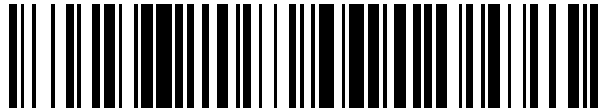


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 535 811**

51 Int. Cl.:

**A61B 5/05** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.03.2004 E 04722145 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.02.2015 EP 1603455**

54 Título: **Sistema para medir e indicar cambios en la resistencia de un cuerpo vivo**

30 Prioridad:

**19.03.2003 US 455948 P**

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

**18.05.2015**

73 Titular/es:

**CHURCH OF SPIRITUAL TECHNOLOGY (100.0%)  
419 North Larchmont, Suite 86  
Los Angeles, CA 90004, US**

72 Inventor/es:

**HUBBARD, LAFAYETTE RON;  
STINNETT, RICHARD;  
LILLEHAUGEN, TRENT y  
TEMPLES, JOHN**

74 Agente/Representante:

**VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro**

**ES 2 535 811 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 para medir e indicar cambios en la resistencia de un cuerpo vivo

**5 Antecedentes**

Dispositivos para medir y representar visualmente pequeños cambios en la resistencia de un cuerpo vivo han sido previamente descritos en la Patente Estadounidense N° 5.372.141, la Patente Estadounidense No. 3.290.589 y la patente Estadounidense N° 4.459.995, así como la Patente Estadounidense No. 6.011.992. Estos dispositivos generalmente incluyen un circuito de medición de resistencia, un circuito amplificador y un circuito indicador. En funcionamiento, el dispositivo mide los pequeños cambios de resistencia utilizando el circuito de medición de resistencia para generar una señal de medición indicativa de la magnitud de la resistencia. A continuación el circuito amplificador amplifica la señal de medición, y se utiliza la señal amplificada para accionar una representación visual tal como una aguja electromagnéticamente sensible de un medidor. La fiabilidad de las lecturas depende no sólo de una calibración adecuada del dispositivo, sino también del ajuste preciso de las ganancias y sensibilidades del circuito mientras se supervisa el cuerpo vivo.

Dispositivos de este tipo fueron primero concebidos y desarrollados por el inventor Hubbard para su uso en la monitorización, o la auditoría, de individuos como parte de un protocolo de asesoramiento. Los dispositivos se utilizan para detectar pequeños cambios en la resistencia eléctrica de la persona auditada mientras esa persona observa aspectos de su propia existencia, para mejorar su capacidad para confrontar quién es y en qué momento se encuentra. La capacidad de detectar y percibir visualmente las ocurrencias de cambios de resistencia muy pequeños y, a veces, bastante fugaces, así como ciertos patrones de cambios, resulta esencial para auditar al individuo de manera exacta y con la máxima eficacia.

Aunque los dispositivos de la técnica anterior previamente mencionados son adecuados para detectar los cambios de resistencia en el cuerpo vivo, resultan difíciles de calibrar correctamente y difíciles de operar de una manera que produzca consistentemente lecturas de pantalla percibidas con precisión. Parece que estas dificultades se deben a características tales como falta de linealidad de la señal, así como a cambios de componentes relacionados con la temperatura y relacionados con la edad, que pueden enmascarar o informar de manera falsa pequeños pero significativos cambios de medición.

El inventor Hubbard reconoció que la falta de linealidad en la señal es un factor significativo que complica enormemente la representación visual fiable de la información necesaria, y que la interacción entre los ajustes de rango y de sensibilidad de tales dispositivos complica aún más la capacidad de obtener lecturas claras. El Sr. Hubbard identificó adicionalmente los ligeros retrasos, tan cortos como 0,1 segundos, en la visualización de cambios de resistencia como una fuente adicional que complica la auditoría y determinó que la representación visual más eficaz requiere que incluso los cambios de resistencia más pequeños posibles sean percibidos con el menor retraso posible.

**40 Sumario de la invención**

La invención del presente documento es un dispositivo mejorado para medir e indicar la resistencia y los cambios de resistencia en un cuerpo vivo. El dispositivo utiliza procesamiento digital para mejorar la respuesta y la precisión de la representación visual. Una secuencia de calibración automática compensa sustancialmente los efectos de envejecimiento de los componentes, los cambios de temperatura y las tolerancias de fabricación en estas mediciones altamente sensibles. La circuitería preferida para los ajustes de sensibilidad impide que dichos ajustes afecten al circuito de medición de resistencia.

Estas y otras características de la invención se apreciarán a partir de la siguiente descripción de la realización preferida, de la cual forman parte los dibujos.

**Los dibujos**

55 En los Dibujos,

La Figura 1 es una vista frontal en perspectiva de una realización preferida de un dispositivo para medir e indicar cambios en la resistencia de un cuerpo vivo, que ha sido construido de acuerdo con la invención;  
 La Figura 2 es una vista superior en planta del medidor 16 preferido utilizado en el dispositivo de la Figura 1;  
 60 La Figura 3 aquí presente es un diagrama de bloques de la realización preferida de la circuitería utilizada por el dispositivo 10;  
 La Figura 4 aquí presente es una ilustración esquemática de la circuitería de extremo delantero preferida para construir el dispositivo de la Figura 1 de acuerdo con la invención;  
 La Figura 5 ilustra la disposición correcta de las Figuras 5A-5E que juntas, a su vez, ilustran un diagrama de bloques  
 65 esquemático de una unidad central de procesamiento preferida utilizada en el dispositivo de la Figura 1;

La Figura 6 es una ilustración esquemática de la circuitería de ajuste de sensibilidad preferida utilizada en el dispositivo de la Figura 1; y

La Figura 7 es una ilustración esquemática de la circuitería de accionamiento de medidor preferida utilizada en el dispositivo de la Figura 1.

5

### Descripción de la realización preferida

La Figura 1 es una vista frontal en perspectiva de una realización preferida de un dispositivo que ha sido construido de acuerdo con la invención para medir e indicar cambios en la resistencia de un cuerpo vivo. El dispositivo 10 comprende una carcasa 12 que tiene una ventana 14 a través de la cual es visible un medidor 16. Tal como se explicará más adelante, el medidor se utiliza para representar visualmente los valores de, y los cambios en, la resistencia del cuerpo de una persona que está siendo auditada por el dispositivo (en adelante, simplemente "resistencia del cuerpo"). Los expertos en la técnica reconocerán que representadores visuales diferentes a la del tipo de medidor descrito en el presente documento se encuentran dentro del alcance de la invención.

15

La carcasa 12 incluye una segunda ventana 18 para ver una pantalla 20. La pantalla 20 es preferiblemente una pantalla de cristal líquido (LCD) que representa visualmente de manera selectiva información tal como la fecha, la hora, la posición del brazo, el movimiento del brazo, el tiempo transcurrido durante la sesión de auditoría, el idioma elegido y otra información pertinente.

20

Tres botones 22A-C están asociados con la pantalla 20 para seleccionar y/o cambiar el idioma, la hora, la fecha, etc representados visualmente. Uno de los botones se utiliza para seleccionar un menú deseado de una serie de títulos de menú representados visualmente de manera secuencial. Los dos botones restantes se utilizan, respectivamente, para mover una barra de selección con respecto al menú para elegir entre una pluralidad de opciones listadas. El primer botón funciona entonces como un botón de selección para seleccionar la opción así identificada.

25

Se utiliza un segundo conjunto de tres botones 28a-c para seleccionar las sensibilidades del medidor, "baja", "media" y "alta", respectivamente. Tal como se analizará en más detalle a continuación, la sensibilidad seleccionada es una función del cambio de resistencia del cuerpo auditado, y una perilla de sensibilidad 26 trabaja en conjunto con los botones 28a-c para proporcionar un ajuste de sensibilidad adicional. Para ello, una escala estacionaria de 32 segmentos está impresa en la carcasa alrededor de la perilla 26. El dispositivo está configurado de tal modo que un ajuste de la perilla de "32" en el rango "bajo" seleccionado con el botón 28a produzca una sensibilidad del medidor equivalente a un ajuste de la perilla de "1" en el rango medio seleccionado con el botón 28b, y un ajuste de la perilla de "32" en ese rango medio produzca una sensibilidad del medidor equivalente a un ajuste de la perilla de "1" en el rango alto seleccionado con el botón 28c. Tal como se muestra adicionalmente a continuación, el rango bajo impone una ganancia de aproximadamente 1 en la señal de medición derivada de la resistencia del cuerpo, el rango medio impone una ganancia de aproximadamente 9,5 en la señal, y el rango alto impone una ganancia en la señal de  $(9,5)^2$ , o 90,25 aproximadamente. Naturalmente, todas estas ganancias y relaciones numéricas pueden variarse sin alejarse del espíritu o alcance de la invención.

