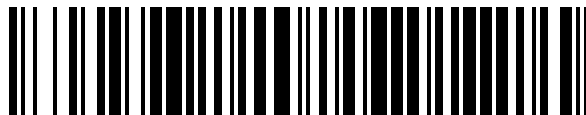


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **1 287 199**

21 Número de solicitud: 202032572

51 Int. Cl.:

A61B 5/00 (2006.01)

G16C 60/00 (2009.01)

12

SOLICITUD DE MODELO DE UTILIDAD

U

22 Fecha de presentación:

26.11.2020

43 Fecha de publicación de la solicitud:

25.02.2022

71 Solicitantes:

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA DE SALAMANCA
(100.0%)**

**C/ Compañía, 5
37002 Salamanca (Salamanca) ES**

72 Inventor/es:

**HERNÁNDEZ DE LA IGLESIA, Daniel;
CHAMORRO SÁNCHEZ, Jorge;
IGLESIAS CRUZ, Ana Zulima;
LÓPEZ RIVERO, Alfonso José;
LOBATO ALEJANO, Fernando;
ALONSO SECADES, Vidal y
VALLEJO GARCÍA, Marcelo**

74 Agente/Representante:

GARCIA DOMINGUEZ, Jorge

54 Título: **Dispositivo y sistema de telemedicina para atención primaria en el hogar**

ES 1 287 199 U

DESCRIPCIÓN

Dispositivo y sistema de telemedicina para atención primaria en el hogar

5 OBJETO DE LA INVENCION

La presente invención pertenece al campo de la telemedicina, y más particularmente a la prestación de servicios de atención primaria de manera telemática.

- 10 El objeto de la presente invención es un dispositivo y sistema de telemedicina configurado para monitorizar de forma remota pacientes en su domicilio, hogar o residencia, sin necesidad de que acudan a un centro médico.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

15

En la actualidad hay más de 860 millones de personas con alguna enfermedad crónica en Europa. Existe un gran número de individuos que padecen enfermedades tales como diabetes, patologías cardiovasculares o hipertensión, entre otras. Estos pacientes generan el 80% de la factura en gasto sanitario en diferentes países de la Unión Europea y, según estudios recientes, solo en España el 40% de los mayores de 50 años conviven con dos o más enfermedades. Estos ciudadanos deben acudir frecuentemente a los centros de salud para monitorizar sus constantes vitales y comprobar si dichos parámetros son normales o indican algún tipo de anomalía. Este proceso implica en muchos casos elevados costes y tiempos inevitables en el transporte de los pacientes desde sus hogares de residencia a los centros médicos, lo que genera largas colas de espera y saturaciones en los centros de salud. El personal sanitario debe comprobar además los valores de sus constantes manualmente y comprobar que se encuentran en un rango normal, lo que aumenta los tiempos de espera.

25

- 30 A toda esta problemática preexistente se suma actualmente la grave crisis sanitaria mundial causada tras la aparición de los primeros casos de COVID-19. La falta de previsión mundial y la rápida expansión del virus ha dejado en evidencia la fragilidad del sistema sanitario mundial. Es necesario realizar una profunda revisión del modelo sanitario actual, incorporando nuevas tecnologías que permitan aliviar la presión asistencial en todos los casos que puedan ser monitorizados de manera remota desde casa. Muchas de estas personas son consideradas pacientes de riesgo debido a sus problemas de salud crónicos y,

35

por tanto, es especialmente importante que puedan ser atendidos de sus dolencias sin necesidad de salir de sus hogares.

5 En definitiva, existe actualmente en este campo la necesidad de sistemas de telemedicina que permitan monitorizar de manera constante y remota las constantes vitales u otras señales de los pacientes mientras estos se encuentran en sus hogares.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCIÓN

10 La presente invención resuelve los problemas anteriores por medio de un dispositivo diseñado o configurado para su conexión a unos sensores que miden constantes vitales de un paciente y, opcionalmente, también parámetros ambientales del hogar del paciente. El conjunto formado por el dispositivo y los sensores conforma así un sistema dotado de capacidad de comunicación inalámbrica con un servidor externo alojado en la nube para
15 poner la información obtenida por los sensores a disposición del usuario y/o de los profesionales médicos.

