



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



① Número de publicación: **2 296 474**

② Número de solicitud: 200502670

⑤ Int. Cl.:
A61B 5/024 (2006.01)
A61B 5/053 (2006.01)
G01G 19/50 (2006.01)

⑫

PATENTE DE INVENCION

B1

② Fecha de presentación: **28.10.2005**

④ Fecha de publicación de la solicitud: **16.04.2008**

Fecha de la concesión: **23.02.2009**

⑤ Fecha de anuncio de la concesión: **16.03.2009**

⑥ Fecha de publicación del folleto de la patente:
16.03.2009

⑦ Titular/es: **Universitat Politècnica de Catalunya
c/ Jordi Girona, 31
08034 Barcelona, ES**

⑧ Inventor/es: **Pallàs Areny, Ramón;
Casas Piedrafita, Jaime Óscar y
González Landaeta, Rafael**

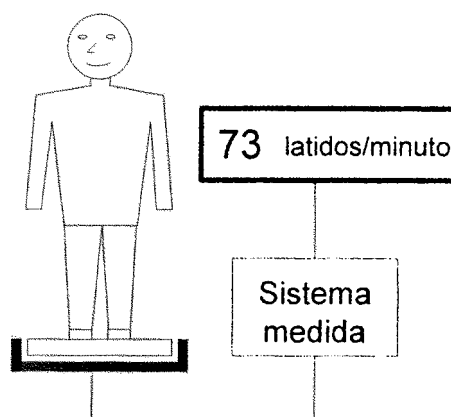
⑨ Agente: **No consta**

④ Título: **Método y aparato para obtener la frecuencia cardiaca a partir de las variaciones de la impedancia eléctrica medida entre los pies.**

⑥ Resumen:

Método y aparato para obtener la frecuencia cardiaca a partir de las variaciones de la impedancia eléctrica medida entre los pies.

La frecuencia cardiaca (también denominada ritmo cardiaco) es un indicador de salud básico y por ello su obtención de forma cómoda, segura y fiable ha sido objeto de numerosas invenciones. La mayoría de los métodos conocidos para obtener la frecuencia cardiaca requieren la colaboración del sujeto, en mayor o menor grado. Esta colaboración puede ser tan simple como colocarse una pulsera a modo de reloj, introducir un dedo de la mano o del pie en un receptáculo o agarrar con cada mano un electrodo conductor. En esta invención se describe un método cuya aplicación puede ser aún más simple que la exigida por los métodos actuales y que está basada en medir las variaciones de la impedancia eléctrica entre los pies debida a la eyección de sangre por parte del corazón a cada latido. Una forma de aplicar el método consiste simplemente en permanecer de pie sobre una superficie de tal forma que la planta de cada pie entre en contacto con una o dos áreas conductoras a través de las que se inyecta una pequeña señal eléctrica alterna, y detectar el efecto que tiene en dicha señal el cambio de la impedancia eléctrica interna del sujeto a cada latido.



ES 2 296 474 B1

Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el art. 37.3.8 LP.

DESCRIPCIÓN

Método y aparato para obtener la frecuencia cardiaca a partir de las variaciones de la impedancia eléctrica medida entre los pies.

5

Sector de la técnica

La presente invención se incluye en el sector de la técnica de la instrumentación biomédica.

10 **Estado de la técnica**

La medida de la frecuencia cardiaca (o del ritmo cardiaco, como también se denomina a veces), ayuda a valorar la condición cardiovascular de una persona. Su importancia ha llevado al diseño de sistemas que permiten monitorizar dicha frecuencia incluso fuera del entorno hospitalario. Aunque normalmente la frecuencia cardiaca se obtiene a partir del electrocardiograma (ECG), desde mediados del siglo XX se han desarrollado métodos alternativos para obtenerla. La mayor parte de estos métodos se basan en los cambios que el latido cardiaco produce en alguna magnitud física que se pueda detectar desde la superficie del cuerpo, con medios electrónicos si se desea una indicación o registro electrónicos. Se detectan así señales acústicas (fonocardiografía), movimientos precordiales, las variaciones en la reflexión de la luz debidas a la microcirculación de la piel (fotopletismografía), e incluso cambios de la temperatura cutánea simultáneos con la onda de presión arterial. Todos estos métodos exigen la colocación de electrodos o sondas en el paciente, con la consiguiente pérdida de tiempo y un coste de material significativo.