40

El dispositivo 10 incluye adicionalmente un botón 29 de "prueba de la batería", un botón de encendido/apagado 31, y un botón 33 de "ajuste fino del medidor".

Una perilla giratoria 24 se utiliza para seleccionar el rango apropiado para el medidor 16, tal como se describe a continuación, y normalmente los usuarios experimentados de estos dispositivos la denominan perilla de "TA". En consecuencia, en el presente documento se utilizará el término "TA" para referirse al ajuste ocasional del rango del medidor. La perilla de TA 24 está preferiblemente acoplada con un codificador óptico situado dentro de la carcasa que produce un valor digital indicativo de la posición de rotación de la perilla. Convenientemente puede pensarse en la posición de giro de la perilla en términos del número de grados que haya sido girada desde el extremo del sentido antihorario, pero convenientemente se analizará en términos del valor de TA representado por su posición. Por consiguiente, la perilla está conformada en 24A a un valor de TA sobre una escala numérica 36, estacionaria y dispuesta circunferencialmente, impresa sobre la carcasa 12. La escala está preferiblemente provista de graduaciones marcadas de "0" a "6" sobre un arco de 240° aproximadamente, y normalmente la perilla se gira en sentido horario desde un valor de TA de 0,5 hasta un valor de TA de 6,5 durante el procedimiento de auditoría. Debe observarse que los números y la separación han sido elegidos para ser compatibles con dispositivos anteriores, tales como los ilustrados y descritos en el documento U.S. 4.459.995, y que podrá utilizarse cualquier serie de números, letras u otras marcas dispuestas sobre cualquier arco conveniente sin alejarse del espíritu de la invención.

55

Un par de electrodos 30, 32 están acoplados de manera desmontable a un conector 34 en la parte posterior de la carcasa 12, y están adaptados para que los sostenga la persona que esté siendo auditada. Sin embargo, cualquiera de los otros numerosos métodos de sujeción a un cuerpo vivo, y todos ellos, también están dentro del alcance de esta invención. Los electrodos pueden tener cualquier forma apropiada. Es preferible, sin embargo, que una persona auditada sostenga un electrodo en cada mano, y se ha observado que un electrodo generalmente cilíndrico puede ser agarrado cómodamente por la persona auditada y es por lo tanto preferible.

65

La Figura 2 es una vista superior del medidor preferido 16. El medidor es preferiblemente un medidor de bobina móvil capaz de leer de 0 a 100 microamperios en deflexión a plena escala, y tiene una escala arqueada 38 dividida en secciones. Aproximadamente a un tercio de la distancia desde su extremo izquierdo, la escala muestra un pequeño sector de arco marcado "AJUSTE". En funcionamiento, y durante la calibración previa a la operación del medidor, se dice que su aguja 17 está "en AJUSTE" cuando la aguja apunta al segmento de la escala etiquetado como "AJUSTE". La perilla de TA 24 se utiliza para periódicamente traer de nuevo la aguja a la zona cercana a AJUSTE durante el proceso de auditoría, y la sensibilidad del medidor se ajusta mediante los botones 22a-22c y la perilla 26 antes de o durante el procedimiento de auditoría para obtener desviaciones de la aguja apropiadamente significativas. Preferiblemente, no fluirá una corriente de electrodo superior a 50 micro-amperios a través del cuerpo de la persona auditada. Se ha observado que este nivel asegura la comodidad de la persona, al tiempo que proporciona "lecturas" de aguja de sensibilidad apropiada a medida que se supervisa a la persona durante la auditoría.

La Figura 3 es un diagrama de bloques de la realización preferida de la circuitería utilizada por el dispositivo 10. Tal como se muestra en la Figura 3, una señal de salida analógica 480 generada por un conversor digital-analógico 479 acciona el medidor 16, en respuesta a una serie de valores digitales 478 producidos por una unidad de procesamiento central 400. La unidad de procesamiento central 400, a su vez, es sensible a unas respectivas señales de entrada 190, 290 y 390 de una circuitería de extremo delantero 100, una circuitería de TA 200 y una circuitería de sensibilidad 300.

La circuitería de extremo delantero 100 está representada esquemáticamente en la Figura 4. Durante la operación de monitorización, produce un valor digital indicativo de la resistencia eléctrica del cuerpo vivo auditado. Cuando el dispositivo está encendido, produce datos de calibración para su uso durante la operación de monitorización.

La circuitería de extremo delantero 100 comprende un circuito de detección de resistencia 108 para producir una señal de medición indicativa de la resistencia del cuerpo, un seguidor de voltaje 110 para filtrar y aislar la señal de medición de los efectos de otros componentes del sistema, y un conversor analógico-digital 120a para convertir la señal de medición a un valor digital indicativo de la resistencia del cuerpo medida por el circuito de detección de resistencia.

El circuito de detección de resistencia es preferiblemente del tipo de divisor de voltaje acoplado eléctricamente entre un voltaje positivo  $V_{DD}$  de fuente de C.C. y una toma a tierra GND. Durante la sesión de auditoría, el circuito de detección de resistencia comprende un resistor  $R_1$  de 4,99K, la resistencia del cuerpo  $R_{pc}$  (detectada entre los electrodos 30, 32 acoplados a unas clavijas 1 y 3 del conector 104), y un resistor  $R_3$  de 45,3K, todos acoplados en serie entre el voltaje  $V_{DD}$  de fuente de C.C. y la toma a tierra. Cuando se han desconectado los electrodos de monitorización del conector 104, el conector está configurado para poder acoplar eléctricamente las clavijas 2 y 3 entre sí, colocando el resistor  $R_2$  de 5k a través del conector.

El resistor  $R_1$  no está eléctricamente acoplado directamente al conector de electrodo 104, sino que está acoplado al mismo (y a la resistencia del cuerpo  $R_{pc}$ ) a través de un multiplexor/demultiplexor analógico 102, preferiblemente un Burr Brown MC14051BD. Más específicamente, se acopla  $R_1$  a la clavija X del multiplexor/demultiplexor (en adelante, el "multiplexor") 102. El multiplexor 102 está configurado para conectar su clavija X a una clavija seleccionada  $X_0, X_1, X_2, X_3$ , en respuesta a una señal de selección asociada respectivamente aplicada en sus clavijas A, B, C.

El multiplexor 102 se coloca formando circuito con los resistores de división de voltaje para su uso durante el proceso de calibración anteriormente descrito. Durante la auditoría normal de un cuerpo vivo, acopla eléctricamente la clavija X con la clavija  $X_0$ , poniendo el resistor  $R_1$  en serie con la resistencia del cuerpo  $R_{pc}$ . El resultado es un voltaje de medición analógico  $e_0$  que varía con las variaciones en la resistencia del cuerpo de acuerdo con la ecuación de división de voltaje,

$$e_0 = \frac{R_3}{R_1 + R_{pc} + R_3} \times V_{DD} \quad (\text{Ec. 1})$$

La señal de medición  $e_0$  es suministrada a un amplificador operacional 110 configurado como un seguidor de voltaje. El amplificador operacional preferido es un Burr Brown LT1677CS8. La salida del amplificador operacional 110 se aplica a un conversor analógico a digital 120 de 24 bits, preferiblemente un Burr Brown ADS 1210U, y en sus clavijas de salida SDO y SDIO se produce un valor digital representativo de la resistencia del cuerpo medida para ser aplicado temporizadamente a la clavija 66 de la unidad de procesamiento central ("CPU") 400 en respuesta a unos pulsos de reloj aplicados en la clavija SCLK.