El dispositivo de telemedicina para atención primaria en el hogar de la presente invención comprende principalmente los siguientes elementos: un medio de procesamiento, unas
20 baterías, y opcionalmente una pantalla:

a) El medio de procesamiento está configurado para su conexión a, al menos, un sensor que mide datos relativos a las constantes vitales de un paciente y/o a parámetros ambientales.

25 El medio de procesamiento comprende capacidad de conexión inalámbrica a una red doméstica para su comunicación a través de internet con un servidor externo ubicado en la nube. De ese modo, los datos relativos a las constantes vitales del paciente se transmiten a dicho servidor externo para ser consultadas por el propio paciente o un profesional médico.

30 El medio de procesamiento puede, en principio, ser de cualquier tipo siempre que esté dotado de la conectividad y capacidad de procesamiento suficiente como para gestionar la comunicación con los sensores y comunicarse con la red doméstica del hogar del paciente para el envío de la información. De acuerdo con una realización preferida de la invención, se utiliza un microcontrolador, por ejemplo el ESP8266.

b) Las baterías de alimentación están conectadas al medio de procesamiento. Las baterías pueden ser cualesquiera siempre que proporcionen una autonomía suficiente al medio de procesamiento, por ejemplo de al menos algunos meses. Puede tratarse de baterías recargables o de pilas que requieren sustitución una vez terminada su vida útil.

c) La pantalla transmite de manera directa información al paciente acerca de las constantes vitales que se están midiendo a través de los sensores

Cuando se conecta este dispositivo con dicho, al menos, un sensor que mide las constantes vitales de un paciente, se obtiene un sistema de telemedicina capaz de tomar las constantes vitales del paciente desde su propio hogar y de enviar dichos datos a la nube para que un profesional médico los pueda consultar. Se evita así la necesidad de que el paciente se traslade a un centro de salud, con los riesgos que ello conlleva.

De acuerdo con una realización preferida de la invención, la conexión entre el medio de procesamiento y el, al menos, un sensor se realiza conectando unos cables entre una entrada del medio de procesamiento y unos bornes de una línea de comunicación de una placa base del sensor. Esto requiere abrir cada sensor y localizar en su interior los bornes que codifican el resultado de la medición para, a continuación, por medio de ingeniería inversa determinar la lógica interna del sensor con el propósito de interpretar correctamente los datos medidos. Gracias a ello, el sistema de la invención puede utilizar sensores sencillos y económicos que carecen de capacidades de comunicación con dispositivos externos.

En principio, los sensores pueden ser de cualquier tipo, ya que se eligen de acuerdo con las constantes vitales que el profesional médico desea obtener en función de la dolencia o enfermedad del paciente. Por ejemplo, en realizaciones preferidas de la invención el sensor puede comprender un pulsioxímetro, un tensiómetro, un termómetro, u otros.

De acuerdo con una realización preferida más, el sistema de la invención comprende además al menos un primer sensor adicional conectado al medio de procesamiento para medir parámetros ambientales. Por ejemplo, puede tratarse de un medidor de CO₂ ambiental.

En aún otra realización preferida más, el sistema de la invención comprende además al menos un segundo sensor adicional conectado al medio de procesamiento para obtener información de seguridad. Por ejemplo, puede tratarse de un sensor de movimiento o de presencia.

5

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

La Fig. 1 muestra un esquema del dispositivo y sistema de la presente invención.

10 La Fig. 2 es una fotografía de un tensiómetro utilizado en la presente invención.

La Fig. 3 es una fotografía del tensiómetro conectado al dispositivo de la presente invención.

