



①9



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

①1 Número de publicación: **2 275 512**

⑤1 Int. Cl.:
G01K 7/42 (2006.01)

①2

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

⑧6 Número de solicitud europea: **00932511 .9**

⑧6 Fecha de presentación : **17.05.2000**

⑧7 Número de publicación de la solicitud: **1183507**

⑧7 Fecha de publicación de la solicitud: **06.03.2002**

⑤4 Título: **Sistema de bucle cerrado y método para calentar una sonda.**

③0 Prioridad: **18.05.1999 US 313824**

⑦3 Titular/es: **Cardinal Health 303, Inc.
10221 Wateridge Circle Building A
San Diego, California 92121, US**

④5 Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.06.2007

⑦2 Inventor/es: **Siefert, Robert, J.**

④5 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.06.2007

⑦4 Agente: **Carvajal y Urquijo, Isabel**

ES 2 275 512 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

Sistema de bucle cerrado y método para calentar una sonda.

Antecedentes

La presente invención se refiere generalmente a mejoras en termómetros y, más particularmente, a termómetros electrónicos para obtener más rápidamente mediciones de temperatura precisas.

Es una práctica común en el campo médico determinar la temperatura corporal de un paciente mediante un dispositivo sensible a la temperatura que no solo mide la temperatura sino que también visualiza la temperatura. Tales mediciones de temperatura se toman de manera rutinaria en hospitales y en consultas médicas. Un dispositivo de este tipo es un termómetro de cubeta de vidrio que incorpora una columna de mercurio que responde al calor que se expande y contrae adyacente a una escala de temperatura calibrada. Normalmente, el termómetro de vidrio se inserta en el paciente, se deja insertado un intervalo de tiempo suficiente para permitir que la temperatura del termómetro se establezca a la temperatura del cuerpo del paciente, y a continuación se saca para leerse por un personal médico. Este intervalo de tiempo es normalmente del orden de 3 a 8 minutos.

Un termómetro electrónico puede tardar uno o varios minutos en su modo predictivo y cinco o más minutos en su modo de monitorización o de lectura directa. Los termómetros predictivos electrónicos se han hecho populares porque en su modo predictivo el tiempo que tardan en tomar la temperatura es mucho menor que el termómetro de mercurio. Para el personal de enfermería con mucho trabajo, el tiempo es esencial. Tomar la temperatura en un minuto es mucho más deseable que tomar la temperatura en cinco minutos. Puede atenderse a más pacientes con el termómetro más rápido y el personal de enfermería puede ser más productivo.

Adicionalmente, cuanto más tiempo deba estar una sonda en la boca de un paciente para realizar una determinación de temperatura, más probable será que la sonda no se mantenga en la posición correcta. Esto es cierto particularmente con pacientes jóvenes que tienden a ser impacientes. Para pacientes en los que no puede confiarse (debido a su edad o a la dolencia) para que mantengan adecuadamente el termómetro el periodo necesario de inserción en el cuerpo, es necesaria la presencia física de personal médico durante un ciclo de medición relativamente largo. Tomar la temperatura a un paciente joven en un minuto es enormemente más deseable que tomar la temperatura en cinco minutos. Por tanto, el termómetro predictivo electrónico ha supuesto un avance sustancial en la técnica de la determinación de temperatura.

Además de lo anterior, la reutilización rápida en otros pacientes es también una meta. Sin embargo, con la reutilización, debe tomarse la precaución de evitar la posibilidad de contaminación cruzada entre pacientes. En consecuencia, se han diseñado cubiertas protectoras para usarse con sondas de termómetros. La cubierta protectora se diseña para envolver completamente la parte del termómetro que entra en contacto con el paciente. Debido a que cubierta de protección puede quitarse después del uso del termómetro, y debido a que la cubierta protectora ha protegido el termómetro del contacto con el paciente, el termómetro puede reutilizarse inmediatamente aplicando

simplemente otra cubierta protectora.

Las cubiertas protectoras de sondas están disponibles para termómetros electrónicos predictivos desde hace muchos años, permitiendo la rápida reutilización del termómetro al usarse de manera apropiada con tales cubiertas. Sin embargo, una cubierta protectora añade material entre el sensor de temperatura en la sonda del termómetro y la fuente de calor, es decir, el paciente. El material adicional entre el paciente y el sensor puede ralentizar el proceso de determinación de la temperatura del paciente dado que el calor del paciente debe pasar primero a través de la cubierta de la sonda antes de llegar al sensor. El beneficio obtenido al permitir la inmediata reutilización de los termómetros debido al uso de una cubierta de sonda desechable puede deducirse por tanto al aumentar el periodo de tiempo que tarda en obtener una lectura, debido a la propia cubierta de la sonda.

Una característica inherente de los termómetros electrónicos es que no miden instantáneamente la temperatura del sitio en el que se aplican. Puede pasar un periodo de tiempo sustancial antes de que el dispositivo sensible a la temperatura se establezca a la temperatura del sitio y la temperatura indicada por el termómetro sea representativa de la temperatura real del cuerpo o sitio medido. Este retardo se debe a los diversos componentes del sistema de medición que impiden el flujo de calor desde la superficie o sitio del cuerpo hacia el sensor de temperatura. Algunos de los componentes son la punta del sensor, el tejido del cuerpo y cualquier cobertura higiénica aplicada a la punta del sensor para evitar la contaminación entre sujetos de medición.

Un planteamiento para acortar el tiempo necesario para que un termómetro electrónico tome una lectura precisa de la temperatura de un paciente es precalentar la punta de la sonda del termómetro a una temperatura cercana a la temperatura esperada del paciente. Tales calentadores de punta de sonda se conocen desde hace muchos años. Sin embargo, el calentador debe tener suficiente potencia para elevar rápidamente la temperatura de la cubierta de la sonda junto con la punta de la sonda. La cubierta de la sonda añade otras consideraciones, tales como que, dependiendo de los materiales de fabricación, puede tener una gran capacidad térmica que requiere más potencia por parte del calentador para aumentar su temperatura. Si no se logra proporcionar un calentador con suficiente potencia, esto tendrá como resultado un aumento más lento de la temperatura de la cubierta de la sonda.

Aplicar suficiente calor a la punta de la sonda para aumentar su temperatura y la temperatura de la cubierta de la sonda hasta un nivel próximo a la temperatura del paciente reducirá el tiempo requerido para la medición dado que hay menos diferencia entre la temperatura de la punta de la sonda y la del paciente. Acortar el tiempo para obtener una medición de la temperatura de un paciente disminuirá el riesgo de que el paciente no sujete la sonda en la posición correcta durante todo el periodo de medición y requiere menos tiempo de atención del personal médico. Además, la precisión con la que se predice la temperatura mejora notablemente dado que el procesamiento y el análisis de los datos se realizan de manera más precisa. Este planteamiento también ha contribuido de manera significativa al avance de la tecnología de medición de temperatura.

Otra consideración es la cantidad de tiempo nece-

sario para precalentar la sonda. No es deseable sacar la sonda de su cavidad sólo para sostenerla durante una cantidad sustancial de tiempo hasta que se precalienta lo suficiente para tomar la temperatura del paciente. Mientras que hay una cierta ventaja en que la sonda de no está en la boca del paciente mientras se precalienta, sigue requiriendo tiempo del personal médico para sostener la sonda hasta que se precalienta.

El documento WO-A-9607877 da a conocer un termómetro médico plano de predicción que emplea una sonda hueca que tiene una capacidad térmica baja y que incorpora un calentador de resistencia que regula la temperatura hasta un valor cercano, aunque inferior a la temperatura normal del cuerpo después de aplicar la sonda a un paciente, un procesador toma muestras de manera repetida de la temperatura de la sonda y estima la temperatura del paciente a partir de las tomas de muestras sucesivas.