FUNCIÓN DE CALIBRACIÓN

Los expertos en la técnica reconocerán que puede haber numerosas fuentes de error al representar las resistencias del cuerpo  $R_{pc}$  como voltajes de medición  $e_0$ . Por ejemplo, los valores de las resistencias del circuito pueden variar con el tiempo y también pueden variar con la temperatura, afectando a la exactitud de la red divisora de voltaje. Además, los niveles de voltaje internos, las corrientes de fuga y los voltajes de desvío dentro de los componentes de estado sólido del dispositivo pueden variar con la edad y/o los cambios de temperatura y pueden variar de un dispositivo a otro dentro de las tolerancias normales, especificadas y no especificadas, de los componentes. Aunque pueden utilizarse componentes con tolerancias extremadamente pequeñas para minimizar dichos errores, tales componentes son bastante caros, y aún así los errores no quedan completamente eliminados. Dado que tales errores pueden enmascarar o resultar en informes falsos de cambios de medición pequeños pero significativos, los dispositivos de este tipo incluyen necesariamente un proceso de calibración destinado a minimizar este tipo de errores. Tales procedimientos de calibración de la técnica anterior son bastante complejos y normalmente requieren la devolución de los dispositivos a la fábrica una vez al año.

De acuerdo con un aspecto de la invención, se incluye un circuito de calibración que puede calibrar automáticamente el dispositivo cada vez que se encienda el dispositivo. En primer lugar, se obtiene una señal de medición real  $e_0$  en un número de puntos de referencia. Los puntos de referencia se seleccionan mediante la sustitución de una resistencia conocida para la resistencia del cuerpo  $R_{pc}$ . Algunas de estas resistencias conocidas, o todas ellas, son valores normalizados que se han asociado con valores de TA en el pasado. Por ejemplo, en el pasado se ha elegido una resistencia corporal igual a 5k ohmios como la resistencia que pondrá la aguja del medidor en AJUSTE para un ajuste de TA de "2", una resistencia corporal de 12,5 k ohmios hará lo mismo para un valor de TA de "3", etc.

Tal como se describe a continuación, el procedimiento de calibración del presente documento reemplaza  $R_{pc}$  por un resistor de 5k ohmios, un resistor de 12,5 k ohmios y un cortocircuito de modo que el valor real de la señal de medición  $e_0$  para cada uno de tales puntos de calibración pueda obtenerse, digitalizarse y almacenarse temporalmente. A continuación se calcula un modelo, a partir de estos valores de señal almacenados, para el valor de la señal de medición que pondrá el medidor en AJUSTE para cada uno de los otros valores de TA. Durante el proceso de monitorización, el valor de la resistencia del cuerpo auditado se compara con el valor almacenado que pondría al medidor en AJUSTE para la TA que haya sido marcada, y se utiliza la diferencia entre los valores de señal para accionar la aguja del medidor, compensando de este modo los cambios de componente descritos anteriormente. Naturalmente, el número de puntos de calibración, así como los valores de TA utilizados, pueden variarse sin alejarse de la invención.

Por consiguiente, al ser encendida, la CPU 400 envía señales de selección apropiadas a las clavijas 9, 10, 11 del multiplicador 102 para causar el acoplamiento secuencial de su terminal X con los terminales  $X_1$ ,  $X_2$ , y  $X_3$ , poniendo respectivamente un resistor R2 de 4,99K, un resistor R4 de 12,4K, y un cortocircuito en serie con los resistores R1 y R3 en lugar de  $R_{pc}$ . En cada condición se suministra el valor de  $e_0$  al amplificador operacional 110, se digitaliza mediante el conversor 120 y se emite a la unidad central de procesamiento 400. Los valores anteriores se eligieron para R2 y R4 porque históricamente los rangos de TA "2" y "3" han sido los ajustes más utilizados al monitorizar la resistencia del cuerpo. La condición de cortocircuito se utiliza para proporcionar fácilmente puntos de datos adicionales. También podría utilizarse una condición de circuito abierto.

El valor del voltaje de medición está relacionado con los valores de la resistencia y el voltaje de la fuente CC por las ecuaciones:

$$\frac{R3}{R1 + R2 + R3} \times V_{DD} \quad \text{cuando se selecciona terminal X1,} \quad (\text{Ec. 2})$$

$$\frac{R3}{R1 + R4 + R3} \times V_{DD} \quad \text{cuando se selecciona terminal X2,} \quad (\text{Ec. 3})$$

$$\frac{R3}{R1 + R3} \times V_{DD} \quad \text{cuando se selecciona terminal X3,} \quad (\text{Ec. 4})$$

Si se deseara una condición de circuito abierto, podría seleccionarse el terminal X4, generando una señal medida de  $e_{\text{error}}$ , en donde  $e_{\text{error}}$  es cualquier voltaje distinto de cero que se detecte en lugar del voltaje cero detectado idealmente. En la condición de circuito abierto, el voltaje de medición es teóricamente cero, pero los errores debidos a voltajes de desvío de componentes, corrientes de fuga y similares pueden causar un voltaje a través de R3, y en consecuencia ser detectados y en última instancia compensados.

Una vez obtenidos los valores de voltaje de medición  $e_0$  para los valores de resistor elegidos de R2 (4,99K), R4 (12,4K) y cero (el cortocircuito), la CPU 400 calcula los valores efectivos de R1 y R3, a partir de la anterior solución simultánea de las Ecuaciones 2-4, utilizando el valor conocido de  $V_{DD}$ .

Una vez calculados los valores efectivos de R1 y R3, a continuación el dispositivo calcula la resistencia eléctrica efectiva asociada al conector 104 y a los conductores internos asociados con el mismo. El multiplexor 102 conecta su entrada X al terminal X<sub>0</sub>. Con los electrodos 30, 32 desconectados del conector 104, el conector 104 está configurado para acoplar eléctricamente sus clavijas 2 y 3 entre sí. En consecuencia los electrodos están desconectados durante esta etapa, por lo que el terminal X<sub>0</sub> del multiplexor está conectado a la clavija 2 del conector 104 y por lo tanto a R2, R3 y tierra. El valor de la señal de medición e<sub>0</sub> así obtenido está desviado, con respecto al valor que se obtuvo cuando se seleccionó R2 a través de la clavija X<sub>1</sub> del multiplexor, en una cantidad correspondiente a la resistencia efectiva del conector. Puesto que la resistencia del conector se suma a la resistencia del cuerpo detectada durante la auditoría, se calcula el valor de la resistencia del conector y a partir de ahí la CPU 400 lo resta de todos los valores de resistencia del cuerpo detectados durante la auditoría.

Los valores calculados de R1, R3 y la resistencia del conector se utilizan para ajustar los otros valores de señal de medición que colocan la aguja del medidor en AJUSTE, tal como se describió anteriormente. Históricamente, por ejemplo, un valor de TA de 2 colocará idealmente la aguja del medidor en AJUSTE cuando se coloque un resistor de 5K a través de los electrodos. Para los valores de TA de 3, 4, 5, los valores de resistor han sido tradicionalmente 12,5K, 30K y 100K. Para mantener la consistencia con los dispositivos de este tipo de la técnica anterior, es deseable mantener estas mismas relaciones nominales, aunque por otro lado los expertos en la técnica reconocerán que esto no es necesario.

## AUDITORÍA

Tras la calibración, y durante la monitorización del cuerpo vivo, el valor instantáneo de la resistencia del cuerpo R<sub>pc</sub> se detecta a través de los electrodos 30, 32, el conversor 120 digitaliza la señal de medición resultante e<sub>0</sub> y la pasa a la CPU 400 en donde se compara con el valor correspondiente a la TA marcada en ese momento, y se utiliza la diferencia entre los dos valores de señal para accionar la aguja del medidor desde AJUSTE.

Por consiguiente, hasta el momento la CPU 400 ha recibido dos entradas. En primer lugar, calcula la resistencia del cuerpo monitorizado (R<sub>pc</sub>) a partir del valor digitalizado de la señal de medición de acuerdo con la anterior Ecuación 1, y teniendo en cuenta la resistencia del conector. Esto normalmente se realiza en tiempo real.

A continuación la CPU resta un valor de resistencia (R<sub>TA</sub>) que calcula a partir de la posición de la perilla de codificador óptico 24. A este respecto, la perilla de TA se gira normalmente durante el procedimiento de auditoría para colocar la aguja del medidor en AJUSTE o cerca de AJUSTE. A medida que gira la perilla de TA, hace girar el eje del codificador digital 200, generando un valor digital en la CPU indicativo de la posición de rotación de la perilla. El valor digital se correlaciona con el valor de TA asociado con la posición de la perilla, que está indicado en la escala adyacente a la perilla. El valor indicativo de la posición digital aplicado a la CPU 400 es procesado por la misma para calcular un valor de resistencia para la posición de TA marcada de acuerdo con una ecuación preferida:

$$R_{TA} = \frac{3}{0,00016611111 - 0,0000255556(TA)}$$

en donde TA es el valor de TA.