La Fig. 4 es una fotografía de un pulsioxímetro utilizado en la presente invención.

15

La Fig. 5 es una fotografía de un sensor para la medición de CO₂.

La Fig. 6 es una fotografía de un ejemplo de sistema según la presente invención.

20 REALIZACIÓN PREFERENTE DE LA INVENCION

Se describe a continuación un ejemplo particular de la presente invención haciendo referencia a las figuras adjuntas.

25 La Fig. 1 muestra el diagrama general del sistema (10) de la invención donde se aprecian los diferentes elementos que lo componen. Como se puede apreciar, el dispositivo (1) de la invención comprende un medio de procesamiento (2), unas baterías (4) y una pantalla (5). El modelo concreto de cada uno de estos elementos se describe con detalle más adelante en este documento haciendo referencia a una implementación particular. Este dispositivo (1)
30 puede conectarse a una serie de sensores de constantes vitales del paciente, como el pulsioxímetro (31), el tensiómetro (32), o el termómetro (33), de sensores de parámetros ambientales, como el sensor (34) de medida de CO₂, y/o de sensores (35) de seguridad, como sensores de presencia o de movimiento. Gracias a las capacidades de comunicación inalámbricas del medio de procesamiento (2), los datos obtenidos de los sensores (31, 32, 33, 34, 35) se transmiten en tiempo real, a través de una red Wifi doméstica (20), a un
35 servidor externo (30) ubicado en la nube. Se trata de un servidor (30) seguro y escalable,

capaz de aumentar sus prestaciones en función de la demanda para proporcionar siempre una baja latencia y una alta disponibilidad. Los datos están así disponibles para su consulta por parte de un profesional médico o el propio paciente a través de cualquier dispositivo inteligente, como por ejemplo un teléfono móvil inteligente, una tableta, un ordenador, etc. El sistema utiliza la plataforma IoT (*Internet of Things*) basada en la plataforma de código abierto *Things Board* descrita por Henschke, Matthew, Xinzhou Wei, and Xiaowen Zhang en 2020, “*Data Visualization for Wireless Sensor Networks Using ThingsBoard*.” In, páginas 1–6. Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE): <https://doi.org/10.1109/wocc48579.2020.9114929>. Esta plataforma proporciona todas las funcionalidades para la gestión de dispositivos, recopilación, procesamiento y visualización de datos producidos por los sistemas de sensorización desplegados. Adicionalmente, además de almacenar y gestionar los datos, esta plataforma dispone de un avanzado motor de reglas capaz de configurar alarmas tempranas y sistemas de *Deep Learning* para detectar anomalías en los datos.

A continuación, se describen con mayor detalle unos ejemplos de implementación del sistema (10) de la presente invención.

Ejemplo 1: Sistema para medición de presión arterial

Para configurar este ejemplo de sistema (10) según la invención se han probado diferentes tensiómetros (32) con el objetivo de localizar aquel que cumpliera con las siguientes características: protocolo de comunicación serie accesible y abierto, buena relación precisión/precio y fácil adquisición en el mercado. El modelo seleccionado, mostrado en la Fig. 2, tiene un rango de medición de la presión de entre 20 y 280 mmHg y entre 40 y 165 pulsaciones / min con un margen de error en la presión menor a los 3 mmHg y un margen de lectura del pulso de un 4%.

Tras investigar la configuración de este tensiómetro (32), y realizando un proceso de ingeniería inversa, se localizaron las conexiones serie sobre la placa PCB del tensiómetro (32). Una vez localizadas las conexiones, se procedió al análisis del protocolo de comunicación, conectando el tensiómetro (32) a un analizador lógico con el objetivo de identificar las tramas enviadas por el puerto serie. Una vez localizadas, de nuevo se procedió a realizar un estudio de ingeniería inversa del protocolo utilizado por el fabricante del tensiómetro (32) con el objetivo de acceder a la lectura de los valores medidos. Una vez analizado, se comprobó que se trata

de un protocolo sencillo y ampliamente utilizado por los fabricantes de dispositivos de este tipo.

