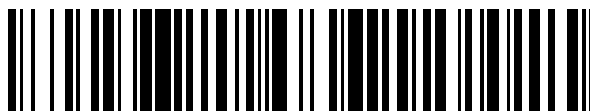


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 692 666**

51 Int. Cl.:

A61B 5/0402 (2006.01)

A61B 5/0408 (2006.01)

A61B 5/0432 (2006.01)

A61B 5/044 (2006.01)

A61B 5/0404 (2006.01)

A61B 5/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **16.04.2014** **PCT/US2014/034350**

87 Fecha y número de publicación internacional: **23.10.2014** **WO14172451**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.04.2014** **E 14785223 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.08.2018** **EP 2986204**

54 Título: **Aparato y métodos de dos electrodos para ECG de doce derivaciones**

30 Prioridad:

16.04.2013 US 201361812655 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
04.12.2018

73 Titular/es:

ALIVECOR, INC. (100.0%)
30 Maiden Lane, Suite 600
San Francisco, CA 94108, US

72 Inventor/es:

ALBERT, DAVID E.

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 692 666 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

Aparato y métodos de dos electrodos para ECG de doce derivaciones

Antecedentes de los conceptos innovadores

1. Campo de los Conceptos Innovadores

- 5 El(los) concepto(s) innovador(es) reivindicado(s) y descrito(s) en la presente memoria está(n) relacionado(s) de manera general con dispositivos y métodos de monitorización cardíaca y, más en concreto, pero no a modo de limitación, con dispositivos, sistemas y software para generar y proporcionar uno o más electrocardiogramas de 12 derivaciones utilizando sólo dos electrodos.

2. Breve Descripción de la Técnica Relacionada

- 10 La electrocardiografía se ha utilizado para estudiar la actividad eléctrica del corazón. Se pueden registrar o realizar electrocardiogramas (ECG) utilizando electrodos colocados sobre la piel de un paciente. A las señales eléctricas registradas entre cualesquiera dos electrodos colocados sobre la piel del paciente se les denomina "derivaciones". Se pueden utilizar diversos números de electrodos y derivaciones para realizar el ECG. Números ejemplares de derivaciones utilizados de manera convencional para realizar ECGs son 3, 5 y 12 derivaciones. Para un ECG de 12 derivaciones estándar, se utilizan diez electrodos con seis electrodos situados sobre el pecho y un electrodo en cada uno de los brazos y piernas del paciente.

- El documento US 2010/0069735 describe un dispositivo, sistema y método para obtener un electrocardiograma (ECG) de 12 derivaciones a partir de mediciones obtenidas con 3 electrodos en algunas realizaciones (se debería observar que algunas realizaciones independientes están relacionadas con mediciones de este tipo con 4 electrodos).

- La Figura 1 es una representación gráfica de los 10 electrodos de un electrocardiógrafo convencional que están colocados sobre el paciente para obtener un ECG de 12 derivaciones estándar. Al electrodo colocado en el brazo derecho se le denomina habitualmente RA. Al electrodo colocado en el brazo izquierdo se le denomina LA. Los electrodos RA y LA se colocan en la misma ubicación en los brazos izquierdo y derecho, preferiblemente pero no necesariamente cerca de la muñeca. A los electrodos de las piernas se les puede denominar RL para la pierna derecha y LL para la pierna izquierda. Los electrodos RL y LL se colocan en la misma ubicación para las piernas izquierda y derecha, preferiblemente pero no necesariamente cerca del tobillo.

- La Figura 2 ilustra la colocación de los seis electrodos sobre el pecho en el sistema de la técnica anterior estando etiquetados dichos electrodos V_1 , V_2 , V_3 , V_4 , V_5 , y V_6 . V_1 se coloca en el cuarto espacio intercostal, por ejemplo, entre las costillas 4 y 5, justo a la derecha del esternón. V_2 se coloca en el cuarto espacio intercostal, por ejemplo, entre las costillas 4 y 5, justo a la izquierda del esternón. V_3 se coloca en el quinto espacio intercostal a mitad de camino entre los electrodos V_2 y V_4 . V_4 se coloca en el quinto espacio intercostal entre las costillas 5 y 6 sobre la línea clavicular media izquierda. V_5 se coloca horizontalmente nivelado con V_4 sobre la línea axilar anterior izquierda. V_6 se coloca horizontalmente nivelado con V_4 y V_5 sobre la línea axilar media izquierda.

- A continuación, el electrocardiógrafo calcula y proporciona como salida tres formas de onda de derivación de extremidad. Las Derivaciones de Extremidad I, II, y III son derivaciones bipolares que tienen un polo positivo y un polo negativo. La Derivación I es la tensión entre el brazo izquierdo (LA) y el brazo derecho (RA), p. ej. $I = LA - RA$. La Derivación II es la tensión entre la pierna izquierda (LL) y el brazo derecho (RA), p. ej. $II = LL - RA$. La Derivación III es la tensión entre la pierna izquierda (LL) y el brazo izquierdo (LA), p. ej. $III = LL - LA$. A las Derivaciones I, II y III se les denomina habitualmente "derivaciones de extremidad".

- Las derivaciones unipolares también tienen dos polos; sin embargo, el polo negativo es un polo compuesto formado por señales procedentes de otros múltiples electrodos. En un cardiógrafo convencional para obtener un ECG de 12 derivaciones, todas las derivaciones excepto las Derivaciones de Extremidad son unipolares (aVR, aVL, aVF, V_1 , V_2 , V_3 , V_4 , V_5 , y V_6). Las Derivaciones de Extremidad amplificadas (aVR, aVL, y aVF) ven el corazón desde diferentes ángulos (o vectores) y se determinan a partir de RA, RL, LL, y LA. Por ejemplo, el vector amplificado derecho (aVR) (augmented Vector Right en inglés) sitúa el electrodo positivo en el brazo derecho, mientras que el electrodo negativo es una combinación del electrodo del brazo izquierdo y del electrodo de la pierna izquierda, lo cual "amplifica" la fuerza de la señal del electrodo positivo en el brazo derecho. De esta manera el vector amplificado derecho (aVR) es igual a $RA - (LA + LL)/2$ ó $-(I + II)/2$. El vector amplificado izquierdo (aVL, augmented Vector Left en inglés) es igual a $LA - (RA + LL)/2$ ó $(I - II)/2$. El vector amplificado pierna (aVF, augmented Vector Foot en inglés) es igual a $LL - (RA + LA)/2$ ó $(II - I)/2$.

- Los seis electrodos sobre el pecho del paciente están suficientemente cerca del corazón como para que no requieran amplificación. Un polo compuesto llamado terminal central de Wilson (a menudo simbolizado como CT_W , V_W , o WCT) se utiliza como el terminal negativo. El terminal central de Wilson se produce conectando los electrodos RA, LA, y LL entre sí, por medio de una simple red resistiva, para proporcionar un potencial medio de todo el cuerpo,

el cual aproxima el potencial a una distancia infinita (es decir, cero). El terminal central de Wilson, WCT, se calcula como $(RA + LA + LL) / 3$.

La Figura 3 ilustra una Derivación I de ejemplo comentada para mostrar ondas PQRST generadas por un electrocardiograma de 12 derivaciones. La identificación y medición de las ondas PQRST en base al electrocardiograma es conocida en la técnica. La Figura 4 ilustra un ejemplo de un electrocardiograma de 12 derivaciones en un formato convencional.

Aunque un electrocardiograma de 12 derivaciones convencional proporciona información muy útil relativa a la salud y el estado del corazón de un individuo, el equipo electrocardiográfico convencional es caro y el procedimiento no está normalmente disponible en áreas diferentes a hospitales y consultas de médicos. Por lo tanto la monitorización no se realiza de manera frecuente ni siquiera en países ricos, y en zonas del mundo más pobres un electrocardiograma puede incluso no estar disponible. Para reducir significativamente los costes de obtener un electrocardiograma, se comercializó un dispositivo de electrocardiografía de 2 electrodos como el que se describe en la Patente de EE.UU. N° 8.301.232. El dispositivo de electrocardiografía de 2 electrodos utiliza un teléfono inteligente conectado a y al menos parcialmente rodeado por una envuelta protectora del teléfono que incorpora y soporta a los dos electrodos. Dichos dispositivos simplifican y reducen significativamente el coste de obtener un electrocardiograma, aunque dicho electrocardiograma no incluye tanta información como un electrocardiograma de 12 derivaciones producido por un electrocardiograma que tenga 10 electrodos. El electrocardiograma de 12 derivaciones producido por el electrocardiograma de 10 electrodos ofrece al cardiólogo información adicional e importante relacionada con el corazón, permitiendo el diagnóstico de problemas de salud como ataques cardíacos (infartos de miocardio) que un ECG de una sola derivación no puede hacer. Sería ventajoso si un dispositivo fácilmente disponible y barato pudiera generar y producir un electrocardiograma que replique substancialmente el electrocardiograma de 12 derivaciones producido por un electrocardiograma de 10 electrodos.

Resumen de la descripción

En general, en esta memoria se describen aparatos, métodos y sistemas para producir un electrocardiograma que substancialmente replica el electrocardiograma producido por un electrocardiograma de 10 electrodos pero utilizando un dispositivo de electrocardiografía que tiene sólo dos electrodos. En una realización, el dispositivo de electrocardiografía tiene un primer conjunto de electrodo con un primer electrodo adaptado para medir una señal eléctrica sobre el cuerpo de un paciente, y un segundo conjunto de electrodo con un segundo electrodo adaptado para medir una señal eléctrica en otra ubicación sobre el cuerpo del paciente. El dispositivo de electrocardiografía también incluye circuitería de control configurada para medir señales de electrocardiograma entre los electrodos primero y segundo, y un módulo de transmisión de datos configurado para transmitir las señales de electrocardiograma medidas a un dispositivo informático portátil mediante un sistema de transmisión por cable o inalámbrico y protocolo tal como, por ejemplo, los conocidos en la técnica como USB, WI-FI®, BLUETOOTH®, NFC, o como señales sonoras audibles o ultrasónicas.

El dispositivo de electrocardiografía se puede utilizar en combinación con un dispositivo informático portátil para conformar un electrocardiograma. El dispositivo informático portátil está provisto de hardware informático que incluye un procesador en comunicación con un medio no transitorio legible por ordenador. El medio no transitorio legible por ordenador almacena software que incluye instrucciones que, cuando son ejecutadas por el procesador, hacen que el procesador registre las señales de electrocardiograma entre el primer electrodo y el segundo electrodo mientras los electrodos primero y segundo se colocan secuencialmente en posiciones emparejadas sobre el cuerpo de un paciente que son conocidas por el procesador. En una realización se hace que el procesador (a) calcule un latido PQRST medio a partir de las señales de electrocardiograma medidas cuando los electrodos primero y segundo se colocan secuencialmente en posiciones de Derivación de Extremidad I, II, y III sobre el cuerpo de un paciente durante un tiempo necesario para medir al menos un latido cardíaco en cada posición de Derivación de Extremidad, siendo las posiciones de Derivación de Extremidad conocidas por el procesador; (b) utilice la relación (Derivación III = Derivación II – Derivación I) para alinear en el tiempo y visualizar las Derivaciones de Extremidad I, II, y III; y (c) calcule y visualice las Derivaciones amplificadas aVR, aVL, y aVF a partir de las Derivaciones de Extremidad I, II, y III alineadas en el tiempo.