La diferencia entre los dos valores es el valor que constituye la base de la señal de accionamiento de aguja que se aplica al medidor 16. La cantidad en la que la aguja se ve alejada de AJUSTE es una función de la magnitud de la diferencia. Tal como se analiza a continuación, puede aplicarse una ganancia ajustable de "sensibilidad" para controlar el grado en el que una magnitud de diferencia mueve la aguja. Sin embargo, se apreciará que la señal de diferencia, en sí, no se ve afectada por los ajustes de sensibilidad.

## CARACTERÍSTICA DE SENSIBILIDAD

Tal como se ha descrito anteriormente, la CPU 400 calcula la resistencia del cuerpo a través de los electrodos a partir de cada valor muestreado del voltaje de medición restando de RTA el valor muestreado de la resistencia del cuerpo. Si la diferencia es "0", el procesador produce un valor de salida digital que se acopla al medidor a través de un conversor digital-analógico y coloca la aguja del medidor en AJUSTE. Si la diferencia es positiva, se acciona la aguja hacia la derecha de AJUSTE. Si la diferencia es un valor negativo, se acciona la aguja hacia la izquierda de AJUSTE. Si el operador cambia la posición de la perilla de TA, la resistencia del cuerpo monitorizado se compara con nuevos valores a medida que se gira la perilla hasta que el operador del dispositivo obtenga la lectura de medidor deseada.

La distancia a la que se desplaza la aguja desde AJUSTE depende del ajuste de la perilla de sensibilidad 20 (Figura 1). El ajuste de sensibilidad determina el número de incrementos que se mueve la aguja en la escala del medidor para un cambio de señal. Los incrementos se denominan convenientemente "T" en tanto que aparecen en el medidor preferido como una serie de T invertidas (Figura 2). Por lo tanto, el ajuste de sensibilidad determina la magnitud del movimiento de la aguja alejándose de AJUSTE para un determinado cambio en la resistencia del

cuerpo, y está indicado de manera conveniente como "ohmios/T"; es decir, el cambio en la resistencia del cuerpo requerido para mover la aguja un incremento "T" en la escala del medidor.

5 Utilizando un algoritmo apropiado que se analiza a continuación, puede hacerse que las lecturas de la aguja del medidor sean más precisamente indicativas de los cambios en la resistencia del cuerpo monitorizado. Por ejemplo, la falta de linealidad en la relación puede modelarse para producir una lectura que se haya pasado por alto previamente debido a la asunción de una relación lineal cuando la relación entre deflexión de la aguja y el cambio en la resistencia del cuerpo no sea lineal en todo el rango de TA. Adicionalmente, se ha observado que es mucho más difícil colocar la aguja en AJUSTE con valores de TA más elevados, y retener la aguja dentro del rango representado visualmente del medidor con valores de TA más elevados que con valores de TA más bajos. El resultado es una disminución en la facilidad de uso en valores de TA elevados y bajos. Por lo tanto, es altamente deseable aislar los ajustes de sensibilidad con respecto a los ajustes de rango, lo cual se ha hecho tal como se ha descrito anteriormente. Además, es altamente deseable disminuir automáticamente la sensibilidad con los valores de TA más elevados, y aumentar automáticamente la sensibilidad con los valores de TA bajos, para aumentar la facilidad de uso general del dispositivo.

En consecuencia, el procesador central 400 proporciona un factor de ganancia de corrección automática a la señal de accionamiento del medidor con el propósito de aumentar sustancialmente la eliminación de la posibilidad de lecturas falsas y enmascaradas a través del rango utilizable de valores de TA. Los factores de ganancia preferidos son:

Para los valores de TA:	El factor es:
$2,0 \leq TA \leq 5,5:$	1
$TA > 5,5:$	45450,0
	$3,0$
	$0,0001661111111 - 0,00002555555556 \times TA$
	- 71941,30435
$Para TA < 2,0:$	$4999,956522$
	$3,0$
	$0,0001661111111 - 0,00002555555556 \times TA$
	- 21087

25 En consecuencia, el valor de accionamiento de aguja enviado por la CPU 400 al convertor digital-analógico se multiplica primero por el más apropiado de los tres factores de ganancia anteriores, de acuerdo con el valor de TA aplicado por el codificador óptico a la clavija 36 del procesador 400, antes de ser aplicado al convertor. Se utiliza un codificador óptico porque no es sensible a la temperatura, carece de los contactos móviles que limitan la vida útil de un potenciómetro al sufrir un desgaste por fricción, y produce un valor digital de alta precisión que puede utilizar la CPU sin conversión analógico-digital.

30 La Figura 6 es una representación en diagrama de bloques de la circuitería de ajuste de sensibilidad utilizada por el dispositivo de acuerdo con la invención. La CPU 400, preferiblemente una Mitsubishi Electric M30624FGAQFP e ilustrado en la Figura 5) recibe una primera señal de sensibilidad en las clavijas 52 a 54 y 74 indicativa del botón seleccionado de entre los botones de rango de sensibilidad alta, media y baja 28a-c (Figura 1), y una segunda señal de sensibilidad en la clavija 93 indicativa del ajuste de la perilla de sensibilidad 26 (Figura 1).

40 La CPU 400 detecta en las clavijas 52, 53, 54 y 73 cuál de los tres botones de sensibilidad de rango 28a-c ha sido pulsado. Los botones de sensibilidad 28a-c, junto con los otros botones ilustrados en la Figura 1, son parte de una matriz de circuito electrónico en la que a cada botón da servicio un único par de conductores que forman conceptualmente las filas y columnas de la matriz. La pulsación del botón cambia el nivel de la lógica del par conductor asociado con el botón, y el procesador detecta la activación de ese par. Por ejemplo, tres botones de rango de sensibilidad están asociados con la fila 1 de la matriz, y la pulsación de cualquiera de esos botones cambia en consecuencia el nivel lógico del conductor asociado con la fila 1, que está monitorizado por la clavija 74 de la CPU 400. El botón de rango de alta sensibilidad 26a está asignado a una dirección de matriz de la columna 1, y el conductor asociado con la columna 1 de la matriz se ve sometido en consecuencia a un cambio de nivel lógico cuando se pulsa ese botón, lo que es detectado por la clavija 54 de la CPU.

Por lo tanto, la CPU amplifica digitalmente la señal de accionamiento de medidor por un factor de 100, ya que ha detectado las señales de nivel lógico apropiadas en las clavijas 54 y 74. (Tal como se ha descrito anteriormente, el

ajuste de alta sensibilidad ofrece una ganancia de  $(9,5)^2$ , mientras que los botones de sensibilidad media y baja proporcionan ganancias de 9,5 y 1, respectivamente.

Del mismo modo, al botón de rango de sensibilidad media 26b y al botón de rango de sensibilidad baja 26c, se les asigna respectivamente las direcciones de columna 2 y 3, y los conductores asociados con estas columnas están monitorizados respectivamente por las clavijas 52 y 53 de la CPU. Los expertos en la técnica reconocerán que el uso de la amplificación digital elimina la amplificación no deseada de ruido que acompañaría a la amplificación de un valor de señal analógica, haciendo que los pequeños cambios en la resistencia del cuerpo sean más perceptibles visualmente con el dispositivo en cuestión.

La señal de posición de perilla de sensibilidad 532 se aplica a la clavija 93 de la CPU 400, en donde es acoplada internamente a un conversor analógico-digital que produce un valor digital indicativo del ajuste de la perilla. Tal como se ilustra en la Figura 6, la perilla de sensibilidad está acoplada mecánicamente al cursor 526A de un potenciómetro 526 que está acoplado en serie entre un resistor 530 de 10K y un resistor 532 de 10K en circuito entre el voltaje  $V_{DD}$  de la fuente de CC y la toma de tierra GND. El resistor 530, el potenciómetro 526 y el resistor 532 forman una red divisora de voltaje. La señal de posición de perilla de sensibilidad 532 es en consecuencia una señal de nivel de CC que aumenta a medida que se gira la perilla en sentido horario y el cursor se aleja de la toma de tierra.

Los valores nominales no ajustados para los ajustes de sensibilidad se introducen en el procesador durante la calibración en fábrica cuando se fabrica el dispositivo.

#### Circuitos de accionamiento de medidor

La Figura 7 es una ilustración de diagrama de bloques de la circuitería de accionamiento de medidor preferida utilizada en un dispositivo construido de acuerdo con la invención.