Una alternativa a estos métodos pasivos, en el sentido de que se detecta una señal producida directamente por el propio latido, son los métodos activos que aplican algún tipo de señal al cuerpo y analizan los cambios que produce en ella el latido. Uno de los métodos más simples, y totalmente inocuo, se basa en medir la variación de la impedancia eléctrica debida a la redistribución de sangre por todo el cuerpo como consecuencia del latido cardiaco. Ya en 1966, Kubicek y colaboradores publicaron un artículo (Kubicek *et al.*, "Development and evaluation of an impedance cardiac output system", Aerospace Medicine Vol. 37, págs. 1208-1212) sobre cómo obtener información de la actividad mecánica del corazón midiendo los cambios de impedancia eléctrica del tórax. Estos cambios se pueden relacionar, mediante un modelo eléctrico sencillo, con los cambios de volumen en el sistema circulatorio y los cambios de conductividad en los tejidos al llegar el flujo pulsátil de sangre. Estos cambios se producen, en mayor o menor medida, en todas las partes del cuerpo con irrigación sanguínea pero, salvo en el tórax, son muy pequeños, y aún en éste se mezclan con los cambios debidos a la entrada y salida de aire durante la respiración. Por otra parte, la técnica convencional para medir cambios de impedancia eléctrica en el tórax requiere el uso de electrodos, como el ECG, de modo que medir la impedancia eléctrica en el tórax apenas ofrece ventaja alguna frente al ECG si sólo se desea medir la frecuencia cardiaca.

La impedancia eléctrica basal del cuerpo humano, en cambio, se mide de forma muy simple y rutinaria en las básculas que ofrecen una estimación de la composición corporal (patente US 6,370,425 B1). Estas básculas incorporan dos o cuatro electrodos con los que se mide la impedancia eléctrica plantar basal y, a partir de algoritmos que tienen en cuenta, por ejemplo, el valor de la impedancia basal a distintas frecuencias, ofrecen una información, adicional al peso, que permite realizar un seguimiento periódico más preciso de sujetos con supervisión dietética o después de un ejercicio físico intenso.

Pero la medida de la impedancia eléctrica plantar basal, es decir, del valor medio (constante) de la impedancia, no permite obtener información alguna de la frecuencia cardiaca porque el latido cardiaco es un fenómeno dinámico que no afecta al valor de la impedancia basal. Por ello, y dado el interés que tiene esta información, y la facilidad y comodidad de uso que tiene una báscula para gran parte de las personas, se han propuesto diversas soluciones tales como detectar las fluctuaciones del peso debidas a la fuerza que hace el corazón al impulsar la sangre (patente WO-94/06348), o incorporar sensores fotoeléctricos para un dedo de la mano (patente EP-1136037 A1), o para la planta del pie (patente DE-202004014354-U1). Lógicamente, todas estas alternativas aumentan la complejidad de las básculas.

Descripción de la invención

La presente invención consiste en medir las variaciones de la impedancia eléctrica medida entre los dos pies debidas a los cambios de volumen y conductividad eléctrica en el cuerpo humano consiguientes a la sístole y diástole cardiacas. Al tratarse de variaciones rápidas de impedancia, la información que llevan está ausente en la impedancia basal que miden los sistemas que estiman la composición corporal. Las medidas de dichas variaciones de impedancia se puede hacer de forma plantar en básculas (ver la figura 1), y así complementar las medidas de peso y, en su caso, las de composición corporal, pero también se pueden aplicar en otros contextos, sin necesidad de hacer medidas plantares. La única condición exigida por esta invención es poder establecer, por lo menos, un contacto conductor con cada pie.

La figura 2 muestra los componentes de una posible implementación del método. Hay un generador de tensión o corriente alterna, de una o varias frecuencias, con una amplitud inferior al umbral de sensibilidad humana para las corrientes eléctricas (1). Esta señal alterna se inyecta mediante dos electrodos superficiales, (2) y (3), cada uno en contacto físico con un pie del sujeto cuya frecuencia cardiaca se desea medir. El contacto puede ser óhmico o no, es decir, los electrodos pueden ser conductores o no conductores. Las variaciones de la impedancia eléctrica del cuerpo humano modulan la amplitud de la señal inyectada, de modo que si se detecta la señal producida por la señal inyectada,

utilizando otros dos electrodos (4) y (5), o incluso los propios electrodos de inyección si éstos inyectan una corriente, la amplitud de dicha señal detectada cambia de forma sincrónica con la frecuencia cardiaca. La señal detectada se acondiciona (6), por ejemplo mediante amplificación y filtrado, antes de desmodular su amplitud (7). El valor medio de la señal desmodulada es proporcional a la impedancia basal, que es la que utilizan los sistemas que estiman la composición corporal. En esta invención, en lugar de medir el valor medio de la señal desmodulada, se utiliza un amplificador de alterna que rechaza el valor medio de la señal detectada y sólo amplifica los minúsculos cambios asociados al latido cardiaco. Se obtiene así una señal pulsátil, con un pulso coincidente con cada latido (figura 3). Los cambios de impedancia pueden ser de sólo décimas de ohmio, de modo que para obtener una señal pulsátil nítida conviene emplear desmodulación coherente, en lugar de los simples rectificadores que emplean algunos sistema de medida de la impedancia basal (por ejemplo en la patente US-6,370,425 B1).