El software puede incluir además instrucciones que, cuando son ejecutadas por el procesador, hacen que el procesador calcule y visualice las Derivaciones V1, V2, y V3 alineadas en el tiempo medias a partir de las señales de electrocardiograma medidas obtenidas de colocar secuencialmente uno de los electrodos primero y segundo en una posición V1, V2, y V3 al mismo tiempo que se pone en contacto el otro de los electrodos primero y segundo con un brazo izquierdo del paciente durante un tiempo necesario para medir al menos un latido cardíaco (o más si se debe calcular un latido medio). Además, se hace que el procesador calcule y visualice las Derivaciones V4, V5, y V6 medias a partir de las señales de electrocardiograma medidas obtenidas de colocar secuencialmente uno de los electrodos primero y segundo en una posición V4, V5, y V6 al mismo tiempo que se pone en contacto el otro de los electrodos primero y segundo con un brazo derecho del paciente durante un tiempo necesario para medir al menos un latido cardíaco. La visualización y el informe de 12 derivaciones resultantes replicaron el electrocardiograma de 12 derivaciones producido por un electrocardiograma de 10 electrodos.

Se proporcionan métodos para generar un electrocardiograma de 12 derivaciones utilizando un electrocardiógrafo que comprende un dispositivo de electrocardiografía y un dispositivo informático portátil. El dispositivo de electrocardiografía tiene un primer electrodo, un segundo electrodo, circuitería de control, y un módulo de transmisión de datos, estando la circuitería de control configurada para medir señales de electrocardiograma entre los electrodos primero y segundo. En una realización, dicho método incluye dirigir, mediante el dispositivo informático portátil, a un usuario para que coloque el primer electrodo y el segundo electrodo en ubicaciones predeterminadas sobre el cuerpo de un paciente. El dispositivo informático portátil recibe y registra datos de ubicación indicativos de la ubicación predeterminada en la cual están colocados el primer electrodo y el segundo electrodo. La circuitería de control del dispositivo de electrocardiografía recibe señales de electrocardiograma procedentes del primer electrodo y del segundo electrodo, y el módulo de transmisión de datos del dispositivo de electrocardiografía transmite las señales de electrocardiograma al dispositivo informático portátil. El dispositivo informático portátil genera un electrocardiograma de 12 derivaciones a partir de las señales de electrocardiograma medidas secuencialmente entre los electrodos primero y segundo.

Breve descripción de los dibujos

La Figura 1 es una representación gráfica de un electrocardiógrafo de la técnica anterior que tiene 10 electrodos situados sobre el cuerpo de un paciente para realizar un electrocardiograma de 12 derivaciones de la técnica anterior.

La Figura 2 es una representación gráfica de un pecho que muestra un ejemplo de colocación de electrodos sobre el pecho para realizar un electrocardiograma de 12 derivaciones de la técnica anterior.

La Figura 3 ilustra una Derivación I de ejemplo comentada para mostrar ondas PQRST generadas por un electrocardiógrafo de 12 derivaciones.

La Figura 4 muestra un electrocardiograma de 12 derivaciones de ejemplo en un formato convencional.

La Figura 5A ilustra una vista en alzado frontal de una realización de un electrocardiógrafo construido de acuerdo con los conceptos innovadores descritos y reivindicados en la presente memoria en la cual el electrocardiógrafo incluye un dispositivo de electrocardiografía de dos electrodos y un dispositivo informático portátil.

La Figura 5B ilustra una vista en alzado desde atrás del electrocardiógrafo representado en la Figura 5A.

La Figura 5C es una vista en alzado frontal del dispositivo de electrocardiografía representado en la Figura 5A en la cual el dispositivo de electrocardiografía se ha eliminado del dispositivo informático portátil.

La Figura 5D es una vista en sección transversal del dispositivo de electrocardiografía representado en la Figura 5C y tomada a lo largo de las líneas 5-5.

La Figura 6 otra realización de un dispositivo de electrocardiografía de dos electrodos configurado en una forma de bolígrafo y construido de acuerdo con los conceptos innovadores descritos en esta memoria.

La Figura 7A-Figura 7E ilustra una colocación de electrodos secuencial de ejemplo utilizada por el electrocardiógrafo para generar un electrocardiograma de 12 derivaciones de acuerdo con los conceptos innovadores descritos en la presente memoria.

La Figura 8 muestra una correlación de derivaciones V1 para el Sujeto 35 de los Ensayos Clínicos de Ejemplo.

La Figura 9 muestra una excelente correlación de las derivaciones 1-8 para el Sujeto 35 en los Ensayos Clínicos de Ejemplo.

Descripción detallada

Antes de explicar al menos una realización de los conceptos innovadores descrita en esta memoria en detalle, se debe entender que los conceptos innovadores no están limitados en su aplicación a los detalles de construcción, experimentos, datos ejemplares, y/o la disposición de los componentes descritos en la siguiente descripción, o ilustrados en los dibujos. Los conceptos innovadores descritos y reivindicados en la presente memoria son capaces de otras realizaciones o de ser llevados a la práctica o llevados a cabo de diferentes maneras. Asimismo, se debe entender que la fraseología y la terminología empleadas en esta memoria tienen fines sólo de descripción y no se deberían considerar como limitativas de ninguna manera.

En la siguiente descripción detallada de realizaciones de los conceptos innovadores, se describen numerosos detalles específicos a fin de proporcionar una comprensión más profunda de los conceptos innovadores. Sin embargo, para una persona con experiencia ordinaria en la técnica será evidente que los conceptos innovadores se pueden llevar a la práctica sin estos detalles específicos. En otros casos, rasgos bien conocidos no han sido descritos en detalle para evitar complicar de manera innecesaria la presente descripción.

Además, a menos que se indique expresamente lo contrario, “o” se refiere a un o inclusivo y no a un o exclusivo. Por ejemplo, una condición A o B es cumplida por cualquiera de los siguientes: A es verdadero (o está presente) y B es falso (o no está presente), A es falso (o no está presente) y B es verdadero (o está presente), y tanto A como B son verdaderos (o están presentes).

- 5 Además, el uso del “un” o “una” en esta memoria se emplea para describir elementos y componentes de las realizaciones. Esto se hace meramente por conveniencia y para dar un sentido general de los conceptos innovadores. Esta descripción se debería leer para incluir uno o al menos uno y el singular también incluye el plural a menos que sea obvio que se quiere decir otra cosa.

- 10 Finalmente, tal como se utiliza en esta memoria, cualquier referencia a “una realización” significa que un elemento, rasgo, estructura, o característica particular descrita en conexión con la realización está incluida en al menos una realización. Las apariciones de la frase “en una realización” en diferentes lugares en la especificación no se están refiriendo todas ellas necesariamente a la misma realización.

- 15 El término inglés “lead” en electrocardiografía provoca mucha confusión porque se puede utilizar para referirse a dos cosas diferentes. De acuerdo con uso habitual, la palabra “lead” se puede utilizar para referirse al cable eléctrico que une los electrodos al electrocardiógrafo. De manera alternativa, y tal como se utiliza en esta memoria, la palabra “lead” (“derivación”) se refiere al trazado de la diferencia de tensión entre al menos dos electrodos. De manera convencional, se utilizan 10 electrodos para producir doce de este tipo de derivación, conformando de este modo un electrocardiograma “de 12 derivaciones” como el ejemplificado en la Figura 4.

- 20 Un “formato de electrocardiograma de 12 derivaciones” se utiliza en esta memoria y en las reivindicaciones adjuntas para referirse a presentación de señales de electrocardiograma a partir de al menos Derivación I, Derivación II, y derivaciones V_1 a V_6 , y opcionalmente Derivación III, aVR, aVL y aVF, visualizadas a lo largo del transcurso de al menos un latido cardíaco utilizando una escala de tiempo uniforme.

- 25 El término “paciente” tal como se utiliza en esta memoria incluye humanos y otros animales de sangre caliente, tales como mamíferos, por ejemplo, perros, gatos, caballos, y ganado o animales de sangre fría tales como reptiles, y se refiere a la persona o animal cuyas señales relacionadas con el corazón se están midiendo. El término “usuario” se refiere a la persona que aplica los electrodos al cuerpo para medir el ECG. El usuario puede ser el mismo que el paciente, o el usuario puede ser otro tal como, por ejemplo, una enfermera, un médico, o un veterinario.

- 30 En general se proporcionan métodos, dispositivos, y sistemas para medir señales eléctricas sobre el cuerpo de un paciente. Haciendo referencia ahora a las Figuras 5A y 5B, se muestra en esta memoria una realización ejemplar de un electrocardiógrafo 8 construido de acuerdo con los conceptos innovadores descritos y reivindicados en esta memoria. El electrocardiógrafo 8 incluye un dispositivo de electrocardiografía 10 y un dispositivo informático portátil 11. El dispositivo de electrocardiografía 10 como se explica más adelante es un dispositivo de dos electrodos; sin embargo, se debería entender que el dispositivo de electrocardiografía 10 puede incluir más de dos electrodos. El dispositivo de electrocardiografía 10 incluye un primer conjunto 12 de electrodos que tiene un primer electrodo 14, un segundo conjunto 16 de electrodo que tiene un segundo electrodo 18, y una carcasa 20 que contiene circuitería 22 de control y un módulo 24 de transmisión de datos. El primer electrodo 14 y el segundo electrodo 18 están adaptados para medir una señal eléctrica sobre el cuerpo de un paciente. La circuitería 22 de control, se puede comunicar con los electrodos primero 14 y segundo 18 por medio de puertos 23-1 y 23-2, respectivamente, y está configurada para medir señales de electrocardiograma entre los electrodos primero y segundo 14 y 18, respectivamente. Las señales de electrocardiograma pueden ser señales analógicas indicativas de los potenciales eléctricos sobre una superficie del cuerpo del paciente que están asociados con actividad del músculo cardíaco. Los puertos 23-1 y 23-2 pueden estar diseñados para recibir señales analógicas, y pueden incluir dos, tres o cuatro contactos. En algunas realizaciones, los puertos 23-1 y 23-2 son conectores hembra estándar en los cuales una versión de tres contactos se conoce en la técnica como conector TRS, donde T es la abreviatura de “punta” (“tip” en inglés), R es la abreviatura de “anillo” (“ring” en inglés) y S es la abreviatura de “funda” (“sleeve” en inglés). De manera similar, versiones de dos y de cuatro contactos se conocen en la técnica como conectores TS y TRSS respectivamente.

- 50 El módulo 24 de transmisión de datos está configurado para recibir las señales de electrocardiograma medidas y transmitir las señales de electrocardiograma medidas al dispositivo informático portátil 11. El módulo 24 de transmisión de datos puede transmitir las señales de electrocardiograma medidas al dispositivo informático portátil 11 utilizando un sistema de transmisión por cable o inalámbrico y protocolo tal como los conocidos en la técnica como USB, Wi-Fi®, BLUETOOTH®, NFC, o como señales sonoras audibles o ultrasónicas.