Las señales de salida del procesador 400 tomadas en las clavijas 40 y 42-45 se acoplan a un conversor digital-analógico 602. La señal de salida analógica 604 del conversor 602 se acopla preferiblemente a un circuito de control 606 que compensa la balística variable de los movimientos de medidor entre dispositivo y dispositivo. El circuito de control 606 comprende un amplificador operacional 608 que recibe la salida del conversor digital-analógico 602 en la forma de una entrada "de selección de chip", una entrada de "reloj", una entrada de "datos", una entrada de "carga" y una entrada de "despejado" en las clavijas 2, 3, 4, 5, 6, respectivamente. Cuando el conversor 602 recibe la señal de "selección" apropiada en la clavija 2, permite que los datos digitales en la clavija 4 sean temporizados a una velocidad determinada por el pulso de reloj en la clavija 3. La señal de salida analógica 604 resultante se produce en la clavija 8 y se aplica a un circuito de accionamiento por corriente 606 que acciona electromagnéticamente la aguja del medidor a través de la bobina de medidor 614.

El circuito de accionamiento por corriente 606 comprende un amplificador operacional 608, que recibe la señal de salida analógica 604 en su entrada no inversora. La salida del amplificador operacional 608 es realimentada parcialmente a su entrada inversora hasta un grado controlado por un potenciómetro digital 610, en el bucle de realimentación, cuya resistencia se establece mediante los datos recibidos en las clavijas 1, 2 del procesador 400. El potenciómetro digital 610 se ajusta durante el proceso de montaje para proporcionar una cantidad deseada de amortiguación de medidor, y los valores aplicados por la CPU preservan esa característica de amortiguación.

La bobina de medidor 614 es derivada por un FET óptico 612 que proporciona un cortocircuito a través de la bobina de medidor cuando el dispositivo 10 está apagado. El FET óptico evita así que la corriente electromagnéticamente inducida en la bobina de medidor, derivada de sacudidas físicas del medidor mientras el dispositivo está apagado, cause un movimiento repentino y fuera de escala de la aguja que podría dañar la aguja.

Durante el proceso de calibración en fábrica, el procesador opera bajo el control de programa para representar visualmente consultas en la pantalla LCD 20 (Fig. 1) para que el técnico mueva primero la aguja del medidor a la izquierda con los botones 22B, 22C. Se dan instrucciones al técnico para que pulse el botón de selección 22A cuando la aguja del medidor se superponga a la "T" situada más a la izquierda del medidor. A continuación se dan instrucciones al técnico para que mueva la aguja del medidor a la derecha utilizando los botones 22B, 22C, hasta que la aguja esté en AJUSTE, y para que entonces pulse el botón de selección 22A. En ambos casos, el valor de la señal en cada extremo del recorrido es a continuación utilizado por el procesador para calcular los voltios/"T" necesarios para que la aguja se mueva a la posición deseada..

#### CARACTERÍSTICA DE REGISTRO Y REPRODUCCIÓN

De acuerdo con otra característica más del dispositivo, los valores digitales que representan el valor TA, la sensibilidad, y la resistencia del cuerpo en todos los periodos de tiempo, o en periodos seleccionados, durante el procedimiento de auditoría, pueden enviarse a un ordenador personal u otro dispositivo de almacenamiento a través de un puerto RS232 u otra interfaz conveniente. En la práctica, estos valores pueden ser extraídos temporizadamente y almacenados de manera satisfactoria a una velocidad de 120 Hz como un valor de resistencia de punto flotante de 32 bits, un valor de sensibilidad de 16 bits y un valor de brazo de 16 bits. Más tarde, estos



registros archivados pueden introducirse nuevamente en la unidad central de procesamiento del dispositivo para la demostración del dispositivo, con fines docentes o de revisión de registros. En efecto, el dispositivo responde de la misma manera si los valores se están produciendo en tiempo real mediante la auditoría de un cuerpo vivo, o bien mediante la recepción de los valores desde un ordenador personal u otro dispositivo de almacenamiento.

5

#### AJUSTE DE TA REMOTO

Otra característica del dispositivo 10 es su capacidad preferida para utilizar la entrada de un codificador óptico de TA remoto para que el operador pueda operar cómodamente el dispositivo 10 y hacer los ajustes apropiados sin distraer al sujeto auditado. El codificador óptico de TA remoto está acoplado eléctricamente a las clavijas 29 y 30 de la CPU 400 para comunicarse con la CPU de la misma manera que el codificador acoplado a la perilla 24 en la carcasa (Figura 1). Cuando la CPU detecta una señal en las clavijas 29, desactiva el codificador óptico controlado por la perilla de TA 24 mediante la transmisión de una señal apropiada a dicho codificador desde la clavija 35. El codificador de TA remoto ofrece desde ese momento el valor de rango al procesador hasta que el operador lo desactive.

10

15

Si bien la descripción anterior incluye detalles que permitirán a los expertos en la técnica poner en práctica la invención, debe observarse que la descripción es de naturaleza ilustrativa y que muchas modificaciones y variaciones serán evidentes para los expertos en la técnica que tengan el beneficio de estas enseñanzas. En consecuencia, se pretende que la invención del presente documento esté definida únicamente por las reivindicaciones adjuntas al mismo y que las reivindicaciones sean interpretadas tan ampliamente como sea posible a la luz de la técnica anterior.

20

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo (10) para indicar cambios en la resistencia de un cuerpo vivo, comprendiendo el dispositivo:

- 5 un circuito de medición de resistencia que tiene unos conductores externos para detectar la resistencia de un cuerpo vivo situado entre los conductores externos;
- un medio amplificador (110) para producir una señal de medición analógica indicativa de la resistencia del cuerpo detectada;
- 10 una unidad de procesamiento digital (400) para la digitalización y el procesamiento digital de la señal de medición para compensar sustancialmente los efectos del envejecimiento de los componentes, las tolerancias y la temperatura sobre la exactitud de la señal de medición; y
- un medio indicador (16) sensible a la señal de medición procesada para representar marcas visualmente perceptibles representativas de los cambios de resistencia del cuerpo detectados; incluyendo la unidad de procesamiento digital (400) medios para utilizar una pluralidad de valores de resistencia eléctrica, para ser detectados por el medio amplificador (110), en sustitución de una resistencia del cuerpo, simulando dicha pluralidad una pluralidad de valores de resistencia del cuerpo;
- 15 un medio (120a) para digitalizar y almacenar en la memoria la pluralidad de valores de la señal de medición correspondientes a la pluralidad de valores de resistencia corporal simulados;
- comprendiendo adicionalmente el dispositivo un medio manualmente posicionable (24) que el usuario puede operar para ajustar un valor base;
- 20 un medio para restar el valor base ajustado de cada valor de muestra para obtener la señal de medición; estando **caracterizado** el dispositivo **por que** la unidad de procesamiento digital (400) incluye adicionalmente un medio para interpolar entre los valores de señal de medición, obtenidos para los valores de resistencia corporal simulados, para cuantificar los valores de señal de medición previstos para una pluralidad de valores de resistencia del cuerpo adicionales;
- 25 un medio para formar y almacenar una tabla que relaciona los valores de señal de medición previstos para unos respectivos valores de resistencia del cuerpo basados en dicha interpolación;
- un medio para restar el valor de resistencia eléctrica del cuerpo monitorizado de un valor de señal de medición previsto almacenado, que depende del medio manualmente ajustable, para producir una señal de medición ajustada como la señal de medición al medio indicador, y
- 30 un medio de ajuste de sensibilidad que incluye un medio para multiplicar la señal de medición procesada por un factor de ganancia que depende de la posición del medio manualmente ajustable (24) sin afectar al funcionamiento del medio de sustracción, y para aplicar el resultado al medio indicador.
- 35 2. El dispositivo de la Reivindicación 1, en el cual el medio de sustitución incluye un multiplexor (102) que responde a una pluralidad de valores de señal de selección para poner un respectivo resistor eléctrico de una pluralidad de resistores eléctricos (21, 22, 23) en el circuito de medición de resistencia.
- 40 3. El dispositivo de la Reivindicación 1, en el cual el medio de sustitución incluye un multiplexor (102) que responde a una pluralidad de valores de señal de selección para poner un respectivo resistor eléctrico de una pluralidad de resistores eléctricos (21, 22, 23) en el circuito de medición de resistencia en lugar de los conductores externos.
- 45 4. El dispositivo de la Reivindicación 1, en el cual el medio de sustitución incluye un multiplexor (102) que responde a una pluralidad de valores de señal de selección para poner respectivamente en el circuito de medición de resistencia un componente seleccionado de entre el grupo que consiste en (1) los conductores externos y (2) un respectivo resistor eléctrico de una pluralidad de resistores eléctricos (21, 22, 23).
- 50 5. El dispositivo de la Reivindicación 1, que incluye un medio para activar automáticamente el medio de sustitución al encender el dispositivo (10) para formar y almacenar una tabla que relaciona los valores de señal de medición previstos para unos respectivos valores de resistencia del cuerpo basados en dicha interpolación.
- 6. El dispositivo de la Reivindicación 1, que incluye un medio de codificador óptico acoplado al medio manualmente posicionable para producir el valor base como una función de la posición del medio manualmente posicionable (24).
- 55 7. El dispositivo de la Reivindicación 6, en el cual el medio manualmente posicionable consiste en una perilla manualmente giratoria (24), y el codificador óptico incluye un eje giratorio acoplado a dicha perilla (24) y un medio para producir una señal de salida digital indicativa de la posición del eje.
- 60 8. El dispositivo de la Reivindicación 7, que incluye un medio para ajustar la magnitud de la señal de salida digital desde el codificador de salida óptica antes de la sustracción de la resistencia eléctrica del cuerpo monitorizado sustancialmente de acuerdo con la ecuación:

$$R_{TA} = \frac{3}{0,00016611111-0,000255556(TA)}$$

en donde TA es la posición de la escala del medio manualmente posicionable, y R<sub>TA</sub> es el valor de la señal de salida.

9. El dispositivo de la Reivindicación 6, configurado para aplicar un factor de ganancia de 1 cuando la posición de la escala (TA) del medio manualmente posicionable (24) es superior o igual a 2,0 e inferior o igual a 5,5.

10. El dispositivo de las Reivindicaciones 6 o 9, configurado para aplicar un primer factor de ganancia determinado de acuerdo con la ecuación:

$$\text{Ganancia} = \frac{4999,956522}{R_{TA} - 21087}$$

en donde

$$R_{TA} = \frac{3,0}{0,0001661111111-0,00002555555556(TA)}$$

cuando la posición de la escala (TA) del medio manualmente posicionable (24) es inferior a 2,0.

11. El dispositivo de las Reivindicaciones 6, 9 o 10, configurado para aplicar un factor de ganancia determinado de acuerdo con la ecuación:

$$\text{Ganancia} = \frac{45450,0}{R_{TA} - 71941,30435}$$

en donde

$$R_{TA} = \frac{3,0}{0,0001661111111-0,00002555555556(TA)}$$

cuando la posición de escala (TA) del medio manualmente posicionable (24) es superior a 5,5.

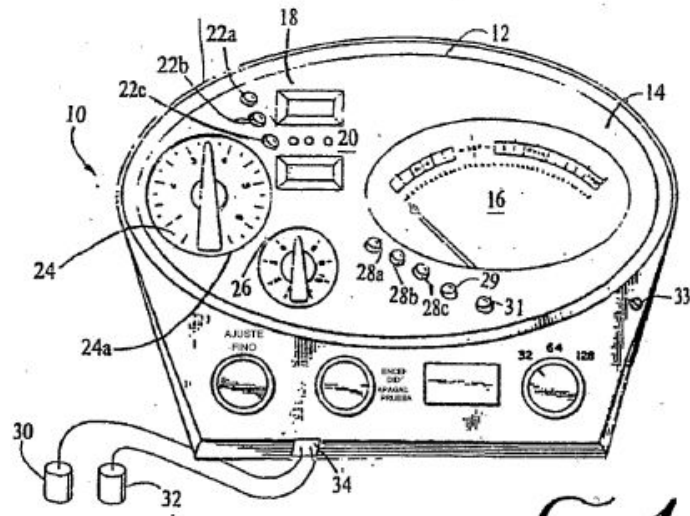


Fig. 1

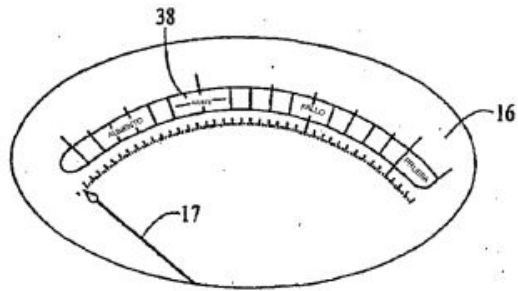
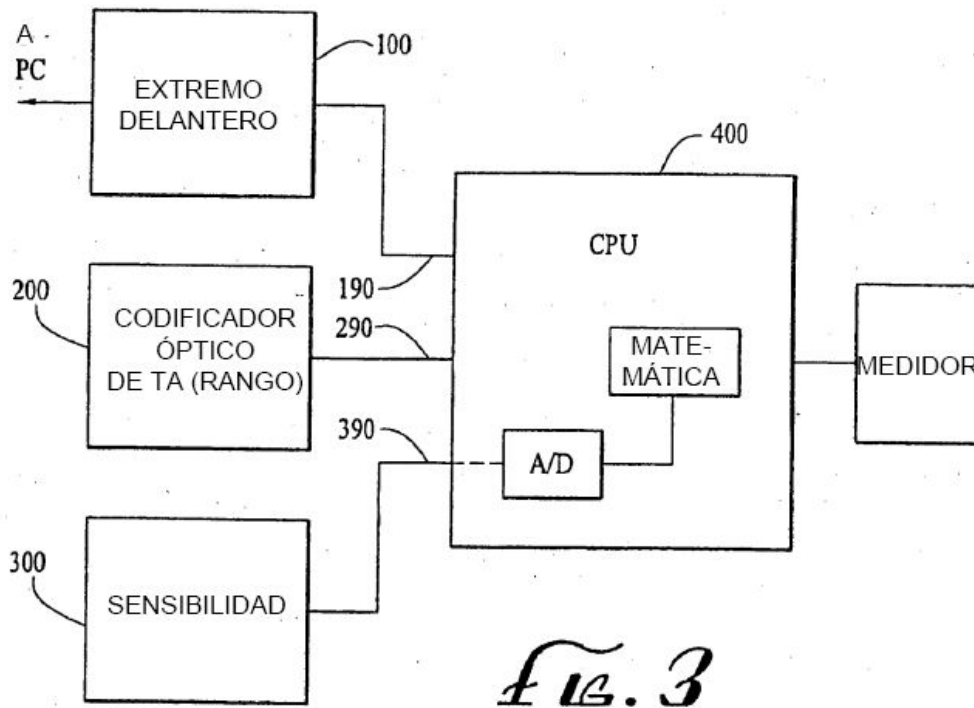
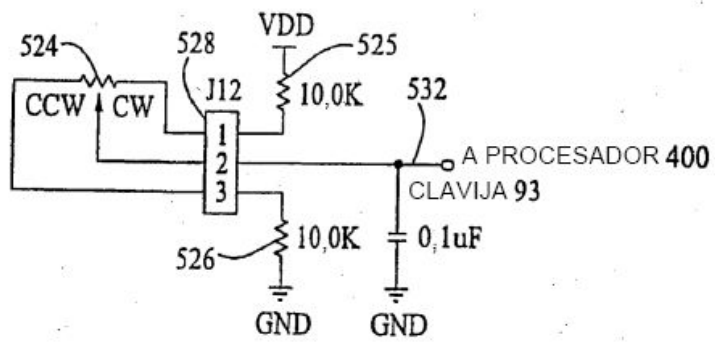
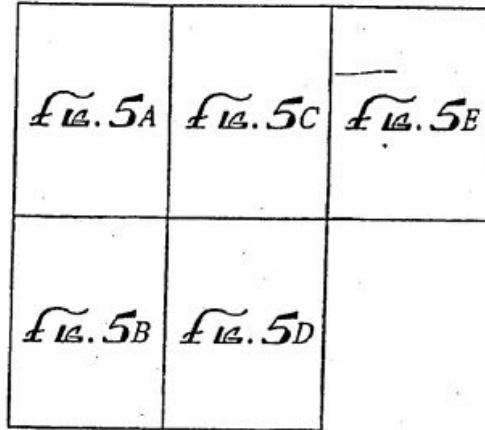