El documento DE-A-4127645 da a conocer un termómetro dispuesto para medir la temperatura de un objeto tomando muestras sucesivas de la temperatura de un sensor y estimando la temperatura final basándose en la tendencia del cambio de temperatura, empleando la lógica difusa.

Aunque los termómetros electrónicos han hecho avanzar la técnica de la termometría y el precalentamiento de las puntas de sonda de los termómetros se conoce bien, sería deseable aumentar la velocidad a la que puede calentarse una punta. Esto permitiría una determinación más rápida de la temperatura del paciente. La invención satisface estas y otras necesidades.

Sumario de la invención

Según un aspecto de la presente invención se proporciona un sistema de calentamiento de bucle cerrado para calentar una sonda, que comprende un sensor montado en la sonda, estando el sensor configurado para detectar la temperatura de la sonda y proporcionar una señal de temperatura variable en el tiempo en respuesta a la temperatura de la sonda, un calentador montado en la sonda y que responde a señales de control del calentador para proporcionar calor a la sonda, y una fuente de energía que tiene un voltaje, estando conectado el procesador a la fuente de energía, al sensor y al calentador para proporcionar un sistema de bucle cerrado al calentar la sonda, proporcionando el procesador un nivel de energía de accionamiento desde la fuente de energía hacia el calentador para hacer que el calentador caliente la sonda, aplicando el procesador una desviación del nivel de accionamiento al nivel de accionamiento al calentador, siendo la desviación del nivel de accionamiento un valor distinto de cero que es una función de la temperatura ambiente para lograr más rápidamente el calentamiento de la sonda hasta una temperatura objetivo de un modo controlado y estable.

Preferiblemente, la desviación del nivel de accionamiento es una función de la temperatura ambiente y del voltaje de la fuente de energía.

Ventajosamente, el procesador detecta la temperatura de la sonda y, si la temperatura de la sonda está por debajo de un primer umbral, el procesador está configurado para aplicar un mayor nivel de energía de accionamiento al calentador para hacer que la sonda se caliente más rápido, y al llegar al primer umbral, el procesador reduce el nivel de energía de accionamiento al calentador de manera proporcional, dependiendo

el primer umbral de la desviación del nivel de accionamiento.

De manera conveniente, el procesador está configurado además para restringir el nivel de accionamiento aplicado al calentador a un valor máximo basándose en la fuente de energía.

Preferiblemente, el procesador está configurado además para aplicar la desviación del nivel de accionamiento distinta de cero aplicada al nivel de accionamiento para mantener la sonda a la temperatura objetivo, evaluando el procesador la desviación distinta de cero como una función del error entre la temperatura real y la temperatura objetivo.

Ventajosamente, al llegar la temperatura de la sonda al primer umbral, el procesador está configurado para reducir el nivel de energía de accionamiento al calentador de una manera no continua.

De manera conveniente, al llegar la temperatura de la sonda al primer umbral, el procesador está configurado para reducir el nivel de energía de accionamiento al calentador en etapas de nivel de accionamiento en disminución.

En un aspecto adicional de la presente invención se proporciona un método de calentamiento de una sonda de una manera en bucle cerrado, que comprende las etapas de detectar la temperatura de la sonda y proporcionar una señal de temperatura variable en el tiempo en respuesta a la temperatura de la sonda, aplicar un nivel de energía de accionamiento desde una fuente de energía a un calentador en la sonda para calentar la sonda en respuesta a la señal de temperatura variable en el tiempo de una manera de bucle cerrado, presentando la fuente de energía un voltaje; y aplicar una desviación del nivel de accionamiento al nivel de accionamiento al calentador, siendo la desviación un valor distinto de cero que es una función de la temperatura ambiente para lograr más rápidamente el calentamiento de la sonda hasta una temperatura objetivo de un modo controlado y estable.

Preferiblemente, el nivel de accionamiento aplicado al calentador se limita a un valor máximo basándose en el voltaje de la fuente de energía.

Ventajosamente, la desviación del nivel de accionamiento distinta de cero se aplica al nivel de accionamiento para mantener la sonda a la temperatura objetivo; y evaluar la desviación distinta de cero como una función del error entre la temperatura real y la temperatura objetivo y como una función del voltaje de la fuente de energía.

Preferiblemente, detectar la temperatura de la sonda y, si la temperatura de la sonda está por debajo de un primer umbral, aplicar un mayor nivel de energía de accionamiento al calentador para hacer que la sonda se caliente más rápido, y al alcanzar el primer umbral, reducir el nivel de energía de accionamiento al calentador de una manera proporcional, dependiendo el primer umbral de la desviación del nivel de accionamiento.

Ventajosamente, al llegar la temperatura de la sonda al primer umbral, reducir el nivel de energía de accionamiento al calentador de una manera no continua.

De manera conveniente, al llegar la temperatura de la sonda al primer umbral, reducir el nivel de energía de accionamiento al calentador en etapas de nivel de accionamiento en disminución.

Preferiblemente, la sonda es de un termómetro médico.

Estas y otras características y ventajas de la pre-

sente invención serán aparentes a partir de la siguiente descripción más detallada, tomada junto con los dibujos acompañantes que ilustran, a modo de ejemplo, los principios de la invención.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es una vista en perspectiva que muestra un conjunto de una sonda de termómetro electrónico y una cubierta de sonda que incorpora una punta de sonda que tiene un detector de temperatura y un calentador de punta de sonda en su interior, según los aspectos de la presente invención.

La figura 2 es una vista sobre el extremo de la punta distal de la sonda de termómetro mostrada en la figura 1 sin la cubierta de sonda instalada.

La figura 3 es una vista lateral en corte transversal de la punta distal de la sonda de termómetro mostrada en las figuras 1 y 2 tomada en las líneas 3-3 de la figura 2 y según los aspectos de la presente invención, mostrando los componentes internos de la punta de sonda incluyendo el sensor de temperatura, el calentador de punta de sonda y conexiones eléctricas.

La figura 4 es una vista en corte transversal de la sonda y la cubierta de sonda de la figura 1 mostrando la cubierta de sonda montada en la sonda y el sensor de temperatura y el calentador de punta de sonda.

La figura 5 es una vista de un diagrama de bloques de un sistema de medición de temperatura que incorpora un procesador que forma parte del sistema que controla la temperatura de la sonda según los aspectos de la invención.

La figura 6 es un gráfico que muestra el nivel de accionamiento aplicado al calentador de punta de sonda, y

la figura 7 es un diagrama de flujo o de datos que muestra el control del nivel de accionamiento al calentador de la punta de sonda mostrado en la figura 3.

Descripción detallada de las realizaciones preferidas

En la siguiente descripción, los números de referencia iguales se usarán para referirse a elementos iguales o correspondientes en las diferentes figuras de los dibujos.

En referencia ahora a los dibujos, y en particular a la figura 1, se muestra un conjunto de una sonda 10 de termómetro y una cubierta 12 de sonda según los aspectos de la presente invención, que comprende una varilla 14 de sonda de termómetro alargada montada sobre un alojamiento 16 de sonda y un cable 18 eléctrico que se extiende desde un elemento de detección de temperatura dispuesto en la punta distal de la varilla (no mostrado) a través de la varilla y el alojamiento hacia la parte 19 de procesamiento de datos del termómetro (mostrada en forma de diagrama de bloques por resultar más conveniente) para medir y visualizar 21 la temperatura detectada por un elemento de detección de temperatura situado en la sonda 10. La varilla 14 incluye un extremo 20 proximal montado en el alojamiento 16 y un extremo 22 distal con la punta 24 de sonda montada en el mismo. La cubierta 12 de sonda alargada está conformada y dimensionada para ajustarse sobre la varilla 14 de sonda e incluye un extremo 26 abierto para recibir la varilla de sonda en la cubierta de sonda y una punta 28 distal para ajustarse adecuadamente y de forma fija sobre la punta 24 de sonda.