- 55 Aunque puede haber múltiples electrodos, en una realización hay sólo dos. El primer conjunto 12 de electrodo puede estar configurado de cualquier manera consistente con su función, es decir, debería incluir al primer electrodo 14 de una manera disponible para hacer contacto con el cuerpo de un paciente en las manos, en el pecho o en otras partes del cuerpo, para medir una señal eléctrica para obtener el electrocardiograma del paciente. El primer conjunto 12 de electrodo puede incluir una parte 26 de mano no conductora de la electricidad así como el primer electrodo 14. Utilizando sólo dos electrodos, y midiendo secuencialmente señales de electrocardiograma en instantes de tiempo independientes y distintos como se explica más adelante, un paciente puede medir fácilmente sus propias señales

de electrocardiograma y producir un electrocardiograma de 12 derivaciones sin necesidad de aplicar 10 electrodos y adhesivos al cuerpo como ocurriría utilizando un electrocardiógrafo convencional.

De forma similar el segundo conjunto 16 de electrodo puede estar configurado de alguna manera consistente con su función. En una realización, el segundo conjunto 16 de electrodo está configurado para fijarse de forma no permanente a una extremidad superior del paciente. Por ejemplo, el dispositivo de electrocardiografía 10 mostrado en las Figuras 5A y 5B incluye un segundo conjunto 16 de electrodo configurado como una abrazadera articulada por resorte. Permitiendo que el segundo conjunto 16 de electrodo “agarre” al paciente en lugar de que sea el paciente el que agarre a un electrodo, los nervios y músculo adyacentes que sostienen al segundo electrodo 18 crean poco o ningún “ruido” eléctrico.

Otros ejemplos no limitativos de electrodos apropiados incluyen electrodos de ventosa, electrodos con encaje a presión desechables, conectores de electrodo de pinza de cocodrilo con electrodos desechables, y cualquier combinación de éstos.

El dispositivo informático portátil 11 se puede implementar como un ordenador personal, un teléfono inteligente, un aparato de TV con capacidad de conexión a red, un descodificador de TV, una tableta, un lector de libros electrónicos, un ordenador portátil, un ordenador de sobremesa, un dispositivo de mano con capacidad de conexión a red, una consola de videojuegos, un servidor, y combinaciones de éstos, por ejemplo. Preferiblemente, el dispositivo informático portátil 11 comprende un dispositivo 30 de entrada, un dispositivo 32 de salida, un hardware 34 informático (el cual se muestra en Vista Fantasma). El hardware 34 informático puede ser un sistema o sistemas que sean capaces de implementar y/o ejecutar la lógica de los procesos descritos en esta memoria. La lógica implementada en forma de instrucciones software y/o de firmware se puede ejecutar en cualquier hardware apropiado. Por ejemplo, lógica implementada en forma de instrucciones software o de firmware se puede ejecutar en un sistema o sistemas dedicados, o en un sistema de ordenador personal, o en un sistema informático de procesamiento distribuido, y/o similares. En algunas realizaciones, la lógica se puede implementar en un entorno independiente que opera en un sistema de un único ordenador y/o la lógica se puede implementar en un entorno conectado en red, tal como un sistema distribuido que utilice múltiples ordenadores y/o procesadores. El hardware 34 informático del dispositivo informático portátil 11 puede tener un procesador y un medio no transitorio legible por ordenador. El término “procesador” tal como se utiliza en esta memoria puede incluir un único procesador o múltiples procesadores trabajando de forma independiente y/o en conjunto para ejecutar la lógica descrita en esta memoria. Medio no transitorio legible por ordenador ejemplar puede incluir memoria de acceso aleatorio, memoria de sólo lectura, memoria flash, y combinaciones de éstas. El término medio no transitorio legible por ordenador, tal como se utiliza en esta memoria, se puede implementar como un único dispositivo físico o como múltiples dispositivos físicos de un sistema distribuido que pueden estar o pueden no estar relacionados de forma lógica.

El dispositivo 30 de entrada es capaz de recibir información introducida por un usuario, y de transmitir dicha información al hardware 34 informático. El dispositivo 30 de entrada se puede implementar como un teclado, una pantalla táctil, un ratón, una bola de seguimiento, un micrófono, un lector de huellas dactilares, un puerto de infrarrojos, un teclado de apertura deslizante, un teclado de apertura de apertura basculante, un teléfono móvil, una PDA, un controlador de videojuegos, un mando a distancia, un fax, y combinaciones de éstos, por ejemplo.

El dispositivo 32 de salida proporciona como salida información de una forma perceptible por un usuario. Por ejemplo, el dispositivo 32 de salida puede ser un monitor de ordenador, una pantalla, una pantalla táctil, un altavoz, un sitio web, un aparato de TV, un teléfono inteligente, una PDA, un teléfono móvil, un fax, una impresora, un ordenador portátil, y combinaciones de éstos. Se debe entender que el dispositivo 30 de entrada y el dispositivo 32 de salida se pueden implementar como un único dispositivo, tal como por ejemplo una pantalla táctil o un teléfono inteligente o una tableta.

En una realización, la carcasa 20 está configurada como una cubierta protectora para el dispositivo informático portátil 11. Como se muestra en la Figura 5C y en la Figura 5D, la carcasa 20 puede estar provista de una base 35 que tiene un perímetro 36. La base 35 tiene una superficie 38 interior y una superficie 40 exterior opuesta. La carcasa 20 también puede estar provista de un reborde 42 que se extiende desde la superficie interior 38 y que sigue de manera general el perímetro 36 de la base 35. El reborde 42 y la superficie 38 interior definen un espacio 44 que está dimensionado y adaptado para alojar al dispositivo informático portátil 11. Los puertos 23A y 23B pueden estar situados cerca de la superficie 40 exterior para que estén disponibles cuando el dispositivo informático portátil 11 esté situado dentro del espacio 44. La base 35, en algunas realizaciones, rodea y soporta a la circuitería 22 de control y al módulo 24 de transmisión de datos. En esta realización, la base 35 puede incluir una cavidad para alojar a una fuente 45 de energía, tal como una pila, para alimentar a la circuitería 22 de control y al módulo 24 de transmisión de datos y puede incluir también una puerta 46 cercana a la superficie 38 interior para proporcionar acceso a la cavidad de tal manera que un usuario pueda instalar y/o sustituir la fuente 45 de energía. En otras realizaciones, la fuente 45 de energía puede ser una célula solar soportada por la base 35 cercana a la superficie 40 exterior.

La carcasa 20 se puede construir como una única unidad, o como múltiples unidades conectadas entre sí. Materiales ejemplares que forman la carcasa 20 incluyen plástico, y/o una combinación de plástico y elastómeros.

En otra realización que se muestra en la Figura 6 y que está etiquetada a modo de ejemplo con el número de referencia 10-1, el dispositivo de electrocardiografía combina los electrodos primero y segundo 14 y 18 en extremos opuestos de una unidad 50 con forma similar a una linterna o un bolígrafo. Por ejemplo, el dispositivo de electrocardiografía 10-1 que se muestra en la Figura 6 a modo de ejemplo tiene un segundo electrodo 18 sobre una superficie cilíndrica de un extremo del "bolígrafo" que toca una mano del portador durante el uso. El primer electrodo 14 está situado en un extremo opuesto y se utiliza para hacer contacto con el pecho, con la mano o con otra parte del cuerpo del usuario cuando está en uso. De esta manera el dispositivo de electrocardiografía 10-1 se puede utilizar para medir las señales eléctricas entre los electrodos opuestos primero y segundo 14 y 18, respectivamente.

Los dispositivos y aparatos descritos en esta memoria también pueden estar configurados para utilizar uno o más electrodos desechables primero y segundo 14 y 18, respectivamente, o conjuntos de electrodo primero y segundo 12 y 16, respectivamente. El uso de electrodos desechables o de conjuntos de electrodo desechables permite que el dispositivo de electrocardiografía 10 o 10-1 pueda ser utilizado por múltiples pacientes con probabilidad reducida de extender enfermedades por transferencia de microbios y fluidos corporales de un paciente a otro.

Los electrodos primero y segundo 14 y 18, respectivamente, pueden estar conectados a la circuitería 22 de control de una manera por cable o inalámbrica. En una realización, y como se muestra en las Figuras 5A y 5B, los electrodos primero y segundo 14 y 18, respectivamente, están conectados eléctricamente a la circuitería 22 de control por los puertos 23-1 y 23-2, y por hilos o cables.

La circuitería 22 de control mide la pequeña tensión entre los electrodos primero y segundo 14 y 18, respectivamente. En una realización, el módulo 24 de transmisión de datos convierte las mediciones de tensión a una señal de audio de electrocardiograma modulada en frecuencia y transmite la señal a un receptor del hardware 34 informático del dispositivo informático portátil 11 por medio de cable, de una conexión de audio tipo jack por cable, de forma inalámbrica (utilizando, por ejemplo, una conexión BLUETOOTH®) o de forma acústica. De esta manera el receptor del dispositivo informático portátil 11 puede ser una conexión por cable, una conexión de audio tipo jack, un receptor BLUETOOTH® o un receptor inalámbrico similar, o un micrófono. Para proporcionar privacidad mejorada, en una realización, el módulo 24 de transmisión de datos encripta las señales antes de transmitir las al dispositivo informático portátil 11. Numerosas técnicas de encriptado son conocidas por los expertos en la técnica.

Ejemplos no limitativos de dispositivo informático portátil 11 que tienen, o adaptables para tener, dichos receptores incluyen teléfonos inteligentes, asistentes digitales personales (PDAs), ordenadores personales con forma de tableta, ordenadores personales de bolsillo, ordenadores portátiles, ordenadores de sobremesa, y servidores. El receptor puede incluir una antena y/o un micrófono dependiendo de los tipos de señales que se quiera transmitir desde el módulo 24 de transmisión de datos.

En una realización, las señales de electrocardiograma se convierten a una señal de audio o sonora modulada en frecuencia que tiene una frecuencia de la portadora dentro de un rango de desde aproximadamente 1 kHz hasta aproximadamente 24 kHz o mayor y en este caso el receptor del hardware 34 informático incluirá un micrófono. En otra realización, el módulo 24 de transmisión de datos convierte las señales de electrocardiograma a una señal sonora modulada en frecuencia que tiene una frecuencia de la portadora dentro de un rango de desde aproximadamente 18 kHz hasta aproximadamente 24 kHz o más. Ejemplos no limitativos de transmisores ultrasónicos apropiados incluyen, pero no están limitados a, altavoces en miniatura, zumbadores piezoeléctricos, y similares. Las señales ultrasónicas pueden ser recibidas por, por ejemplo, un micrófono del hardware 34 informático del dispositivo informático portátil 11.

Haciendo referencia ahora a la Figura 7, un medio no transitorio legible por ordenador del hardware 34 informático almacena un conjunto de instrucciones, en donde el conjunto de instrucciones es capaz de ser ejecutado por el procesador del dispositivo informático portátil 11. Cuando el conjunto de instrucciones se ejecuta, se provoca que los uno o más dispositivos informáticos portátiles 11 reciban y registren señales de electrocardiograma entre el primer electrodo 14 y el segundo electrodo 18, mientras que los electrodos primero y segundo 14 y 18, respectivamente, se colocan secuencialmente en posiciones emparejadas predeterminadas sobre el cuerpo de un paciente en instantes de tiempo independientes y distintos, y se mantienen en cada posición emparejada predeterminada durante múltiples latidos cardiacos. El dispositivo informático esencialmente guía al usuario a través del posicionamiento de cada derivación y puede, por ejemplo, mostrar una imagen de un cuerpo en una pantalla de ordenador con el posicionamiento deseado de los electrodos indicado por un punto centelleante. El conjunto de instrucciones hace además que el dispositivo informático portátil 11 calcule las señales de electrocardiograma convirtiéndolas en conjuntos de señales que representan un latido cardiaco para cada posición emparejada, y a partir de los conjuntos de señales que representan un latido cardiaco, que calcule representaciones de latido cardiaco medio para cada posición emparejada. El conjunto de instrucciones puede a continuación hacer que el dispositivo informático portátil 11 alinee las representaciones de latido cardiaco medio, y que almacene y proporcione como salida datos de electrocardiograma indicativos de las representaciones de latido cardiaco medio en un formato de electrocardiograma de 12 derivaciones estándar.