Fig. 2

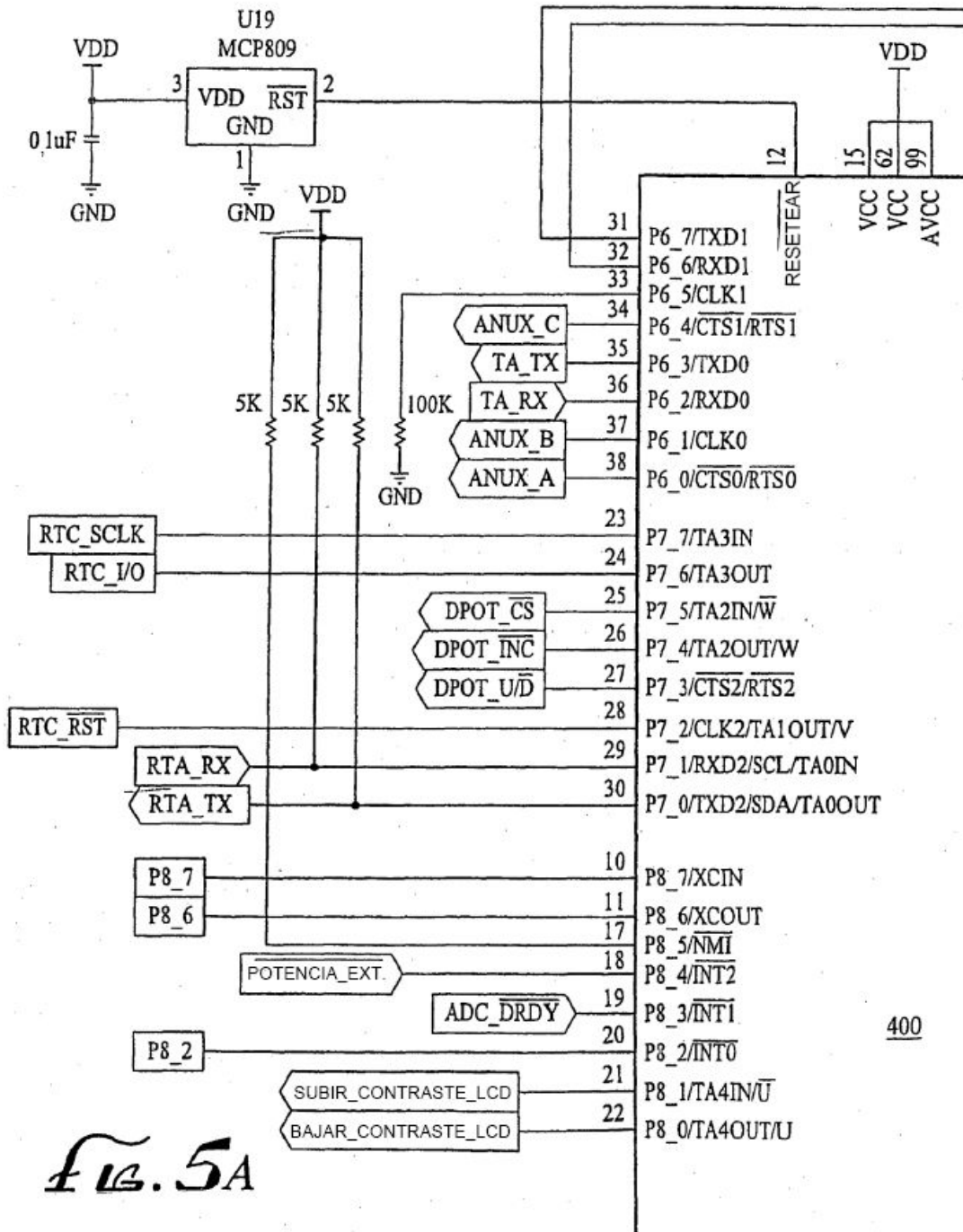




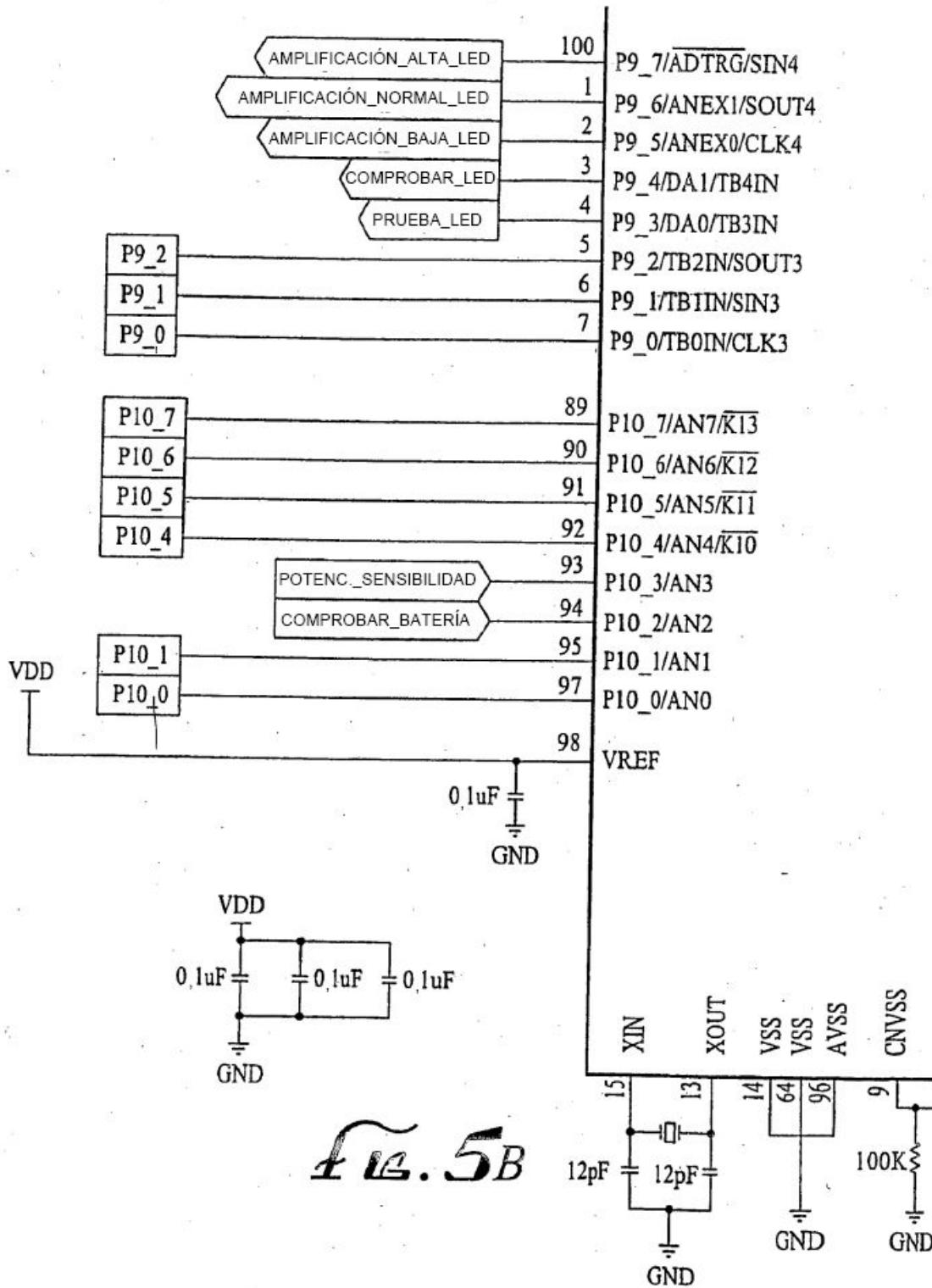
*Fig. 5*



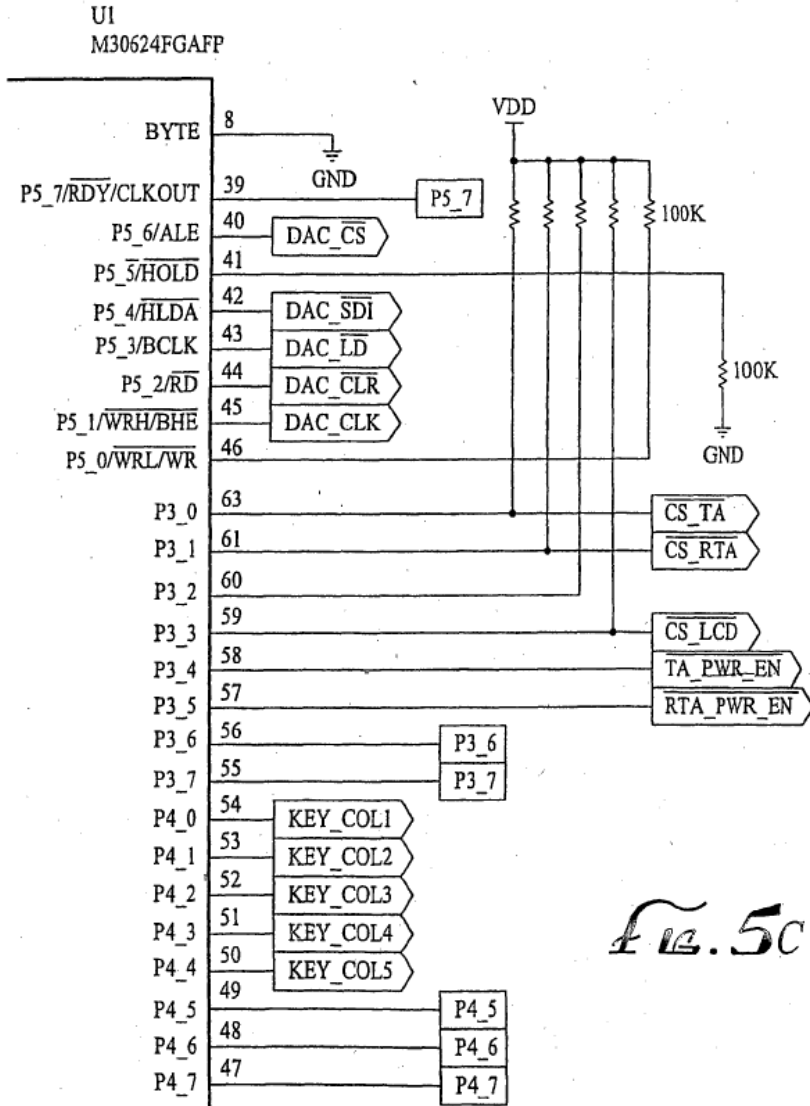