En referencia ahora a la vista sobre el extremo de

la figura 2, se muestra la punta 24 distal. En líneas discontinuas, un calentador 30 de punta de sonda y un sensor 32 de punta de sonda se montan en la punta de sonda. El sensor 32 de punta de sonda no está en contacto físico con el calentador 30 de punta de sonda y, en esta realización, están separados diametralmente, aunque es posible otras disposiciones.

En referencia ahora a la figura 3 que es una vista en corte transversal tomada a lo largo de las líneas 3-3 de la figura 2, el calentador 30 y el sensor 32 se muestran al igual que sus respectivos conductores 34 y 36 eléctricos. Estos conductores realizan conexiones 38 con conductores 40 del cuerpo principal en el extremo 22 distal de la sonda. En esta realización, el sensor 32 se monta principalmente en el extremo 34 distal de la sonda 10, mientras que el calentador 30 se monta principalmente en la pared 42 del extremo distal. Esta configuración permite suficiente espacio para ambos dispositivos en el extremo distal sin que se toquen mutuamente. Son posibles otras disposiciones.

En referencia ahora a la figura 4, se presenta la misma vista que en la figura 3 con el elemento adicional de una cubierta 12 de sonda instalada. Tal como se muestra, las posiciones del calentador 30 y del detector 32 están en ubicaciones sobre la pared de la punta 22 distal que está en contacto con la cubierta 12 de sonda. Tal como se ha mencionado anteriormente, la cubierta 12 de sonda se situará entre el paciente y el sensor 32 de temperatura y, por lo tanto, necesitará precalentarse por el calentador 30.

En referencia a la figura 5, el diagrama de bloques muestra de manera general los principales componentes informáticos de un termómetro 42 electrónico. El sensor 32 de temperatura proporciona señales de temperatura en respuesta a la temperatura detectada durante la medición. En el caso de que se use un termistor como el detector 32 de temperatura, estas señales son corrientes o voltajes analógicos representativos de la resistencia del termistor y, por tanto, representativos de la temperatura detectada. Se convierten a la forma digital para el procesamiento posterior por un convertidor 44 analógico-digital. El convertidor 44 analógico-digital está conectado a un procesador 46 que recibe las señales de temperatura digitales y las procesa para determinar la temperatura del sujeto que se está midiendo.

Un temporizador 48 proporciona señales de tiempo al procesador 46 que se usan durante el procesamiento de las señales de temperatura, y una memoria 50 almacena los datos de las señales de temperatura y de tiempo para que los datos de las señales puedan analizarse posteriormente. La memoria 50 también almacena constantes derivadas empíricamente que se usan por el procesador 46 para controlar el calentador 30 y calcular la temperatura. Una vez procesadas las señales, el procesador 46 proporciona una señal al visualizador 52 para visualizar la temperatura. La activación de un interruptor 54 permite las funciones de medición de temperatura del termómetro 42. Este interruptor se sitúa preferiblemente en la cavidad 17 de almacenamiento de la sonda de modo que al sacarse la sonda permite la medición. Una fuente 56 de energía, tal como una batería, está conectada al procesador. El procesador controla la aplicación de energía al calentador 30, o el nivel de accionamiento del calentador, tal como se comenta a continuación.

En referencia ahora a la figura 6, se presenta un gráfico del nivel 60 de accionamiento del calentador.

El gráfico tiene los ejes de nivel de accionamiento y temperatura de la sonda. En esta realización, a 94 grados F, el nivel de accionamiento se reduce a cero, lo que significa que no se aplica energía al calentador cuando alcanza esta temperatura. El nivel de accionamiento a temperaturas inferiores se establece en 0,4 en esta realización y se reduce a medida que alcanza una temperatura particular tal como se comentará a continuación.

Según los aspectos de la invención, la cantidad de energía aplicada al elemento de calentamiento es una función de la diferencia entre una temperatura "objetivo" predefinida (94 grados F) y la temperatura de la punta. Aunque el diseño básico del bucle de control de retroalimentación es el de un sistema "proporcional, integral, derivativo" (PID), se han incorporado nuevos planteamientos para modificar este diseño.

En un sistema de control PID del calentador, la componente "P" calcula un nivel de accionamiento proporcional al error de temperatura (objetivo-real). Si la temperatura de la punta está próxima al objetivo (error pequeño), la componente "P" será pequeña. Si la temperatura de la punta está muy lejos (error grande), la componente "P" del nivel de accionamiento será grande. Si la punta está a la temperatura objetivo, el error será cero, y la componente "P" del nivel de accionamiento será cero. Sin embargo, en condiciones normales, debe mantenerse un nivel de accionamiento distinto de cero para mantener la punta a o cerca de la temperatura objetivo. Por lo tanto, debe añadirse una desviación a la componente "P" para intentar mantener un error cero en las condiciones existentes (por ejemplo en una estancia fría, se necesitará una desviación mayor). Dado que las condiciones varían (por ejemplo, la temperatura de la estancia, la variabilidad de los componentes instrumentales, etc.), resulta necesario a menudo realizar pequeños ajustes a la desviación para mantener el error cero. Si los ajustes de la desviación son proporcionales al error, entonces la desviación, que es la suma de los ajustes, será esencialmente proporcional a la "integral" del error. Es la parte "I" del PID.

La componente "D" es proporcional a la tasa de cambio de la temperatura de la punta. Su finalidad es mejorar la estabilidad ajustando el nivel de accionamiento si la temperatura de la punta aumenta o disminuye rápidamente. En ciertas configuraciones del sistema, la componente "D" minimizará el sobreimpulso.

Volviendo al examen de las componentes "P" e "I", la componente "P" es responsable de accionar rápidamente la temperatura de la punta hasta la temperatura objetivo cuando son sustancialmente diferentes. La componente "I" es responsable de realizar pequeños ajustes para mantener la punta a o cerca de la temperatura objetivo durante condiciones con variaciones lentas. La componente "I" podría considerarse la parte "adaptativa" del algoritmo que compensa los cambios de temperatura de la estancia, el voltaje de la batería, las tolerancias de componentes, etc.

En un termómetro para pacientes, la meta es calentar la punta de sonda lo más rápido posible. En la mayoría de los casos, se establecerá el contacto con el tejido antes de que la punta alcance la temperatura objetivo. Cuanto más rápido pueda calentar la sonda, antes se podrá calcular una temperatura predicha.

Para calentar la punta rápidamente, de una manera controlada, sin un sobreimpulso grave, es necesario

establecer inmediatamente la desviación del accionamiento en o cerca de su valor correcto. No hay tiempo suficiente para que la lenta componente "I" adaptativa la dirija hasta su valor correcto. Según la invención, la propia desviación de accionamiento se determinó empíricamente como una función de la temperatura ambiente y el voltaje de la batería. Así, la desviación inicial se estableció según esta función derivada y no meramente se inicializó a cero, como con un controlador PID típico. Además, mientras la punta de la sonda está calentándose, pero todavía está lejos de la temperatura objetivo, la parte "I" del algoritmo se inhibe del ajuste de la desviación de accionamiento. La desviación del accionamiento se ha establecido ya en su valor óptimo y no debería alterarse hasta que la temperatura de la punta esté cerca de la temperatura objetivo. Por tanto, el ajuste de la desviación por la parte "I" del algoritmo PID se limita a aquellos momentos en los que el error se encuentra en un intervalo predeterminado. Esto impide que el algoritmo manipule la desviación durante el tiempo en el que el error es grande y la parte "P" del algoritmo está dirigiendo rápidamente la temperatura de la punta hacia la temperatura objetivo. Una vez que la temperatura de la punta está cerca del objetivo, y no se ha logrado el contacto con el tejido, la parte "I" del algoritmo puede realizar pequeños ajustes de la desviación para adaptarla al entorno actual.