Por ejemplo, se pueden registrar diez segundos de cada derivación y se puede calcular un PQRST medio para cada derivación a partir de cada registro. A continuación, los latidos medios de derivación de extremidad (I, II, y III) se pueden alinear en el tiempo. A partir de las Derivaciones de Extremidad medias se calculan latidos medios de las

derivaciones amplificadas. Los latidos V1-V6 se promedian y se alinean para crear un informe de 12 derivaciones a partir de latidos promediados.

La salida en formato de electrocardiograma de 12 derivaciones se puede visualizar en el dispositivo 32 de salida, tal como una pantalla de visualización del dispositivo informático portátil 11 o se puede proporcionar como salida a través de una impresora. El conjunto de instrucciones puede hacer que la salida en formato de electrocardiograma de 12 derivaciones sea retenida en una memoria de almacenamiento del dispositivo informático portátil 11, o que se transmita a un ordenador externo al dispositivo informático portátil 11, tal como un servidor web por medio de una conexión a internet en el dispositivo informático portátil 11.

En una realización, el conjunto de instrucciones puede hacer además que el dispositivo informático portátil 11 digitalice y desmodule las señales de electrocardiograma utilizando tecnología conocida por los expertos en la técnica o tecnología aún por desarrollar.

En otra realización, cuando el conjunto de instrucciones se ejecuta, se hace que el dispositivo informático portátil 11 interactúe con un usuario (p. ej. por medio del dispositivo 32 de salida) para proporcionar instrucciones de audio y/o de texto para dirigir la colocación de los electrodos primero y segundo 14 y 18, respectivamente, y/o para solicitar al usuario que confirme la colocación de los electrodos primero y segundo 14 y 18 respetuosamente por medio del dispositivo 30 de entrada. Por ejemplo, se puede hacer que el dispositivo informático portátil 11 proporcione instrucciones de texto a un usuario, en una pantalla de visualización, para que ponga en contacto el primer electrodo 14 con el brazo izquierdo del paciente y el segundo electrodo 18 con el brazo derecho del paciente, después de lo cual el dispositivo de electrocardiografía 10 o el dispositivo de electrocardiografía 10-1 y el dispositivo informático portátil 11 mide y registra la señal eléctrica entre el brazo izquierdo y el brazo derecho durante un intervalo de tiempo apropiado para que corresponda a la Derivación I en un ECG de 12 derivaciones. Las instrucciones pueden hacer además que el dispositivo informático portátil 11 calcule y almacene una representación de latido cardiaco medio para la Derivación I. Un intervalo de tiempo apropiado para obtener datos de latido cardiaco para la Derivación I, y para todas las derivaciones generalmente, puede ser de entre 5 segundos y 30 segundos. Tiempos mayores son posibles, pero no necesarios.

El conjunto de instrucciones puede hacer además que el dispositivo informático portátil 11 proporcione instrucciones a un usuario, o que solicite confirmación de colocación por parte de un usuario, para recoger los datos de electrocardiograma. Por ejemplo, después de que el dispositivo informático portátil 11 ha almacenado los datos para la Derivación I, el dispositivo informático portátil 11 puede proporcionar instrucciones al usuario, o solicitar confirmación de colocación por parte del usuario con relación a la puesta en contacto del primer electrodo 14 con la pierna izquierda del paciente y del segundo electrodo 18 con el brazo derecho del paciente, en donde la señal eléctrica medida entre la pierna izquierda y el brazo derecho corresponde a la Derivación II, y calcular y almacenar una representación de latido cardiaco medio para la Derivación II.

De forma similar, el conjunto de instrucciones puede hacer además que el dispositivo informático portátil 11 proporcione instrucciones a un usuario, o que solicite confirmación de colocación por parte de un usuario, con relación a la puesta en contacto del primer electrodo 14 con la pierna izquierda del paciente y del segundo electrodo 18 con el brazo izquierdo del paciente, en donde la señal eléctrica medida entre la pierna izquierda y el brazo izquierdo corresponde a la Derivación III en un electrocardiograma de 12 derivaciones y a continuación analizar la señal eléctrica correspondiente a la Derivación III para calcular y almacenar una representación de latido cardiaco medio para la Derivación III.

Utilizando las representaciones de latido cardiaco medio de la Derivación I y la Derivación II, el conjunto de instrucciones puede hacer que el dispositivo informático calcule aVR, aVL, y aVF. El vector derecho amplificado (aVR) es igual a $RA-(LA+LL)/2$ o $-(I+II)/2$. El vector izquierdo amplificado (aVL) es igual a $LA-(RA+LL)/2$ ó $(I-II)/2$. El vector amplificado pierna (aVF) es igual a $LL-(RA+LA)/2$ ó $(II-I)/2$.

El conjunto de instrucciones puede hacer además que el dispositivo informático portátil 11 proporcione instrucciones a un usuario, o que solicite confirmación de colocación por parte del usuario, para poner en contacto el primer electrodo 14 con cada una de las ubicaciones sobre el pecho V1, V2, V3, V4, V5, y V6 al mismo tiempo que pone en contacto el segundo electrodo 18 con uno del brazo izquierdo del paciente y el brazo derecho del paciente. Las señales eléctricas medidas entre cada una de las ubicaciones sobre el pecho V1, V2, V3, V4, V5, y V6 y el brazo izquierdo o el brazo derecho corresponden a las Derivaciones V1, V2, V3, V4, V5, y V6 en un electrocardiograma de 12 derivaciones. A continuación, el conjunto de instrucciones puede hacer que el dispositivo informático portátil 11 analice las señales eléctricas correspondientes a las derivaciones V1, V2, V3, V4, V5, y V6 para calcular representaciones de latido cardiaco medio para las derivaciones V1, V2, V3, V4, V5, y V6.

Aunque no están limitados por ninguna teoría concreta, se ha descubierto que el uso de múltiples electrodos para conseguir un polo compuesto tal como un terminal central de Wilson no es necesario. En una realización, el brazo derecho del paciente se puede utilizar como un terminal negativo para cada una de las derivaciones V1, V2, V3, V4, V5, y V6 capturadas con colocación convencional de electrodos sobre el pecho. En algunos individuos, sin embargo, las mediciones V1, V2 y V3 no se correlacionan bien. En dichos individuos, los electrodos se deben colocar a ambos lados del corazón para conseguir duplicación de mediciones V1, V2 y V3 convencionales. Se ha demostrado de

manera definitiva que en dichos individuos, el brazo izquierdo se puede utilizar para las derivaciones V1, V2 y V3, mientras que el brazo derecho se utiliza para las derivaciones V4, V5 y V6, y se consigue excelente correlación con las mediciones convencionales.

5 Una vez que se calculan y se almacenan representaciones de latido cardiaco medio para las Derivaciones I, II, III, aVR, aVL, aVF, V1, V2, V3, V4, V5, y V6, el conjunto de instrucciones puede hacer que el dispositivo informático portátil 11 alinee cada una de las representaciones de latido cardiaco en base a correspondientes características de las representaciones de latido cardiaco. Las señales promediadas y alineadas se pueden almacenar y proporcionar como salida en un formato de electrocardiograma de 12 derivaciones.

10 Aunque es costumbre que las mediciones de tensión se hagan en una dirección, se puede hacer que el software reconozca cuándo se intercambiaron los electrodos primero y segundo 14 y 18 e invierta la representación de latido cardiaco medio. Por ejemplo, es costumbre que la Derivación I mida el brazo izquierdo (LA) menos el brazo derecho (RA), p. ej. $I = LA - RA$. Sin embargo, si los electrodos primero y segundo 14 y 18 se intercambiaran de tal manera que en lugar de lo anterior se midiera RA-LA, el software reconocería que los electrodos primero y segundo 14 y 18 se intercambiaron e invertiría la representación de latido cardiaco medio para la Derivación I para obtener la salida tradicional de Derivación uno.

15 Operando el dispositivo informático portátil 11 y el dispositivo de electrocardiografía descrito anteriormente 10 ó 10-1 se proporcionan métodos para generar un electrocardiograma tradicional de 12 derivaciones utilizando sólo dos electrodos, p. ej. los electrodos primero y segundo 14 y 18. Un electrocardiograma de 12 derivaciones se puede generar midiendo secuencialmente señales eléctricas entre los electrodos primero y segundo 14 y 18 en instantes de tiempo independientes y distintos después de que los electrodos primero y segundo 14 y 18 se posicionen en ubicaciones predeterminadas sobre el cuerpo de un paciente. Representaciones de latido cardiaco medio para cada una de las derivaciones se pueden calcular como se ha descrito anteriormente, y se pueden alinear para producir un electrocardiograma que tenga un formato de electrocardiograma de 12 derivaciones.

20 Existen varios formatos de electrocardiograma de 12 derivaciones utilizados habitualmente. El formato más habitual es un formato 4X3; cuatro columnas de tres derivaciones. La primera columna incluye las Derivaciones de Extremidad I, II y III. La segunda columna incluye las Derivaciones aVR, aVL y aVF. La tercera columna incluye las Derivaciones V1, V2 y V3, mientras la cuarta columna incluye las Derivaciones V4, V5 y V6.

25 En algunas realizaciones, el dispositivo informático portátil 11 es un teléfono inteligente disponible comercialmente que tiene un sistema operativo estándar tal como los sistemas operativos identificados en la técnica como "iOS" o "Android". En esta realización, el electrocardiógrafo 8 para generar un electrocardiograma de 12 derivaciones utilizando sólo dos electrodos se puede proporcionar utilizando el dispositivo de electrocardiografía 10 descrito anteriormente y software descargable al dispositivo informático portátil 11, en donde el software proporciona instrucciones al dispositivo informático portátil 11 como se ha descrito anteriormente. En estas realizaciones, la circuitería 22 de control y el módulo 24 de transmisión de datos están configurados para funcionar e interactuar con el dispositivo informático portátil 11 cuando el dispositivo informático portátil 11 está ejecutando una aplicación descargable al dispositivo informático portátil 11.

30 En una realización, los sistemas y métodos descritos anteriormente incluyen enviar el electrocardiograma de 12 derivaciones a un servidor remoto o a un profesional médico. En otra realización, los sistemas y métodos descritos anteriormente incluyen un dispositivo de visualización y visualizar el electrocardiograma de 12 derivaciones en una pantalla de visualización. De manera similar, los sistemas y métodos descritos anteriormente pueden incluir una impresora e imprimir el electrocardiograma de 12 derivaciones. En otra realización adicional, los métodos y sistemas descritos anteriormente incluyen guardar el electrocardiograma de 12 derivaciones en una memoria de almacenamiento del dispositivo informático portátil 11.

