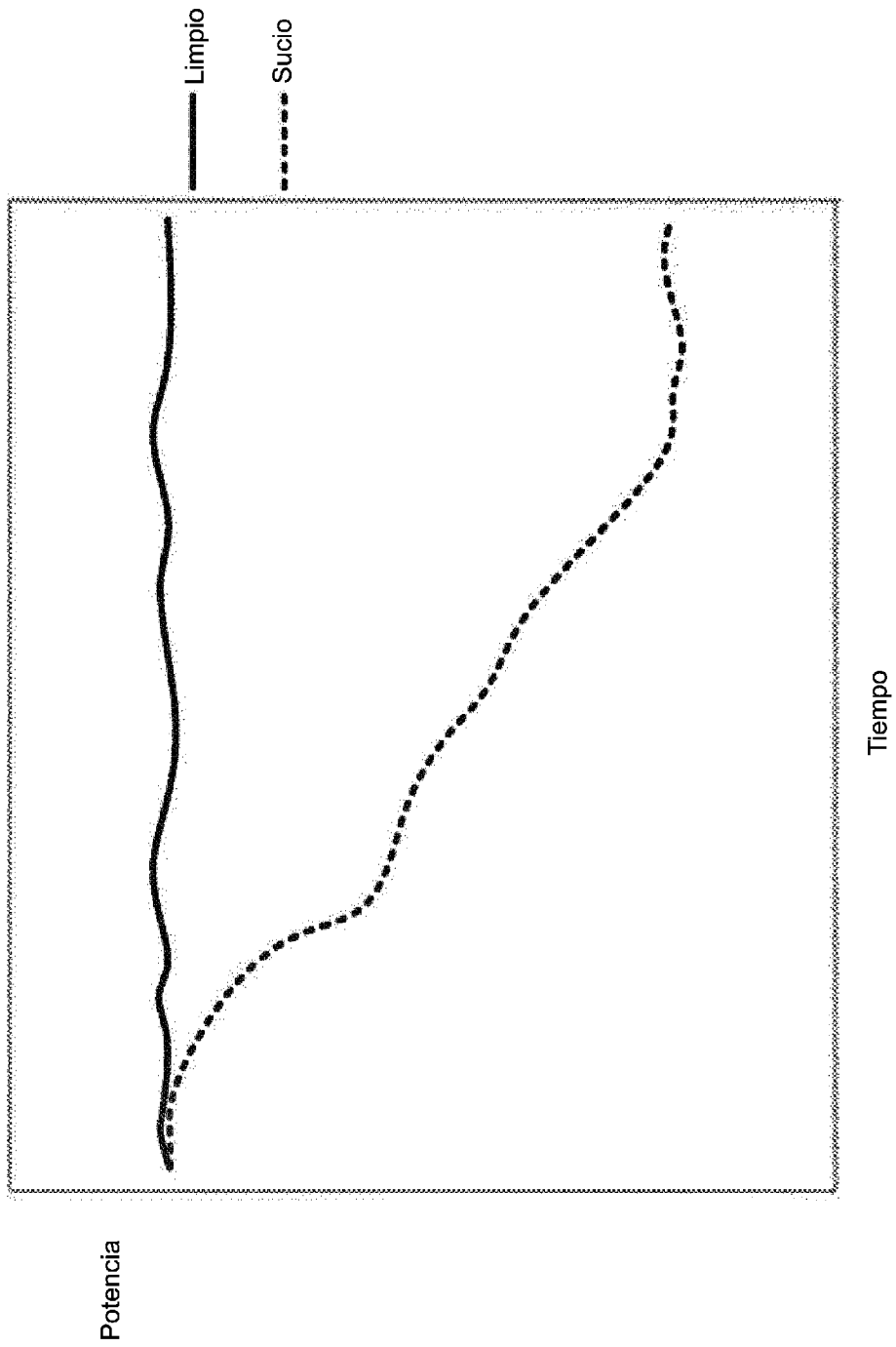


Figura 6C

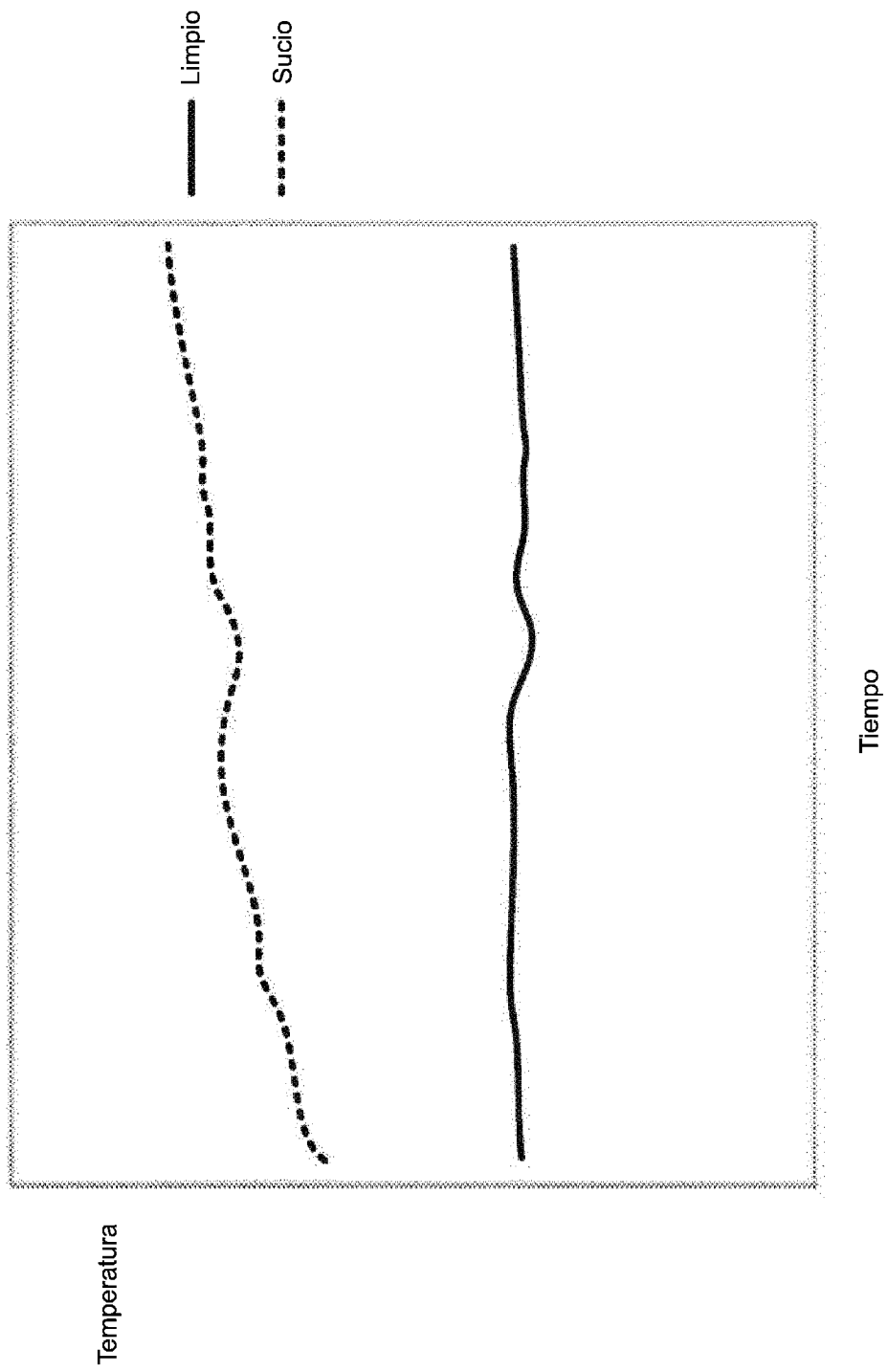