Existen retardos importantes entre el cambio del nivel de accionamiento del calentador y detectar un efecto en el sensor de temperatura. Las ganancias de bucle para cualquiera de las componentes "P" o "I" deben mantenerse pequeñas para garantizar la estabilidad del bucle. Puesto que la meta es calentar rápidamente la punta de sonda, las técnicas PID estándares son insuficientes. Tal como se ha descrito anteriormente, la desviación de accionamiento se ha inicializado en un valor calculado previamente, y la componente "I" adaptativa se ha deshabilitado temporalmente. Además, la componente "P" requiere una nueva personalización para lograr un calentamiento rápido al tiempo que preserva la estabilidad del bucle. Para mantener la estabilidad, la ganancia de bucle asociada con la componente "P" debe limitarse de forma severa. Sin embargo, para errores fuera de un intervalo predeterminado, la ganancia de bucle aumenta increíblemente. La ganancia aumentada permite que el accionamiento del calentador sea superior para un error grande y, por tanto, que caliente la punta más rápidamente. Una vez que la punta se aproxima a la temperatura objetivo, el error entra en la "zona 62 de control" en la que la ganancia se reduce para garantizar la estabilidad del bucle. La cantidad de ganancia se predetermina como una función del voltaje de la batería. Además, el nivel 60 de accionamiento máximo permitido se predetermina en función del voltaje de la batería. Si se permitiese un nivel 60 de accionamiento demasiado elevado, la energía almacenada y los retardos térmicos permitirían que la temperatura de la punta superase gravemente la temperatura objetivo.

Según la realización mostrada en la figura 6, el nivel 60 de accionamiento se modifica una vez que alcanza la zona 62 de control. Las temperaturas a las que cambia el nivel de accionamiento se controlan por la desviación. En el caso de la figura 6, el nivel de accionamiento fuera de la zona 62 de control se establece en 0,4. Una vez dentro de esta zona de control,

el nivel de accionamiento se reduce rápidamente en un primer segmento 64. En un segundo segmento 66, la inclinación es de aproximadamente un cuarto de la del primer segmento permitiendo menos cambio del nivel de accionamiento con respecto a la temperatura. En un tercer y final segmento 68, la inclinación del nivel de accionamiento recupera de nuevo su valor cuatro veces mayor. En este planteamiento de control del accionamiento, el nivel de accionamiento se modifica en etapas más que de manera continua. Sin embargo pueden ser posibles otros planteamientos.

Finalmente, en referencia a la figura 7, se presenta un diagrama de flujo del control del calentador. Según este diagrama de flujo, desde la etapa 70 inicial, la ru-

tina llega a la siguiente temperatura del convertidor A-D cada 0,1 segundos 72. A continuación se toma una decisión sobre si esta es la primera temperatura de la sesión 74. Si es así, la desviación de accionamiento del calentador inicial se establece en función de la temperatura ambiente y el voltaje de la batería 76.

Aunque se ha ilustrado y descrito una forma de la invención, será evidente que puede realizarse adicionalmente otras modificaciones y mejoras del dispositivo y el método dados a conocer en la presente memoria sin salirse del alcance de la invención. Por consiguiente, no se pretende que la invención quede limitada, salvo por las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Sistema de calentamiento de bucle cerrado para calentar una sonda (10), que comprende un sensor (32) montado en la sonda, estando el sensor configurado para detectar la temperatura de la sonda y proporcionar una señal de temperatura variable en el tiempo en respuesta a la temperatura de la sonda, un calentador (30) montado en la sonda y que responde a señales de control del calentador para proporcionar calor a la sonda, y una fuente (56) de energía que tiene un voltaje, **caracterizado** por:

un procesador (46) conectado a la fuente (56) de energía, al sensor (32) y al calentador (30) para proporcionar un sistema de bucle cerrado al calentar la sonda, proporcionando el procesador un nivel de energía de accionamiento desde la fuente de energía hacia el calentador para hacer que el calentador caliente la sonda, aplicando el procesador una desviación del nivel de accionamiento al nivel de accionamiento al calentador, siendo la desviación del nivel de accionamiento un valor distinto de cero que es una función de la temperatura ambiente para lograr más rápidamente el calentamiento de la sonda hasta una temperatura objetivo de un modo controlado y estable.

2. Sistema de calentamiento de bucle cerrado para calentar una sonda (10) según la reivindicación 1, **caracterizado** además porque la desviación del nivel de accionamiento es una función de la temperatura ambiente y el voltaje de la fuente de energía.

3. Sistema de calentamiento de bucle cerrado según la reivindicación 1 o la reivindicación 2, **caracterizado** además porque el procesador (46) detecta la temperatura de la sonda (10) y, si la temperatura de la sonda está por debajo de un primer umbral, el procesador está configurado para aplicar un mayor nivel de energía de accionamiento al calentador para hacer que la sonda se caliente más rápido, y al llegar al primer umbral, el procesador reduce el nivel de energía de accionamiento al calentador de manera proporcional, dependiendo el primer umbral de la desviación del nivel de accionamiento.

4. Sistema de calentamiento de bucle cerrado según una cualquiera de las reivindicaciones 1, 2 ó 3, **caracterizado** además porque el procesador (46) está configurado adicionalmente para limitar el nivel de accionamiento aplicado al calentador (30) a un valor máximo basándose en la fuente de energía.

5. Sistema de calentamiento de bucle cerrado según una cualquiera de las reivindicaciones 2, 3 ó 4, **caracterizado** además porque el procesador (46) está configurado adicionalmente para aplicar la desviación del nivel de accionamiento distinta de cero al nivel de accionamiento para mantener la sonda (10) a la temperatura objetivo, evaluando el procesador la desviación distinta de cero como una función del error entre la temperatura real y la temperatura objetivo.

6. Sistema de calentamiento de bucle cerrado según la reivindicación 3, **caracterizado** además porque, al llegar la temperatura de la sonda (10) al primer umbral, el procesador (46) está configurado para reducir el nivel de energía de accionamiento al calentador (30) de una manera no continua.

7. Sistema de calentamiento de bucle cerrado se-

gún la reivindicación 3 o la reivindicación 6, **caracterizado** además porque, al llegar la temperatura de la sonda (10) al primer umbral, el procesador (46) está configurado para reducir el nivel de energía de accionamiento al calentador (30) en etapas de nivel de accionamiento en disminución.

8. Método de calentamiento de una sonda de una manera en bucle cerrado, que comprende las etapas de detectar (32) la temperatura de la sonda (10) y proporcionar una señal de temperatura variable en el tiempo en respuesta a la temperatura de la sonda, **caracterizado** por:

aplicar un nivel de energía de accionamiento desde una fuente (56) de energía a un calentador (30) en la sonda para calentar la sonda en respuesta a la señal de temperatura variable en el tiempo de una manera de bucle cerrado, presentando la fuente de energía un voltaje; y aplicar una desviación del nivel de accionamiento al nivel de accionamiento al calentador, siendo la desviación un valor distinto de cero que es una función de la temperatura ambiente para lograr más rápidamente el calentamiento de la sonda a una temperatura objetivo de un modo controlado y estable.