Para obtener la frecuencia cardiaca a partir de la señal de variaciones de impedancia, se puede emplear un procesador analógico, digital, o mixto (8) que mida el tiempo entre los pulsos de impedancia detectados y a partir de éstos calcule la frecuencia cardiaca latido a latido, o bien el valor promedio de varios latidos. El procesado realizado en este bloque minimiza la influencia que los artefactos de movimiento provocan en las medidas. Este bloque gestiona también las magnitudes obtenidas mediante otras técnicas de medida, como el peso. Los datos son guardados en una memoria (9), que puede ser leída a través del visualizador (10) o externamente a través de un bus de comunicación mediante cable o inalámbrico (11). El visualizador puede estar situado en la misma plataforma que los electrodos o, para una mayor comodidad del usuario, a una altura superior. En este segundo caso la comunicación entre los circuitos conectados a los electrodos de la plataforma y el visualizador, se puede realizar mediante cable o con una transmisión inalámbrica de los datos (12). La memoria se puede organizar de tal forma que si el aparato lo utilizan distintos usuarios, los datos de cada uno se almacenen en porciones de memoria separadas.

Con el método de medida descrito en esta invención se consigue obtener la frecuencia cardiaca con una técnica que requiere una colaboración mínima por parte del usuario. Esta información puede ser útil para la vigilancia general del estado de salud y también para mejorar el seguimiento de sujetos que siguen determinadas dietas, ejercicio o una actividad física intensa.

30

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

- 5 1. Método y aparato para medir la frecuencia cardiaca **caracterizado** porque dicha frecuencia se obtiene a partir de las variaciones de la impedancia eléctrica medida entre los pies del sujeto.
2. Método y aparato para medir la frecuencia cardiaca, según la reivindicación 1, **caracterizado** porque se obtiene el valor de la frecuencia cardiaca latido a latido.
- 10 3. Método y aparato para medir la frecuencia cardiaca, según la reivindicación 1, **caracterizado** porque se obtiene el valor promedio de la frecuencia cardiaca durante un tiempo que se puede seleccionar.
4. Método y aparato para medir la frecuencia cardiaca, según la reivindicación 1, **caracterizado** porque se obtiene la frecuencia cardiaca a partir de las variaciones de la impedancia eléctrica plantar.
- 15 5. Método y aparato para medir la frecuencia cardiaca, según las reivindicaciones 1, 2 y 3 **caracterizado** porque inyecta en el sujeto una señal alterna de una única frecuencia.
- 20 6. Método y aparato para medir la frecuencia cardiaca, según las reivindicaciones 1, 2 y 3 **caracterizado** porque inyecta en el sujeto múltiples señales alternas de distintas frecuencias.
7. Método y aparato para medir la frecuencia cardiaca, según las reivindicaciones 1, 2 y 3 **caracterizado** porque la señal o señales inyectadas en el sujeto se inyectan con electrodos conductores.
- 25 8. Método y aparato para medir la frecuencia cardiaca, según las reivindicaciones 1, 2 y 3 **caracterizado** porque la señal o señales inyectadas en el sujeto se inyectan con electrodos aislantes.