35 Para ilustrar con mayor detalle la presente invención, se proporcionan los siguientes ejemplos. Sin embargo, se debe entender que los ejemplos tienen sólo fines ilustrativos y no se deben interpretar como limitativos del alcance de la invención.

Ejemplo 1

40 El sistema descrito anteriormente se ensayó en 121 pacientes dentro de un ensayo clínico. Cada paciente se monitorizó utilizando los 10 electrodos convencionales, es decir, colocando 6 electrodos sobre el pecho del paciente y un electrodo en cada uno de los brazos y piernas del paciente. Se preparó a continuación un informe de electrocardiograma de 12 derivaciones para cada paciente utilizando un electrocardiógrafo estacionario tradicional vendido bajo la marca comercial GE® MAC3500.

45 El dispositivo de electrocardiografía 10-1 con los electrodos primero y segundo 14 y 18 en una configuración de tipo bolígrafo se ensayó en cada paciente y a partir de las mediciones secuenciales se preparó un informe de 8 derivaciones en formato convencional. El electrocardiógrafo de 2 electrodos calculó las derivaciones V1-V6 utilizando la mano derecha (RA) para el terminal negativo y a continuación la mano izquierda (LA) para el terminal negativo. Se realizó un análisis estadístico comparando los resultados del electrocardiógrafo de 2 electrodos con los resultados del electrocardiógrafo de 10 electrodos tradicional.

La Figura 8 compara V1 para el Sujeto 35 que tiene la correlación más alta entre las mediciones de 10 electrodos y de 2 electrodos. Se consiguió un coeficiente de correlación de 0,99.

La Figura 9 muestra cada una de las 8 derivaciones para el Sujeto 35, comparando los resultados de 10 electrodos con los resultados de 2 electrodos. El coeficiente de correlación promediado para todas las derivaciones fue 0,988.

- 5 A partir de las descripciones anteriores, es evidente que los conceptos innovadores descritos y reivindicados en la presente memoria están bien adaptados para llevar a cabo los objetos y para alcanzar las ventajas mencionadas en esta memoria, así como aquellas inherentes en el concepto innovador descrito y reivindicado en la presente memoria. Aunque las realizaciones presentadas se han descrito a efectos de esta descripción, se entenderá que se pueden hacer numerosos cambios que se sugerirán fácilmente por sí mismos a los expertos en la técnica y los
- 10 cuales se consiguen dentro del alcance de los conceptos innovadores descritos y reivindicados en la presente memoria.

REIVINDICACIONES

1. Un electrocardiógrafo (8) que comprende:

un dispositivo de electrocardiografía (10) que tiene (a) un primer conjunto (12) de electrodo con un primer electrodo (14) adaptado para medir una señal eléctrica sobre el cuerpo de un paciente; (b) un segundo conjunto (16) de electrodo con un segundo electrodo (18) adaptado para medir una señal eléctrica sobre el cuerpo del paciente; (c) circuitería de control configurada para medir señales de electrocardiograma entre los electrodos primero (14) y segundo (18); y (d) un módulo de transmisión de datos configurado para transmitir las señales de electrocardiograma medidas a un dispositivo informático; y

un dispositivo informático que tiene un medio de almacenamiento no transitorio legible por ordenador que almacena software que incluye instrucciones que, cuando son ejecutadas por un procesador, hacen que el procesador (a) calcule un latido PQRSST medio a partir de las señales de electrocardiograma medidas cuando los electrodos primero (14) y segundo (18) se colocan secuencialmente en posiciones de Derivación de Extremidad I, II y III sobre el cuerpo de un paciente durante un tiempo necesario para medir al menos un latido cardiaco en cada posición de Derivación de Extremidad, siendo las posiciones de Derivación de Extremidad conocidas por el procesador; (b) utilizar la relación Derivación III = Derivación II – Derivación I para alinear en el tiempo y visualizar las Derivaciones de Extremidad I, II, y III; y (c) calcular y visualizar las Derivaciones amplificadas aVR, aVL, y aVF a partir de las Derivaciones de Extremidad alineadas en el tiempo.

2. El electrocardiógrafo de la reivindicación 1, en el cual el software incluye además instrucciones que, cuando son ejecutadas por el procesador, hacen que el procesador (d) calcule y visualice Derivaciones V1, V2, y V3 medias a partir de las señales de electrocardiograma medidas obtenidas de colocar secuencialmente uno de los electrodos primero (14) y segundo (18) en una posición V1, V2, y V3 al mismo tiempo que se pone en contacto el otro de los electrodos primero y segundo con un brazo izquierdo del paciente durante un tiempo necesario para medir al menos un latido cardiaco; y (e) calcular y visualizar las Derivaciones V4, V5, y V6 medias a partir de las señales de electrocardiograma medidas obtenidas de colocar secuencialmente uno de los electrodos primero (14) y segundo (18) en una posición V4, V5, y V6 al mismo tiempo que se pone en contacto el otro de los electrodos primero y segundo con un brazo derecho del paciente durante un tiempo necesario para medir al menos un latido cardiaco.

3. El electrocardiógrafo de la reivindicación 1 ó 2, en el cual el módulo de transmisión de datos está configurado para transmitir las señales de electrocardiograma medidas al dispositivo informático por cable.

4. El electrocardiógrafo de la reivindicación 1 ó 2, en el cual el módulo de transmisión de datos está configurado para transmitir de forma inalámbrica las señales de electrocardiograma medidas al dispositivo informático.

5. El electrocardiógrafo de la reivindicación 1 ó 2, en el cual al menos uno de los conjuntos de electrodo primero (14) y segundo (18) comprende una abrazadera articulada por resorte.

6. El electrocardiógrafo de la reivindicación 1 ó 2, en el cual al menos uno de los conjuntos de electrodo primero (14) y segundo (18) comprende un electrodo desechable.

7. El electrocardiógrafo de la reivindicación 1 ó 2, en el cual el dispositivo informático portátil es un teléfono inteligente y el dispositivo de electrocardiografía comprende además una carcasa para la circuitería de control y el módulo de transmisión de datos, estando la carcasa adaptada para encajar sobre o dentro de una envuelta protectora para el teléfono inteligente.

8. El electrocardiógrafo de la reivindicación 1 ó 2, en el cual el módulo de transmisión de datos está además configurado para transmitir las señales de ECG medidas como señales sonoras ultrasónicas, moduladas en frecuencia (FM, frequency modulated en inglés).

9. El electrocardiógrafo de la reivindicación 1 ó 2, en el cual el módulo de transmisión de datos está además configurado para encriptar y transmitir las señales encriptadas.

10. Un medio de almacenamiento no transitorio legible por ordenador que almacena software que incluye instrucciones que, cuando son ejecutadas por un procesador, hacen que el procesador:

reciba y registre señales de electrocardiograma entre un primer electrodo (14) y un segundo electrodo (18), siendo los electrodos primero (14) y segundo (18) colocados secuencialmente en posiciones emparejadas predeterminadas sobre el cuerpo de un paciente durante un tiempo necesario para medir al menos un latido cardiaco, siendo las posiciones emparejadas conocidas por el procesador y correspondiendo a Derivaciones de Extremidad I, II y III, y V1, V2, V3, V4, V5, y V6;

para cada posición emparejada de Derivación de Extremidad, determine conjuntos de señales de electrocardiograma que representen un latido cardiaco y calcular representaciones de latido cardiaco

alineadas en el tiempo medias para las Derivaciones de Extremidad I, II y III, en donde la relación Derivación III = Derivación II – Derivación I se utiliza para alinear en el tiempo dichas Derivaciones de Extremidad; y

calcule las derivaciones amplificadas aVR, aVL, y aVF a partir de las representaciones alineadas en el tiempo de latido cardiaco medio para las Derivaciones de Extremidad I, II, y III y proporcione como salida las señales de electrocardiograma en un formato de electrocardiograma de 12 derivaciones.

- 5
11. El medio de almacenamiento no transitorio legible por ordenador de la reivindicación 10, en el cual las señales de electrocardiograma analizadas comprenden al menos una de señales eléctricas transmitidas por cable, señales electromagnéticas inalámbricas, y señales sonoras acústicas.
- 10 12. El medio de almacenamiento no transitorio legible por ordenador de la reivindicación 10, en el cual el conjunto de instrucciones, cuando es ejecutado por el procesador, hace además que el procesador digitalice y desmodule señales acústicas de electrocardiograma moduladas en frecuencia.
13. El medio de almacenamiento no transitorio legible por ordenador de la reivindicación 10, en el cual el conjunto de instrucciones, cuando es ejecutado por el procesador, hace además que el procesador interactúe con un usuario para identificar posiciones emparejadas de electrodo primero (14) y segundo (18) correspondientes a una derivación.
- 15 14. El medio de almacenamiento no transitorio legible por ordenador de la reivindicación 10, en el cual el conjunto de instrucciones, cuando es ejecutado por el procesador, hace además que el procesador (a) proporcione instrucciones a un usuario o solicite conformación de colocación por parte del usuario con relación a la puesta en contacto del primer electrodo (14) con el brazo izquierdo del paciente y del segundo electrodo (18) con el brazo derecho del paciente, en donde la señal eléctrica medida entre el brazo izquierdo y el brazo derecho corresponde a la Derivación I en un electrocardiograma de 12 derivaciones, y (b) analice la señal eléctrica correspondiente a la Derivación I para calcular una representación de latido cardiaco medio para la Derivación I.
- 20 15. El medio de almacenamiento no transitorio legible por ordenador de la reivindicación 14, en el cual el conjunto de instrucciones, cuando es ejecutado por el procesador, hace además que el procesador (c) proporcione instrucciones a un usuario o solicite conformación de colocación por parte del usuario con relación a la puesta en contacto del primer electrodo (14) con la pierna izquierda del paciente y del segundo electrodo (18) con la pierna derecha del paciente, en donde la señal eléctrica medida entre la pierna izquierda y la pierna derecha corresponde a la Derivación II en un electrocardiograma de 12 derivaciones, y (d) analice la señal eléctrica correspondiente a la Derivación II para calcular una representación de latido cardiaco medio para la Derivación II.
- 25 16. El medio de almacenamiento no transitorio legible por ordenador de la reivindicación 15, en el cual el conjunto de instrucciones, cuando es ejecutado por el procesador, hace además que el procesador (e) proporcione instrucciones a un usuario o solicite conformación de colocación por parte del usuario con relación a la puesta en contacto del primer electrodo con la pierna izquierda del paciente y del segundo electrodo con el brazo izquierdo del paciente, en donde la señal eléctrica medida entre la pierna izquierda y el brazo izquierdo corresponde a la Derivación III en un electrocardiograma de 12 derivaciones, y (f) analice la señal eléctrica correspondiente a la Derivación III para calcular una representación de latido cardiaco medio para la Derivación III.
- 30 17. El medio de almacenamiento no transitorio legible por ordenador de la reivindicación 16, en el cual el conjunto de instrucciones, cuando es ejecutado por el procesador, hace además que el procesador alinee en el tiempo las representaciones de latido cardiaco medio para la Derivación I y la Derivación II y calcule representaciones de latido cardiaco medio aVR, aVL, y aVF a partir de las representaciones de latido cardiaco medio alineadas en el tiempo para la Derivación I y la Derivación II.
- 40 18. El medio de almacenamiento no transitorio legible por ordenador de la reivindicación 17, en el cual el conjunto de instrucciones, cuando es ejecutado por el procesador, hace además que el procesador (g) proporcione instrucciones a un usuario o solicite conformación de colocación por parte del usuario con relación a la puesta en contacto del primer electrodo con cada una de las ubicaciones sobre el pecho V1, V2, V3, V4, V5, y V6 al mismo tiempo que se pone en contacto el segundo electrodo con uno del brazo izquierdo del paciente y del brazo derecho del paciente, en donde las señales eléctricas medidas entre cada una de las ubicaciones sobre el pecho V1, V2, V3, V4, V5, y V6 y el brazo izquierdo o el brazo derecho corresponden a las Derivaciones V1, V2, V3, V4, V5, y V6 en un electrocardiograma de 12 derivaciones, y (h) analice las señales eléctricas correspondientes a las Derivaciones V1, V2, V3, V4, V5, y V6 para calcular representaciones de latido cardiaco medio para las Derivaciones V1, V2, V3, V4, V5, y V6.
- 45 19. El medio de almacenamiento no transitorio legible por ordenador de la reivindicación 18, en el cual el brazo izquierdo se utiliza para las Derivaciones V1, V2, y V3 y el brazo derecho se utiliza para las Derivaciones V4, V5, y V6.
- 50 20. El medio de almacenamiento no transitorio legible por ordenador de la reivindicación 18, en el cual el brazo derecho se utiliza para cada una de las derivaciones V1, V2, V3, V4, V5, y V6.
- 55