El siguiente paso fue dotar al tensiómetro (32) de conectividad y capacidad de cómputo de la información en base a los estándares de las tecnologías IoT y Edge Computing actuales. Para ello, como medio de procesamiento (2) se eligió uno de los microcontroladores más populares y ampliamente utilizados en estas tecnologías, como es el ESP8266. Se trata de un *System on a Chip* (SoC) con función de conexión Wi-Fi fabricado por la empresa Espressif. Está basado en una arquitectura de 32 bits y su procesador funciona hasta 180Mhz con una memoria flash SPI Winbond W25Q40BVNIG de 512 Kbytes. Para la integración de todos los elementos que constituyen el sistema (10) de la invención, se diseñó o configuró una placa PCB propia alimentada con dos baterías 16850 (4) recargables de 3,7 V. Gracias a estas baterías (4), es posible trasladar el dispositivo (1) a cualquier parte del hogar y realizar las mediciones con total comodidad. Debido a la alta capacidad de estas baterías (4), la autonomía del dispositivo (1) de la invención es muy elevada (entre 6 y 8 meses con una sola carga).

Una vez diseñado o configurado el hardware del dispositivo (1), se procedió a la implementación del firmware de control que permite al controlador ESP8266 (2) medir con precisión los valores enviados por el tensiómetro (32), procesarlos y remitirlos en tiempo real a la plataforma IoT desplegada. Para realizar este desarrollo, se ha utilizado la plataforma de desarrollo Arduino, la cual es compatible con el SoC ESP8266 (2) y que permite incorporar bibliotecas externas ya implementadas para mejorar el procesamiento de las señales y gestionar el envío de la información. Gracias a la capacidad de conexión WiFi de la que dispone el ESP8266 (2), el dispositivo (1) se configura para incorporarse a la red doméstica (20) y para su conexión al servidor externo (30) a través de internet.

La Fig. 3 muestra este ejemplo de sistema (10) según la presente invención. El dispositivo (1) se ha diseñado o configurado, además, para que pueda ser utilizado por incluso 3 usuarios diferentes simplemente pulsando un respectivo botón (6) habilitado para cada usuario. La pulsación de cada uno de estos botones (6) provoca que los datos medidos se asignen a la base de datos correspondiente a cada usuario concreto.

Ejemplo 2: Sistema para medición de temperatura y oximetría

Se realizó un estudio sobre los termómetros (33) disponibles en la actualidad que
 5 cuenten con los mismos requisitos descritos en el caso del tensiómetro (32). Tras la
 realización de diferentes pruebas, el sensor elegido para actuar como termómetro
 (33) en el sistema es el DS18B20 en su versión resistente al agua.

En lo que respecta al pulsioxímetro (31), tras realizar diversas investigaciones se
 10 eligió el modelo MAX30102, un sensor óptico que incorpora dos LED, uno de
 espectro rojo y otro de infrarrojo. Este sensor se coloca sobre la piel, generalmente
 en el dedo o la muñeca. El sensor detecta la luz reflejada, y determina el grado de
 saturación de la sangre. La comunicación con el MAX30102 (31) se realiza a través
 15 del bus I2C, por lo que es compatible con el entorno Arduino y sencillo de conectar
 sobre el ESP8266 (2). Para poder medir con precisión el nivel de saturación, se ha
 diseñado o configurado un soporte en 3D para colocar el dedo, de tal forma que el
 pulsioxímetro (31) pueda realizar una medición correcta tal y como se realiza en los
 dispositivos comerciales. El sensor (31) resultante se muestra en la Fig. 4.