*Fig. 6*

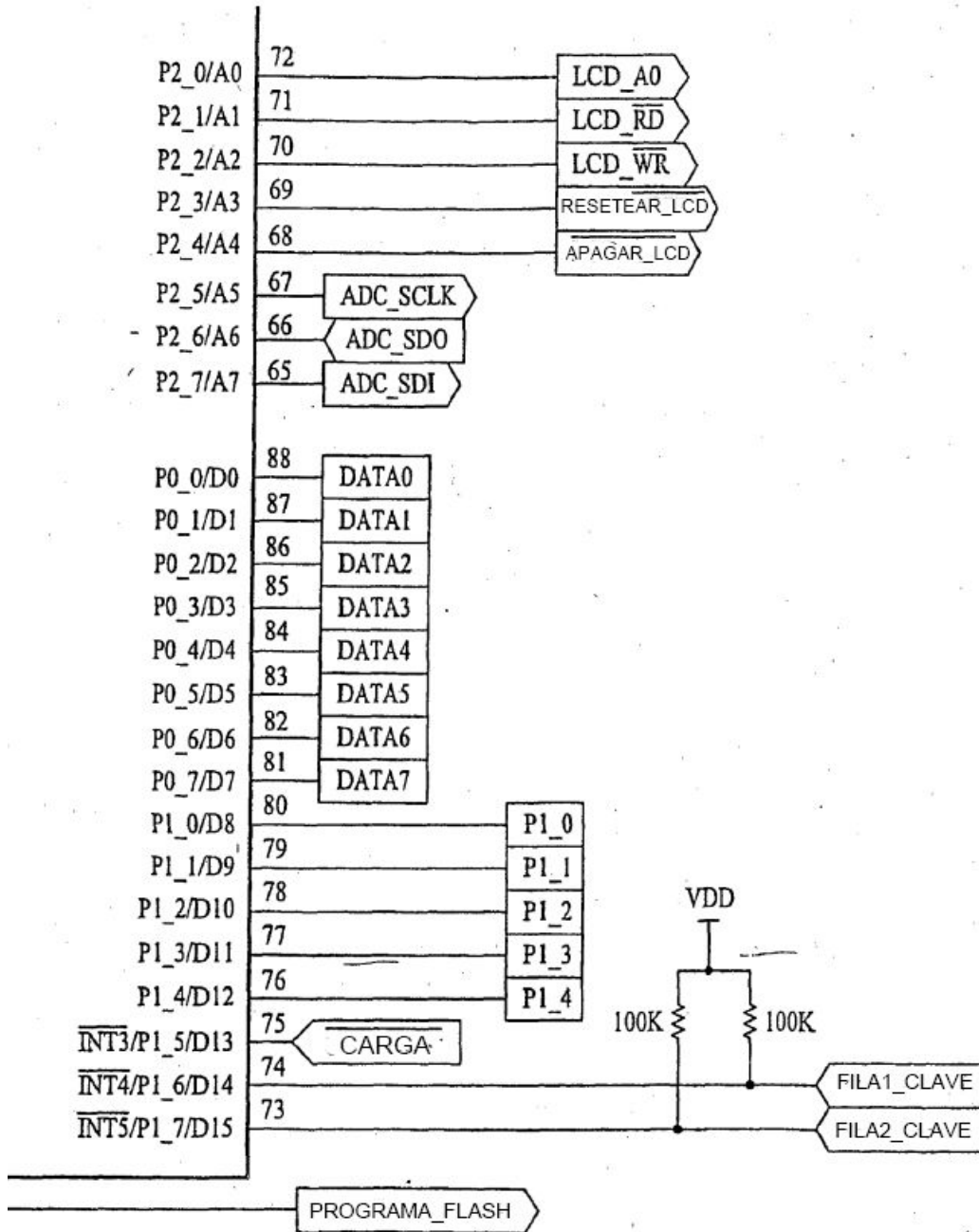




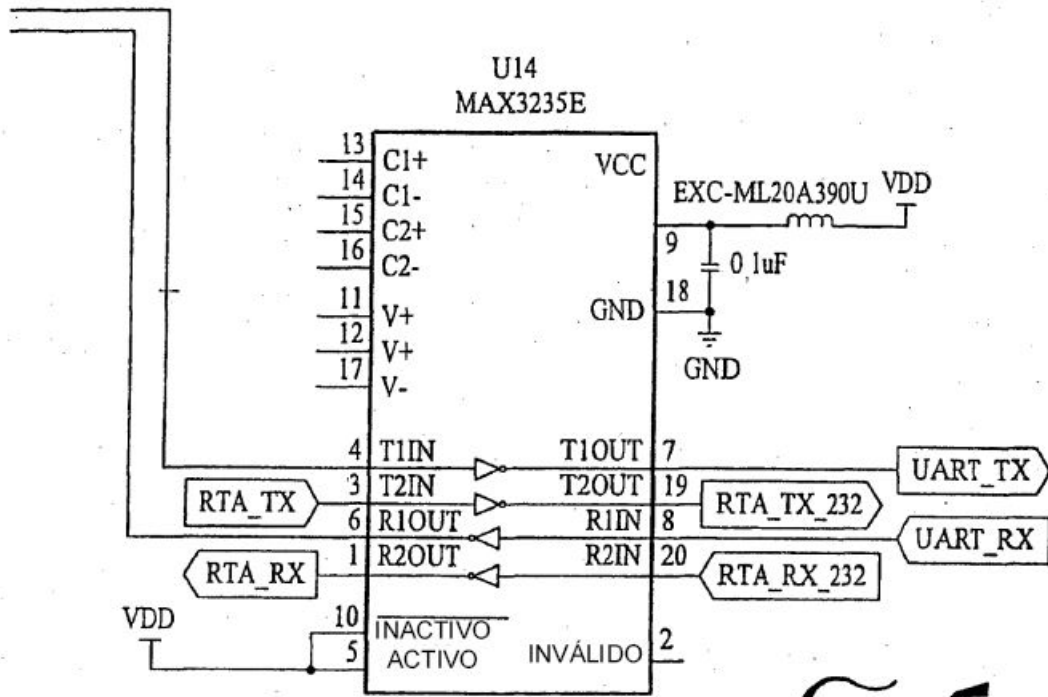


*Fig. 5B*





*Fig. 5D*



*Fig. 5E*