21. El medio de almacenamiento no transitorio legible por ordenador de la reivindicación 18, en el cual el conjunto de instrucciones, cuando es ejecutado por el procesador, hace además que el procesador (i) proporcione como salida las representaciones de latido cardiaco medio para las Derivaciones I, II, III, aVR, aVL, aVF, V1, V2, V3, V4, V5, y V6.

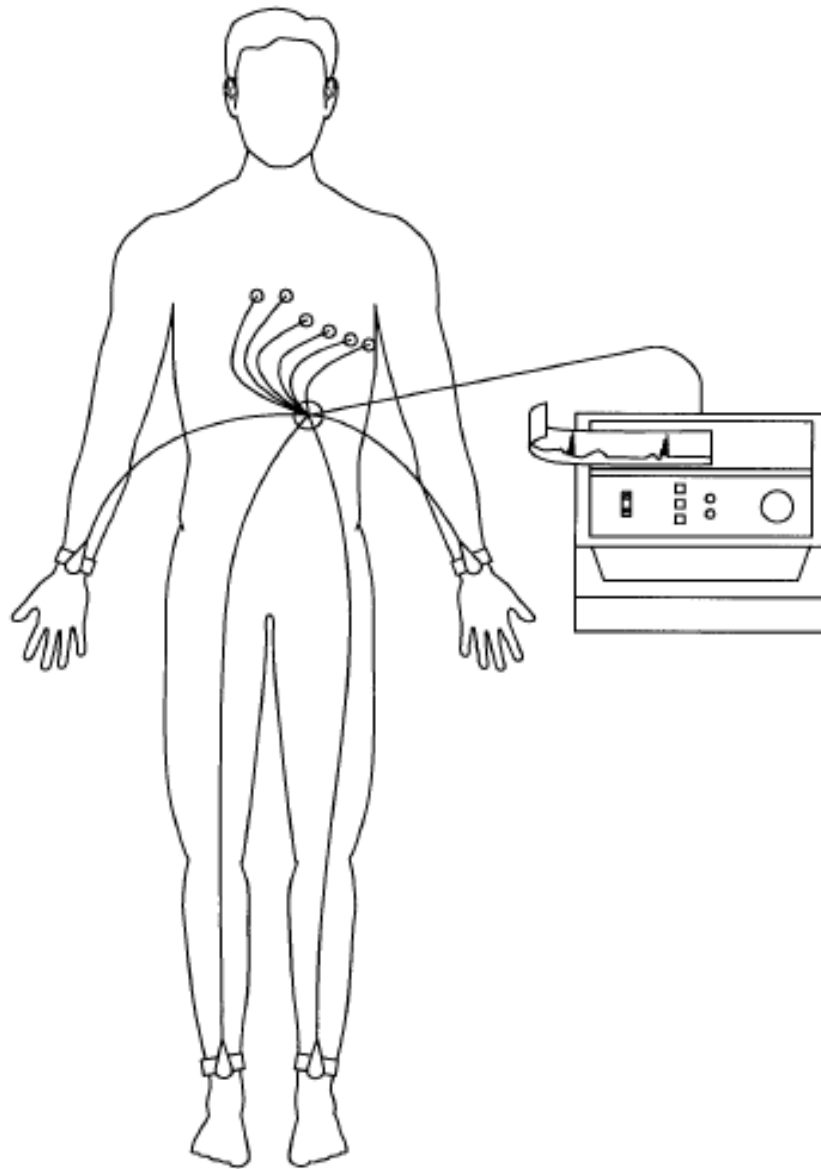


FIG. 1
(Técnica Anterior)

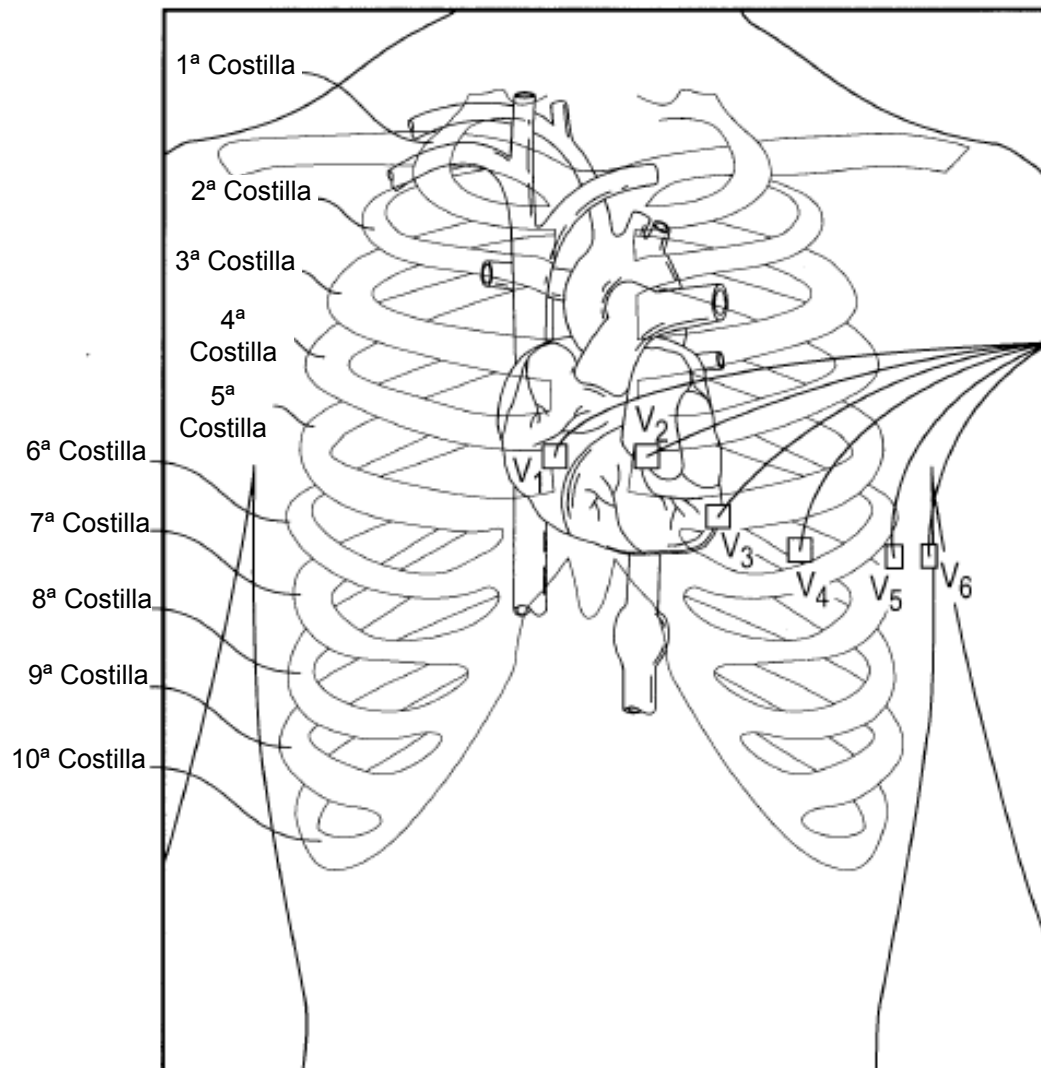


FIG. 2
(Técnica Anterior)

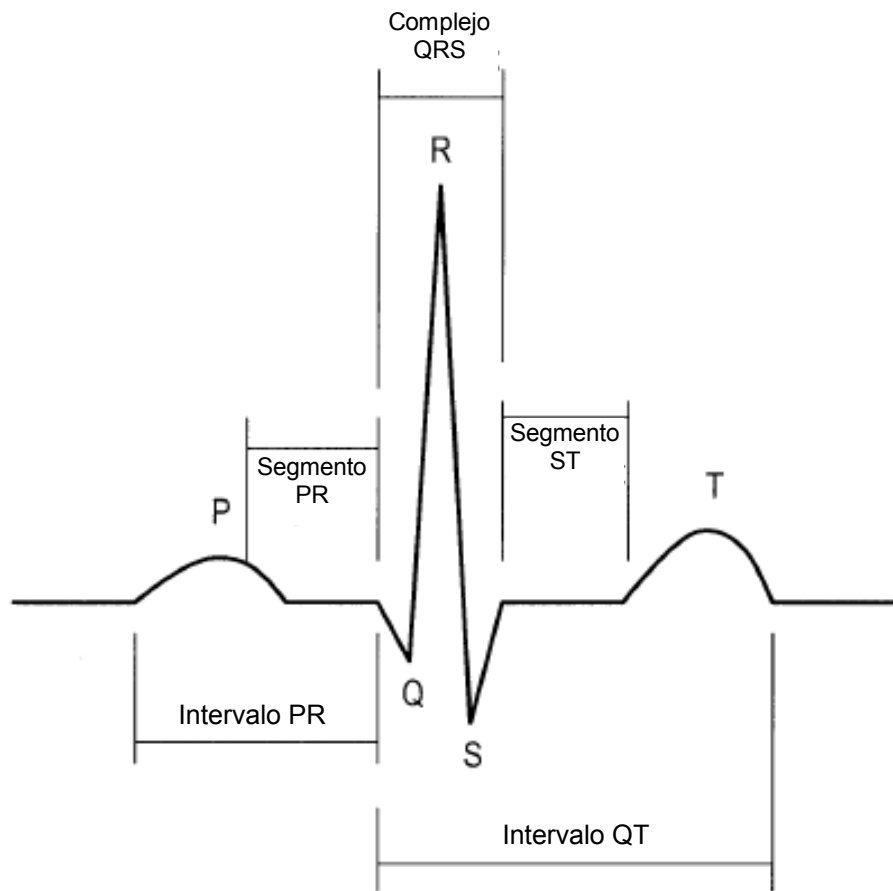


FIG. 3
(Técnica Anterior)