30

35

40

45

50

55

60

65

Figuras

Figura 1

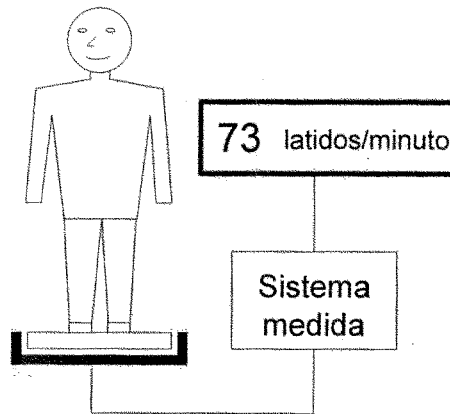


Figura 2

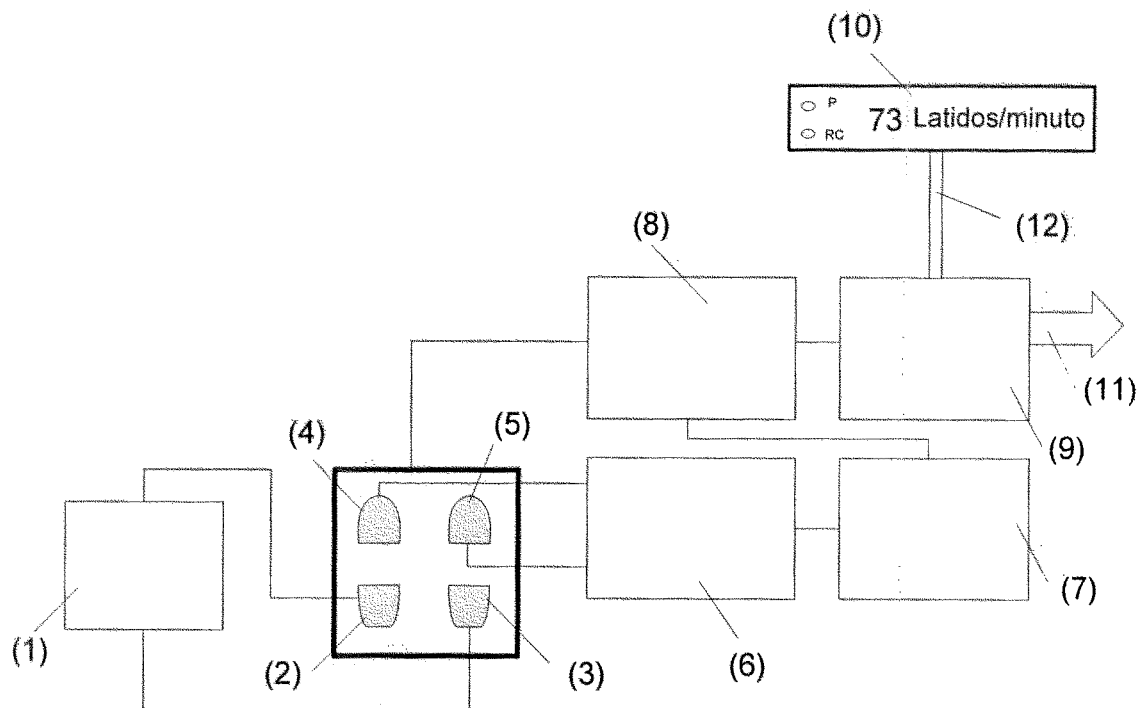
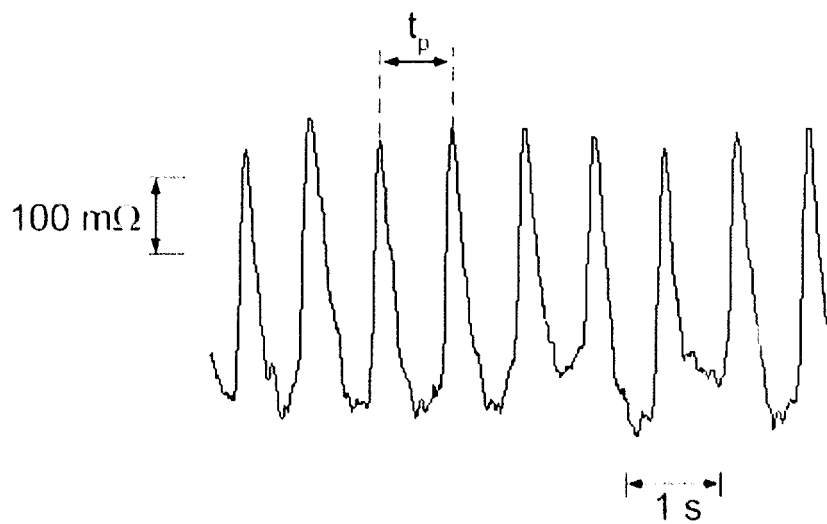


Figura 3





OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

⑪ ES 2 296 474

⑫ Nº de solicitud: 200502670

⑬ Fecha de presentación de la solicitud: **28.10.2005**

⑭ Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑮ **Int. Cl.:** Ver hoja adicional

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
A	GB 2367896 A (SEVEN OF NINE LTD) 17.04.2002, resumen; página 4, líneas 2-4; figura 3.	1-8
A	EP 1512371 A1 (TANITA SEISAKUSHO KK) 09.03.2005, resumen; figura 1.	1-8
A	US 2005004483 A1 (LIN et al.) 06.01.2005, resumen.	1-8
A	WO 2005010640 A2 (TSOGLIN ALEXANDER NOSON; MARGOLIN ARKADY HANON) 03.02.2005, resumen; página 29; figura 2D.	1-8
A	WO 9406348 A1 (INCREA OY; SEPPONEN ULLA KAARINA) 31.03.1994, resumen; figura 2.	1-8
A	US 4362164 A (LITTLE et al.) 07.12.1982, resumen.	1-8
A	US 4958638 A (SHARPE et al.) 25.09.1990, resumen.	1-8

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

para todas las reivindicaciones

para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe

17.03.2008

Examinador

A. Martín Moronta

Página

1/2

CLASIFICACIÓN DEL OBJETO DE LA SOLICITUD

A61B 5/024 (2006.01)

A61B 5/053 (2006.01)

G01G 19/50 (2006.01)