9. Método según la reivindicación 8, **caracterizado** además porque la desviación es un valor distinto de cero que es una función de la temperatura ambiente y del voltaje de la fuente de energía.

10. Método según la reivindicación 8 o la reivindicación 9, **caracterizado** además porque se limita el nivel de accionamiento aplicado al calentador (30) a un valor máximo basándose en el voltaje de la fuente (56) de energía.

11. Método según una cualquiera de las reivindicaciones 8, 9 ó 10, **caracterizado** además por:

aplicar la desviación del nivel de accionamiento distinta de cero al nivel de accionamiento para mantener la sonda (10) a la temperatura objetivo; y

evaluar la desviación distinta de cero como una función del error entre la temperatura real y la temperatura objetivo y como una función del voltaje de la fuente (56) de energía.

12. Método según una cualquiera de las reivindicaciones 8 a 11, **caracterizado** además por:

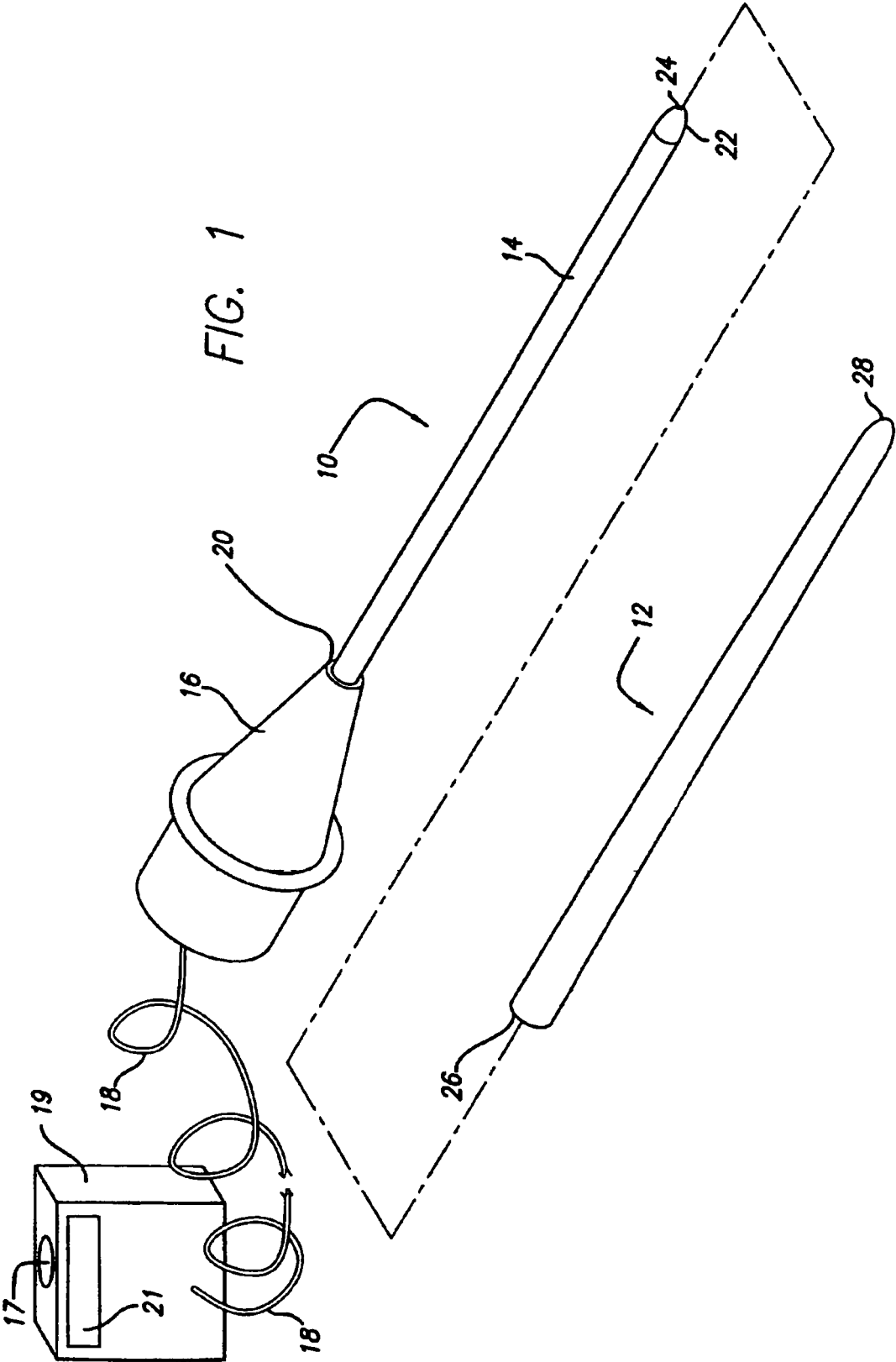
detectar (32) la temperatura de la sonda (10) y, si la temperatura de la sonda está por debajo de un primer umbral, aplicar un mayor nivel de energía de accionamiento al calentador (30) para hacer que la sonda se caliente más rápido, y

al alcanzar el primer umbral, reducir el nivel de energía de accionamiento al calentador de una manera proporcional, dependiendo el primer umbral de la desviación del nivel de accionamiento.

13. Método según la reivindicación 12, en el que, al llegar la temperatura de la sonda al primer umbral, se reduce el nivel de energía de accionamiento al calentador de una manera no continua.

14. Método según la reivindicación 13, en el que, al llegar la temperatura de la sonda al primer umbral, se reduce el nivel de energía de accionamiento al calentador en etapas de nivel de accionamiento en disminución.