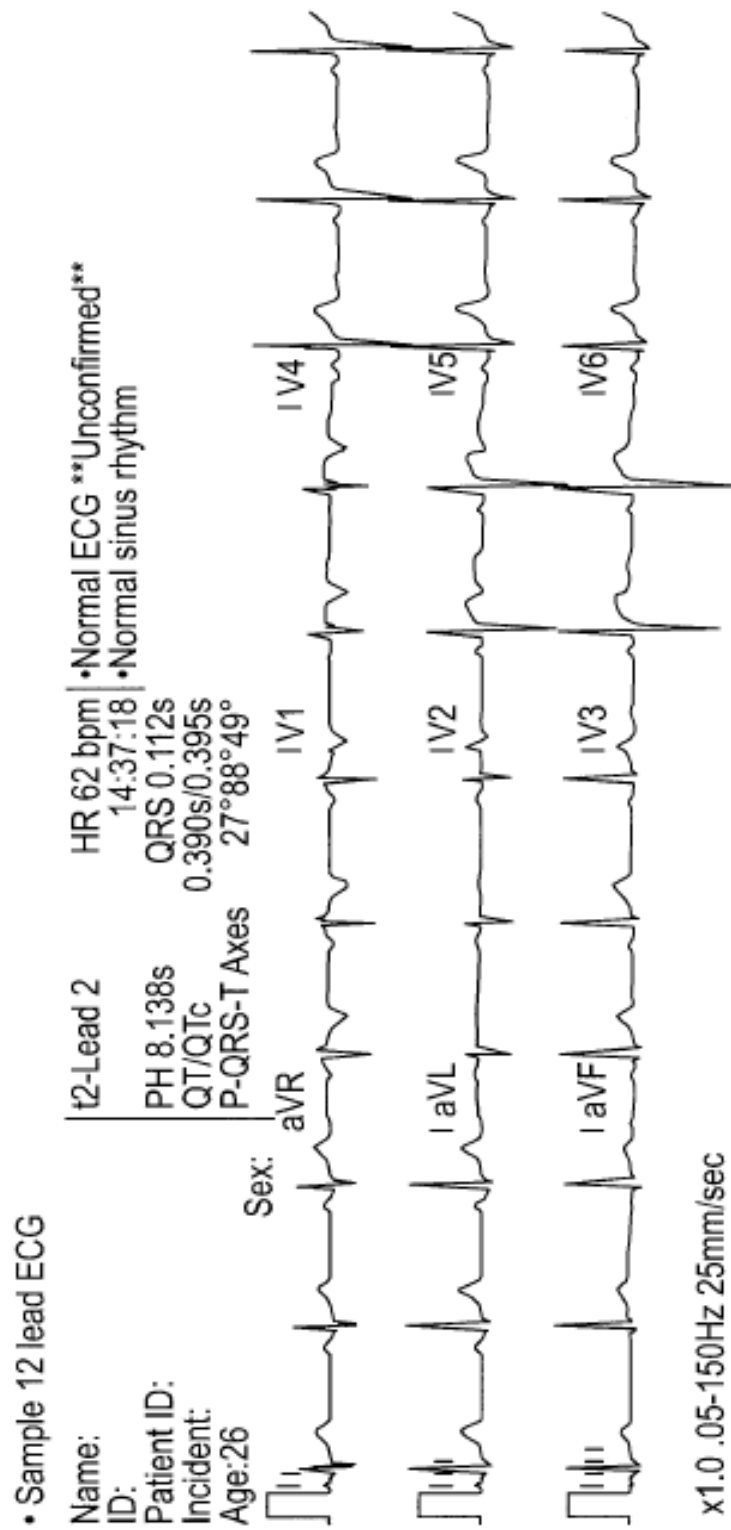


FIG. 4
(Técnica Anterior)