Figura 6D

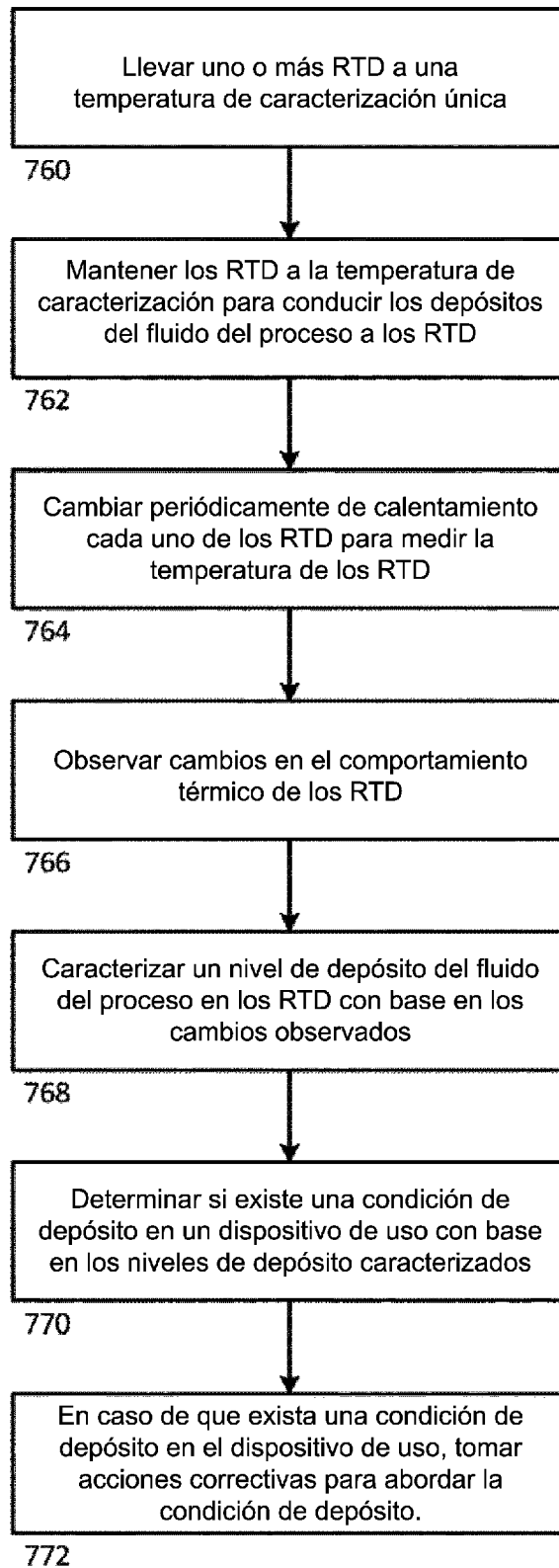


Figura 7