15. Método según cualquiera de las reivindicaciones 8 a 14, en el que la sonda es de un termómetro médico.



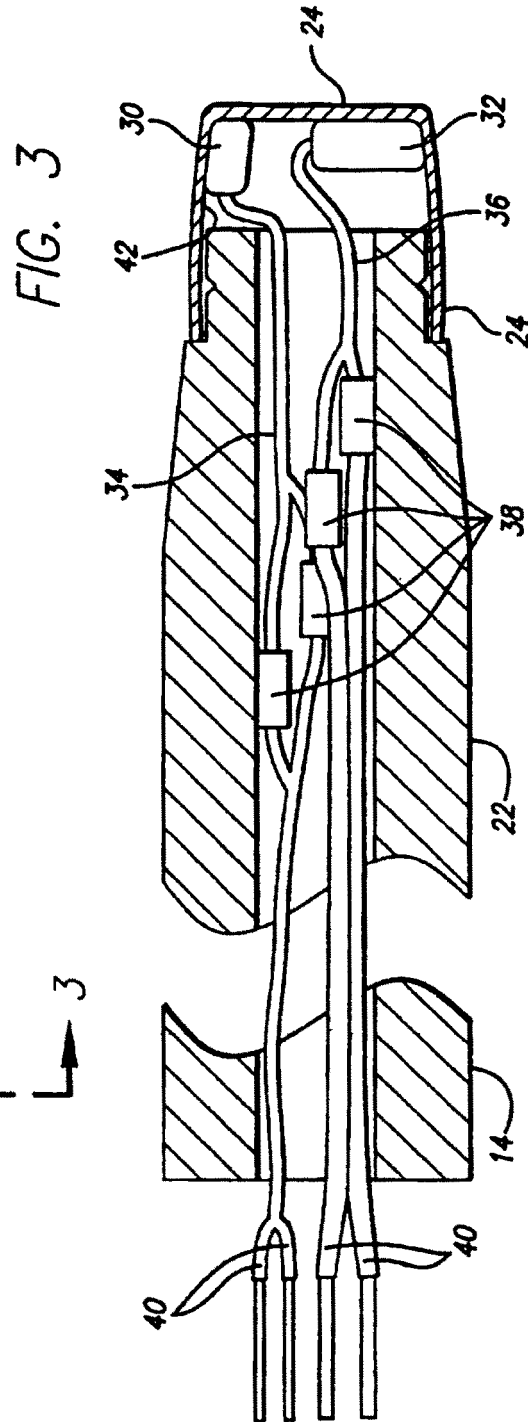