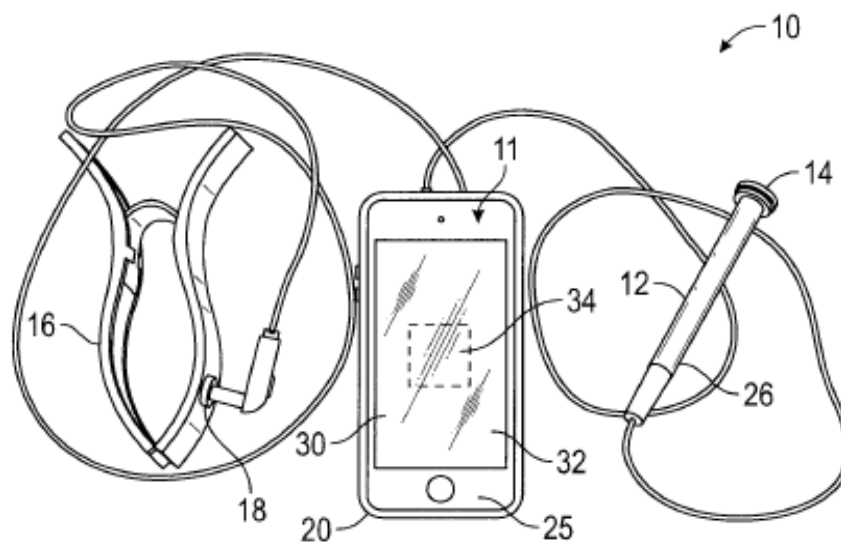


FIG. 5A

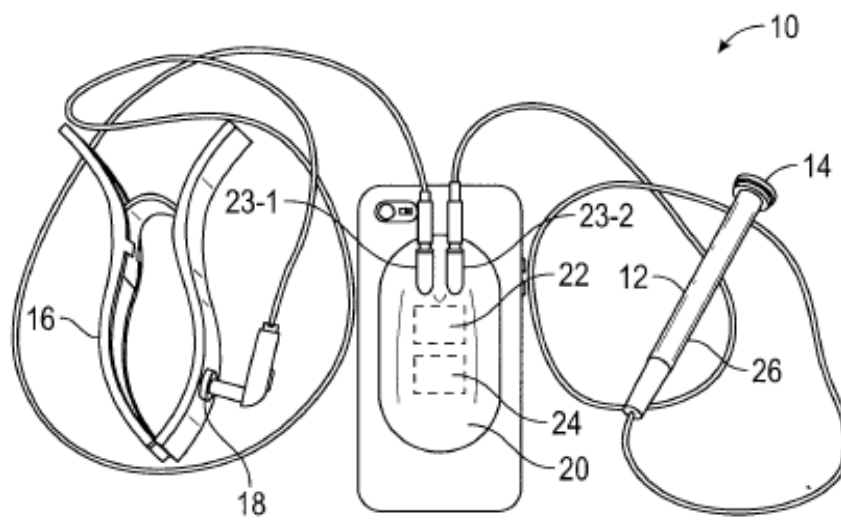


FIG. 5B

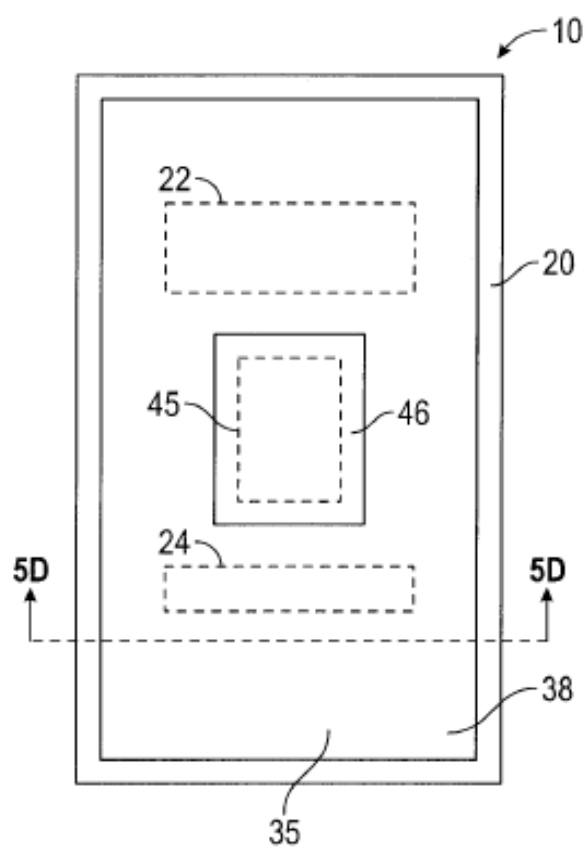


FIG. 5C

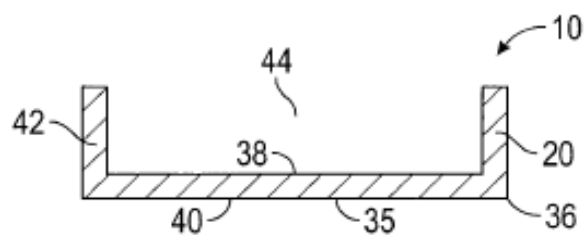


FIG. 5D

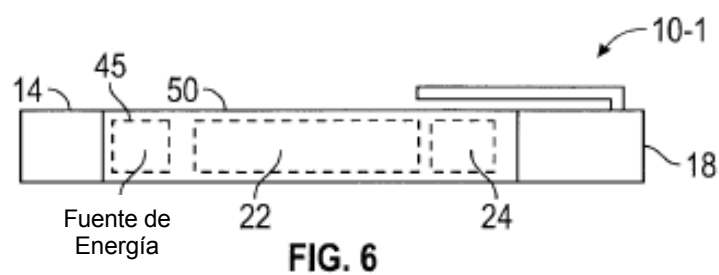


FIG. 6

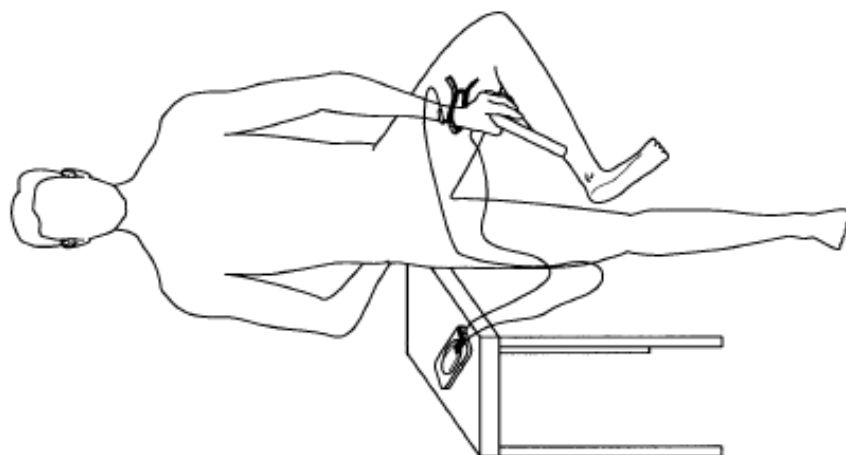


FIG. 7C

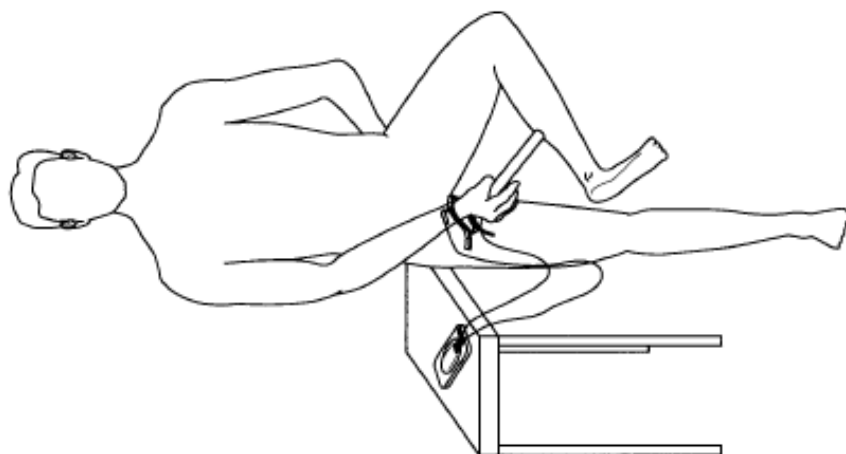


FIG. 7B

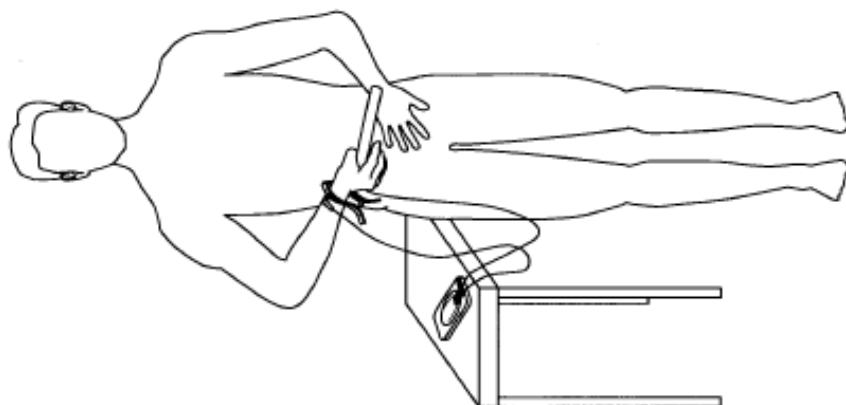


FIG. 7A

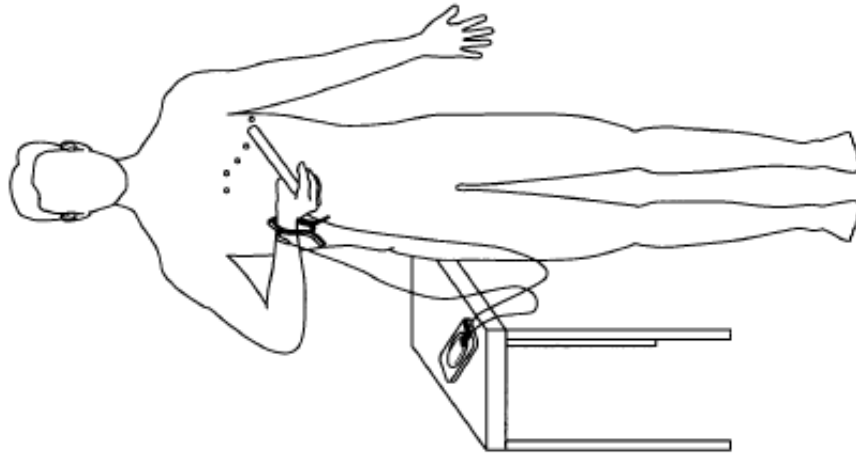


FIG. 7E

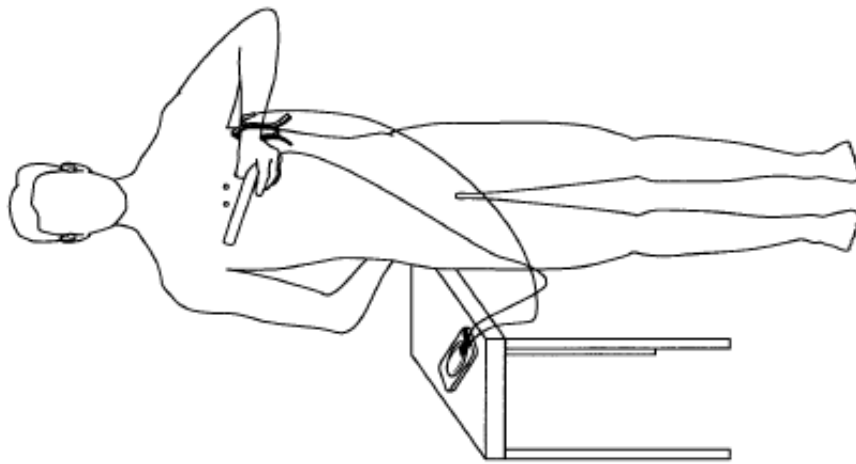
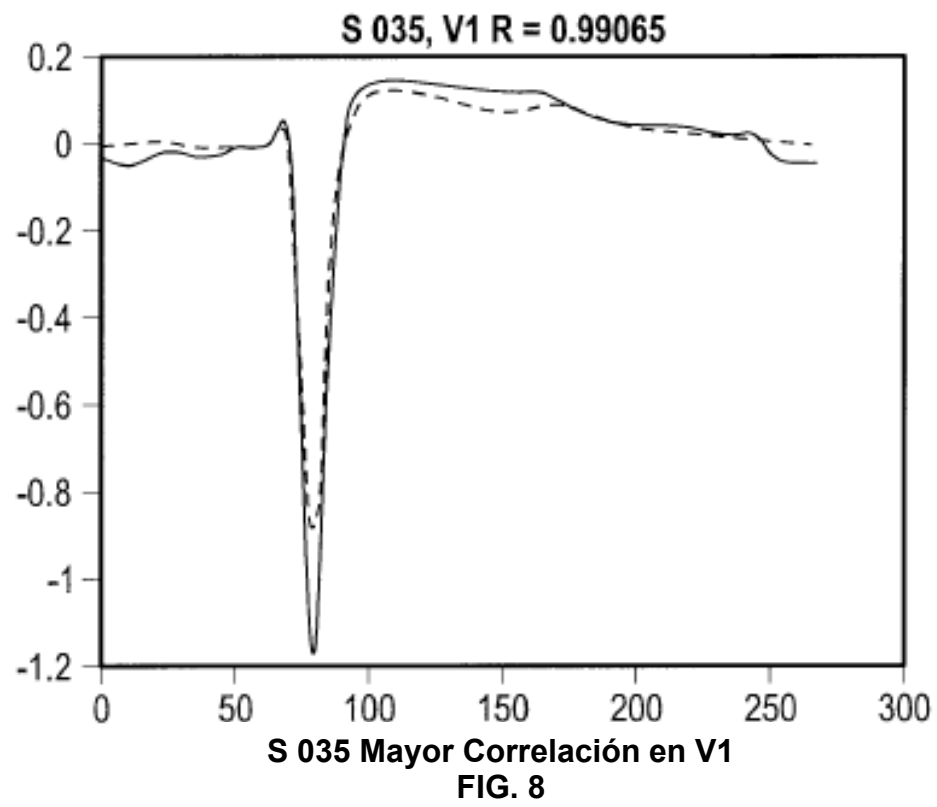


FIG. 7D



El Sujeto 35 tiene la Mayor Correlación Promediada
sobre todas las Derivaciones 0,98780

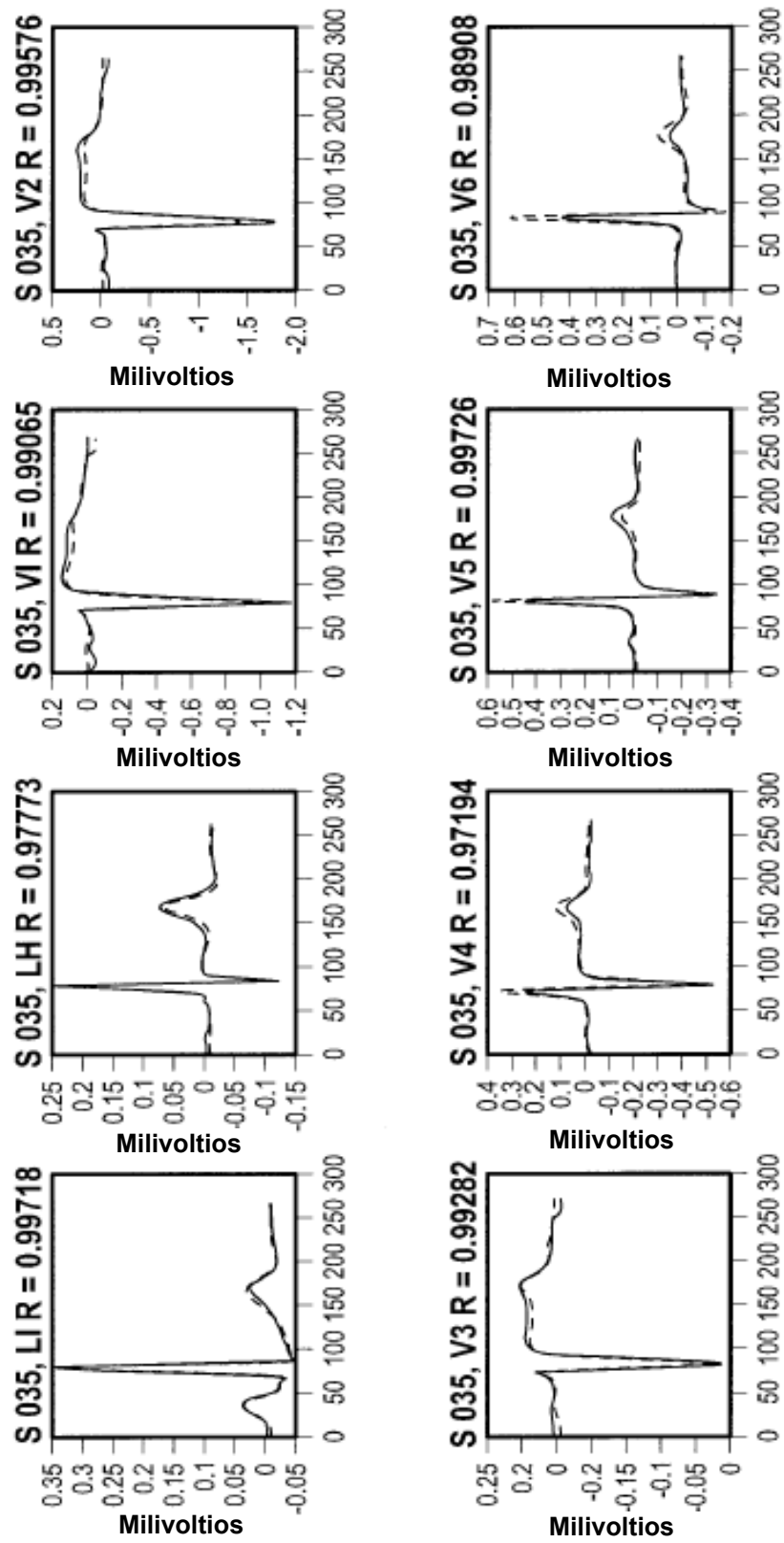


FIG. 9