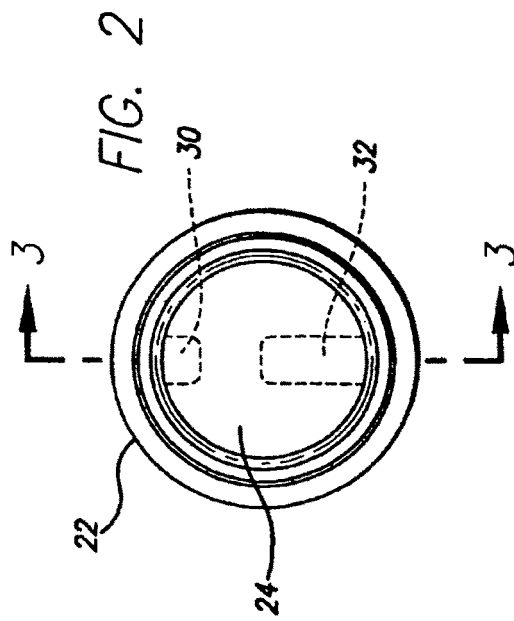
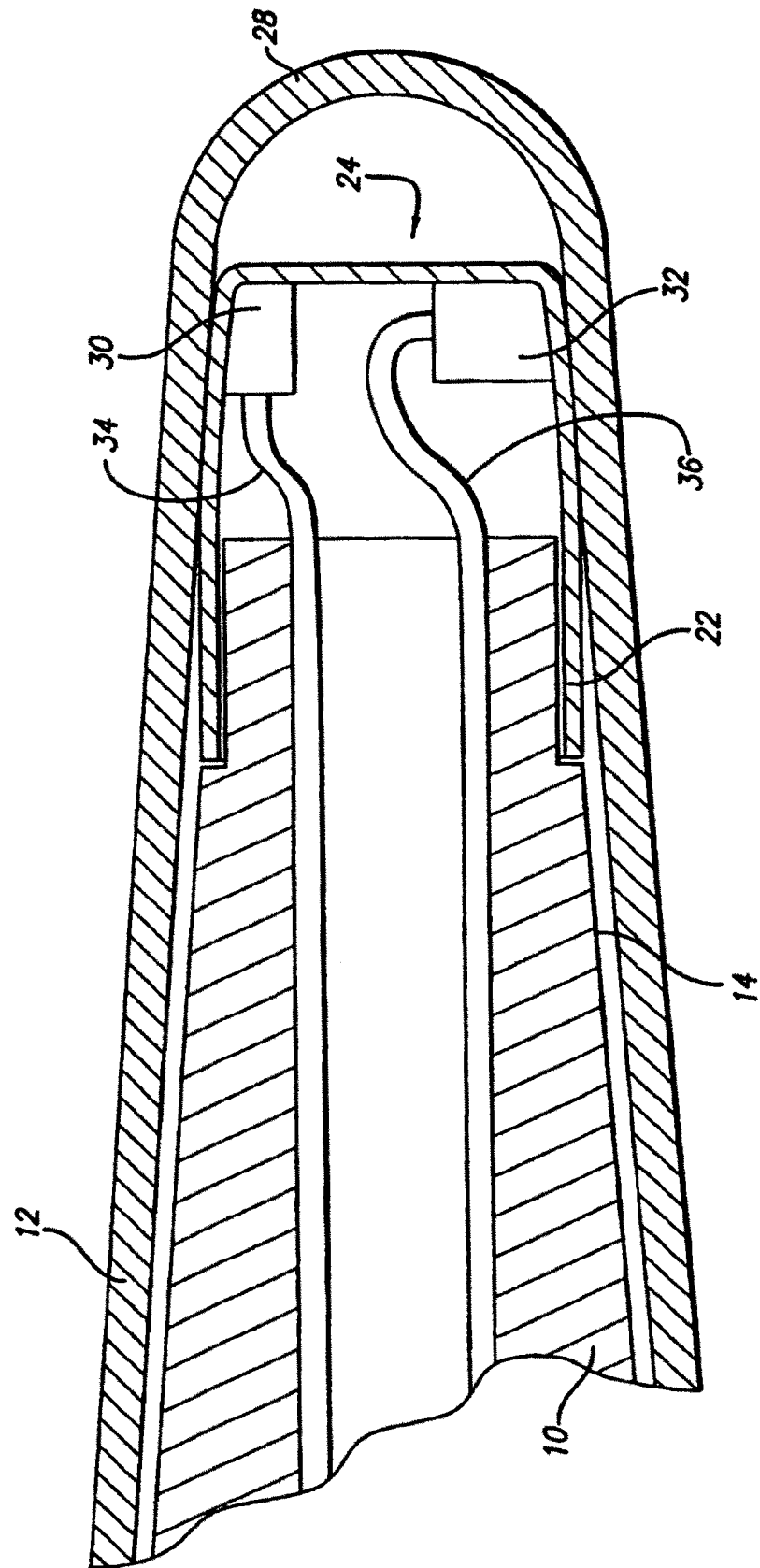
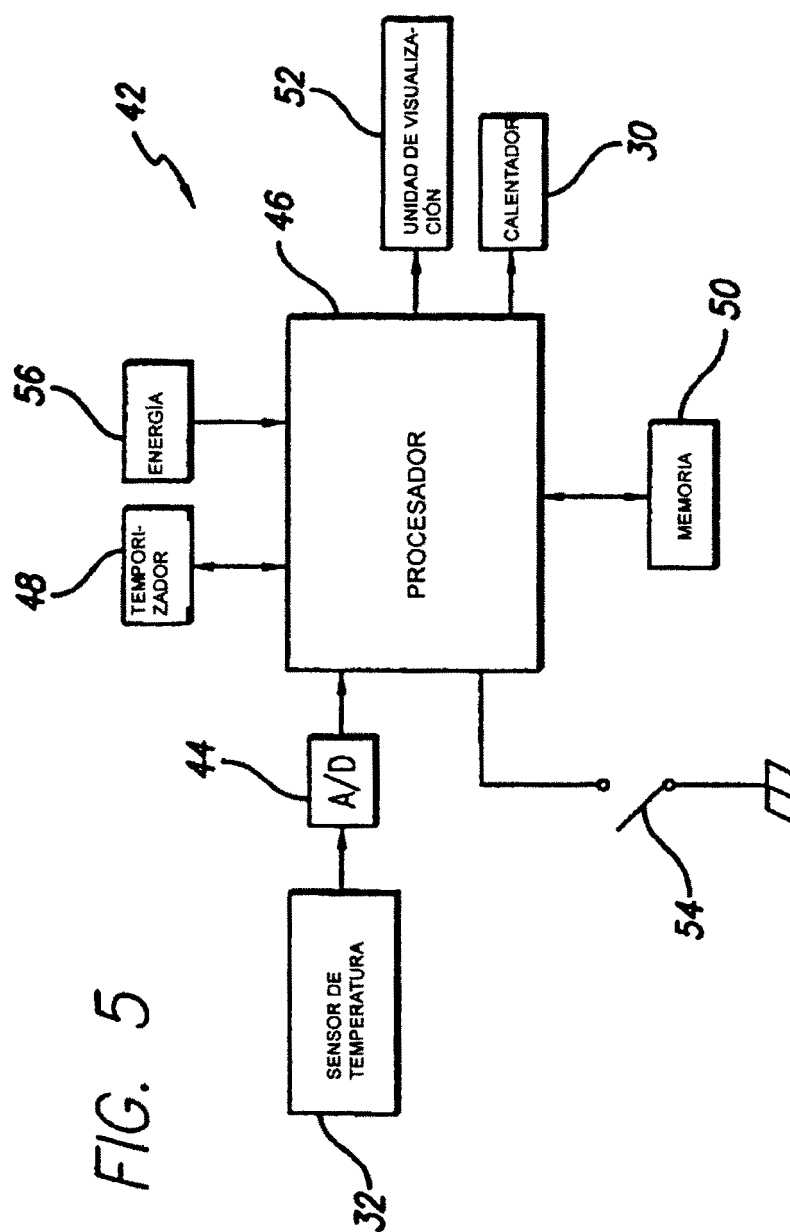
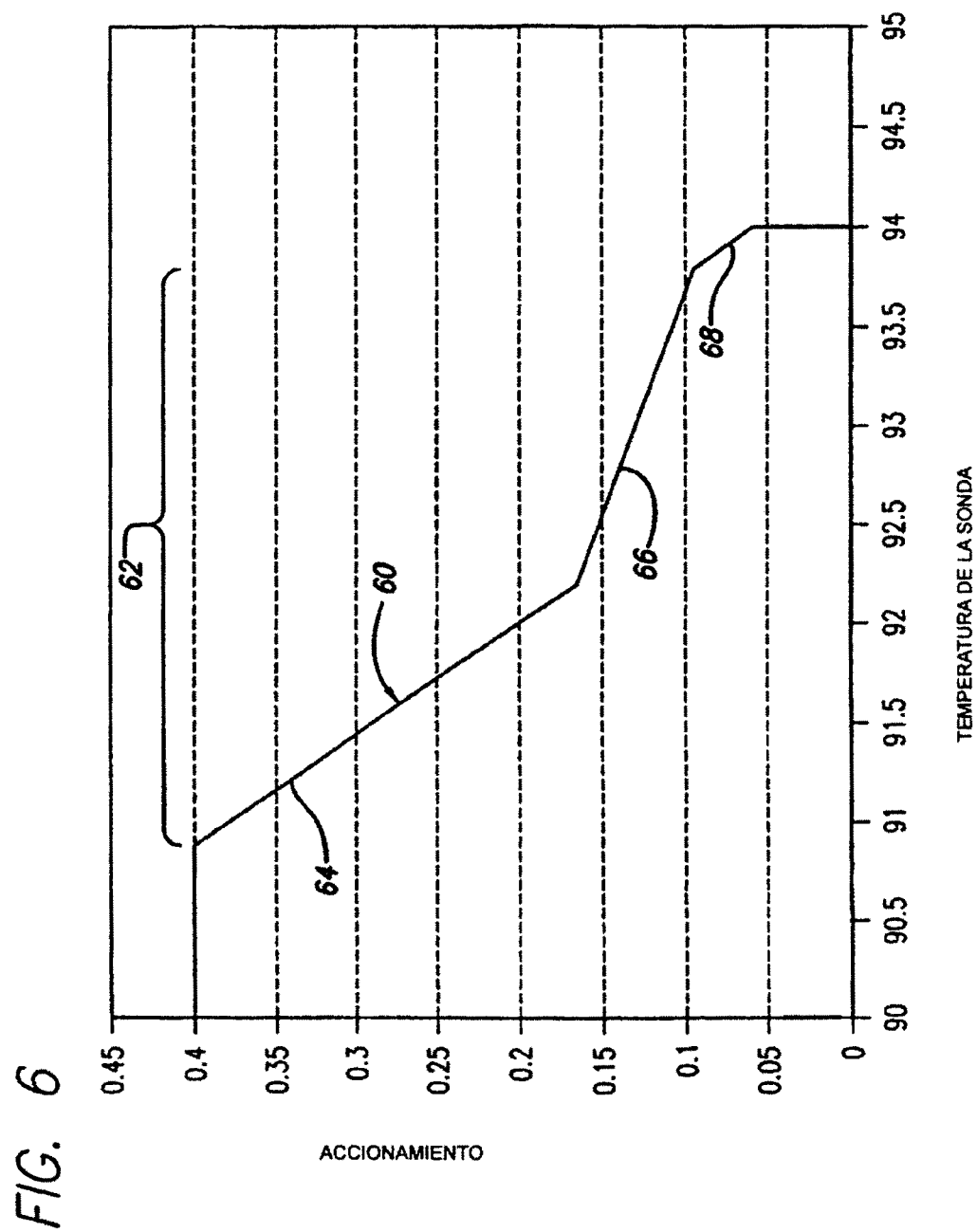


FIG. 4







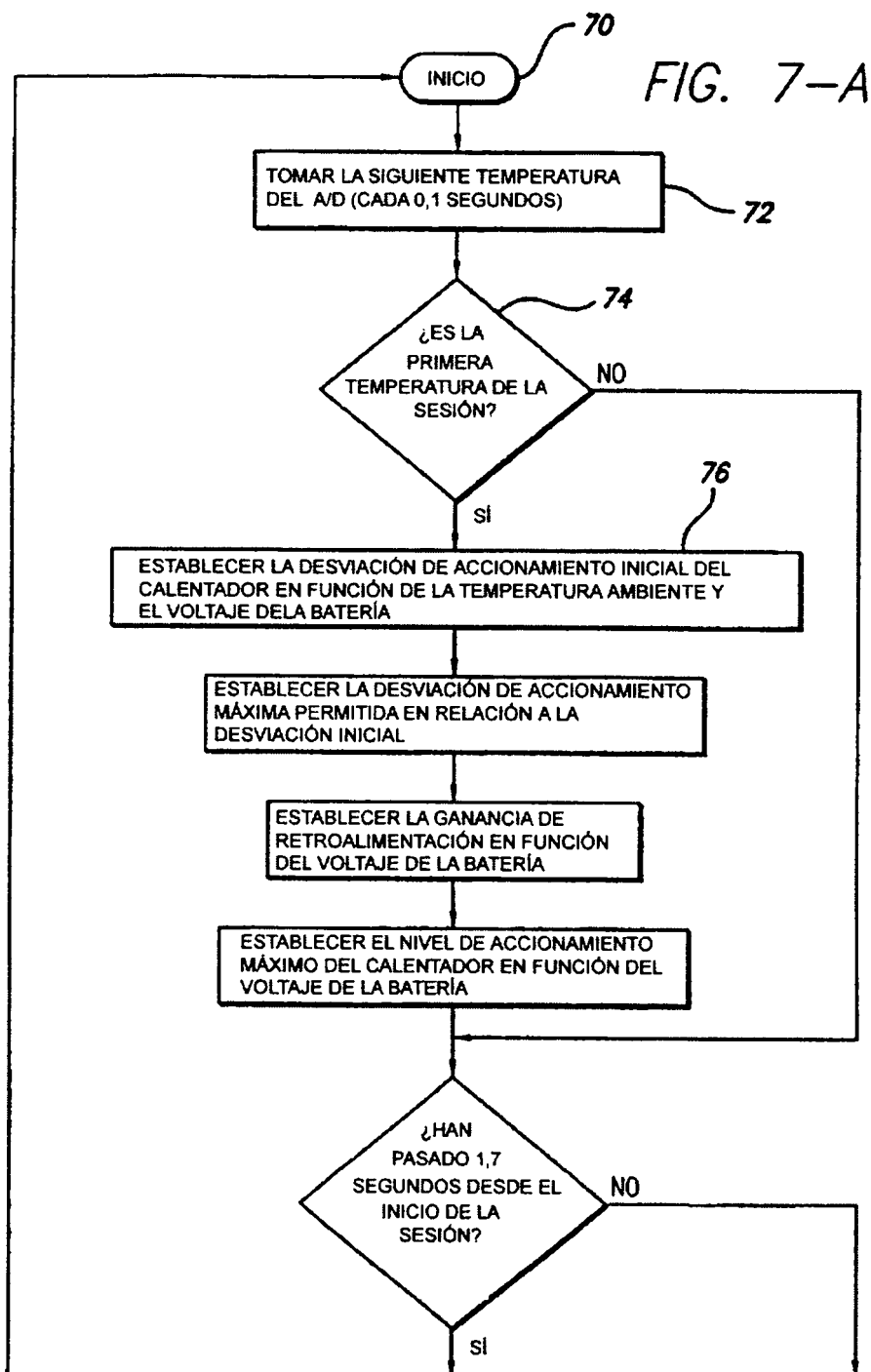
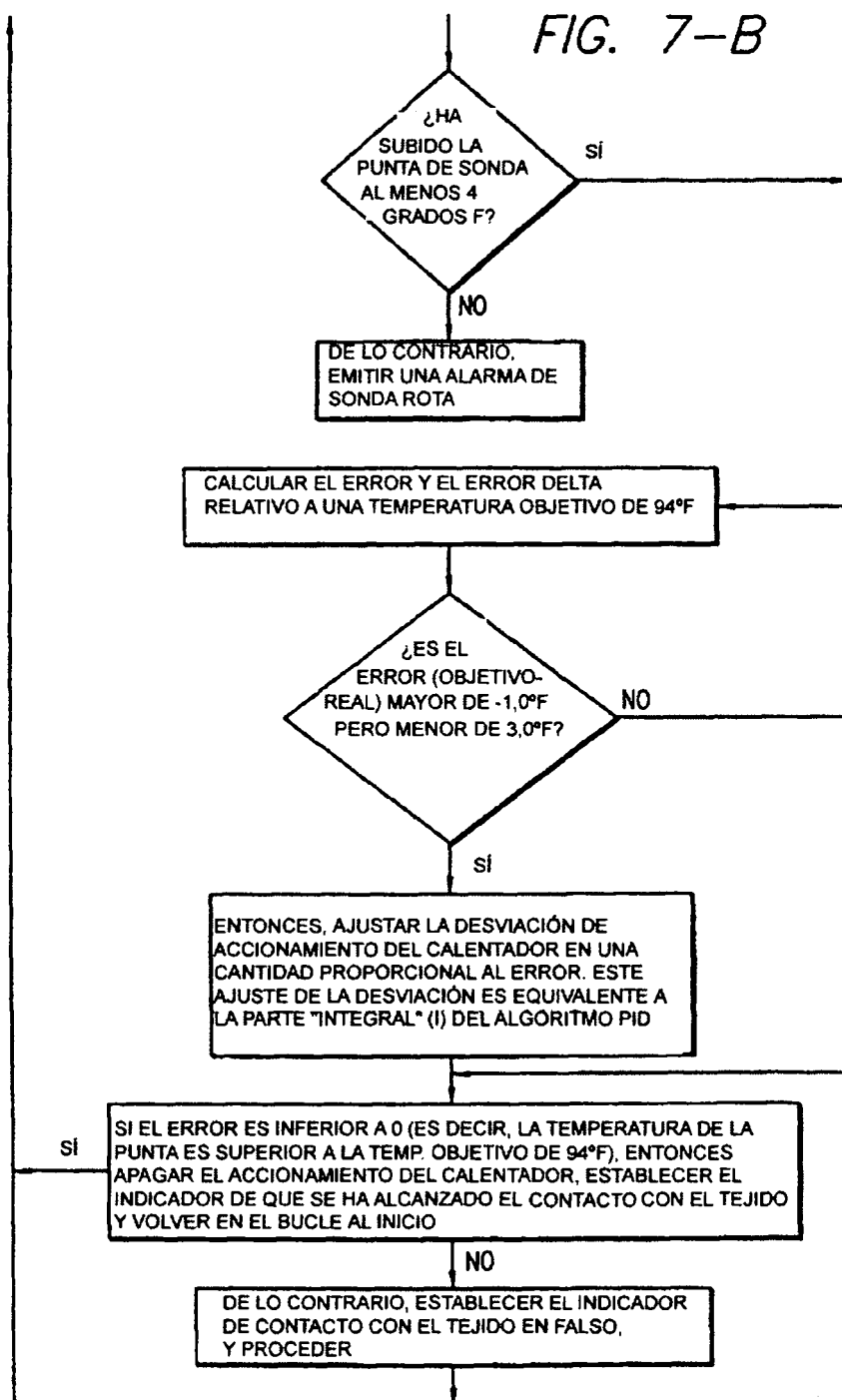


FIG. 7-B



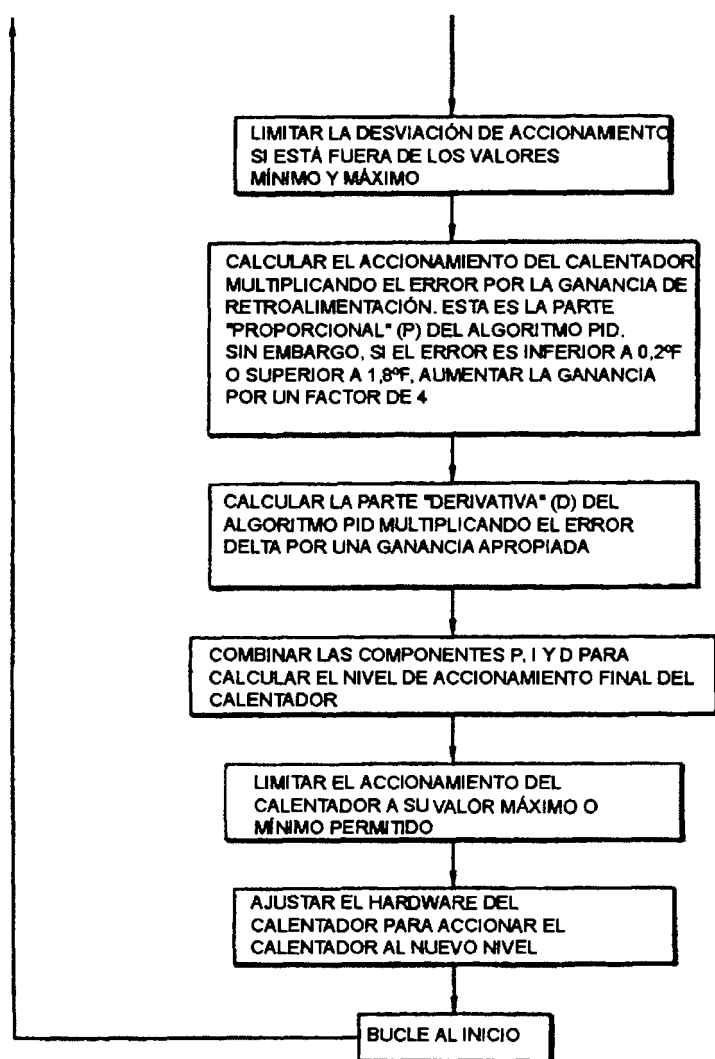


FIG. 7-C