Una vez seleccionados los sensores (31, 33), se procedió al diseño o configuración
 20 de una placa de circuitos basada en el ESP8266 (2) que integraría toda la
 funcionalidad necesaria. Una vez montados los componentes sobre la placa PCB,
 se conectan los sensores de temperatura (33) y el sensor de oximetría (31). El
 sistema es modular, de forma que, si únicamente necesitamos monitorizar la
 25 temperatura, el controlador (2) detecta que no hay un sensor MAX30102 (31)
 conectado, y únicamente monitoriza la temperatura y viceversa.

La Fig. 5 muestra este segundo ejemplo de sistema (10), en este caso diseñado o
 configurado para la medición de la saturación de oxígeno y temperatura corporal.
 30 En este ejemplo, el dispositivo (1) presenta además una pantalla (5) sobre la propia
 placa para informar al usuario de los valores medidos.

Además de los sensores que miden las constantes vitales del paciente, es posible que el
 usuario del dispositivo (1) necesite monitorizar otros parámetros, tales como la glucosa o el
 35 flujo de aire nasal entre otros. El dispositivo (1) diseñado o, así configurado, permite integrar
 nuevos sensores médicos para medir nuevas constantes vitales de manera sencilla.
 Siempre que el sensor o dispositivo médico cuente con un protocolo serie abierto que pueda

ser procesado por el ESP8266 (2), este será sencillo de incorporar. Del mismo modo, el dispositivo (1) está pensado para incorporar sensores de monitorización ambiental (34) como sensor de CO₂ mostrado en la Fig. 6. Gracias a este tipo de sensores, es posible detectar de manera temprana ambientes poco saludables o habitaciones que deben ser ventiladas en el caso de los pacientes de COVID-19.

5

REIVINDICACIONES

1. Sistema (10) de telemedicina para atención primaria en el hogar, caracterizado por que comprende un dispositivo (1), conectado a, al menos, un sensor (31, 32, 33) que mide
5 las constantes vitales de un paciente y que comprende,
- un medio (2) de procesamiento configurado para su conexión a, al menos, un sensor (31, 32, 33) que mide datos relativos a las constantes vitales de un paciente y/o a parámetros ambientales; y
- unas baterías (4) de alimentación conectadas al medio (2) de procesamiento,
10 donde el medio (2) de procesamiento comprende capacidad de conexión inalámbrica a una red doméstica (20) para su comunicación a través de internet con un servidor externo (30) ubicado en la nube, de modo que los datos relativos a las constantes vitales del paciente se transmiten a dicho servidor externo (30) para ser consultadas por el propio paciente o un profesional médico.
15
2. Sistema (10) de acuerdo con la reivindicación 1, donde el medio (2) de procesamiento es un microcontrolador.
3. Sistema (10) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde el
20 dispositivo comprende, además, una pantalla (5).
4. Sistema (10) de acuerdo con la reivindicación 1, donde la conexión entre el medio (2) de procesamiento y el, al menos, un sensor (31, 32, 33) se realiza conectando unos cables entre una entrada del medio (2) de procesamiento y unos bornes de una línea de
25 comunicación de una placa base del sensor (31, 32, 33).
5. Sistema (10) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-4 donde el, al menos, un sensor (31) comprende un pulsioxímetro.
- 30 6. Sistema (10) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-5 donde el, al menos, un sensor (32) comprende un tensiómetro.
7. Sistema (10) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-6 donde el, al menos, un sensor (33) comprende un termómetro.
35
8. Sistema (10) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que

además comprende al menos un primer sensor adicional (34) conectado al medio (2) de procesamiento para medir parámetros ambientales.

9. Sistema (10) de acuerdo con la reivindicación 8, donde el primer sensor adicional
5 (34) es un medidor de CO₂ ambiental.

10. Sistema (10) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que
además comprende al menos un segundo sensor adicional (35) más conectado al medio (2)
de procesamiento.

10

11. Sistema (10) de acuerdo con la reivindicación 10, donde el segundo sensor adicional
(35) es un sensor de movimiento o de presencia.

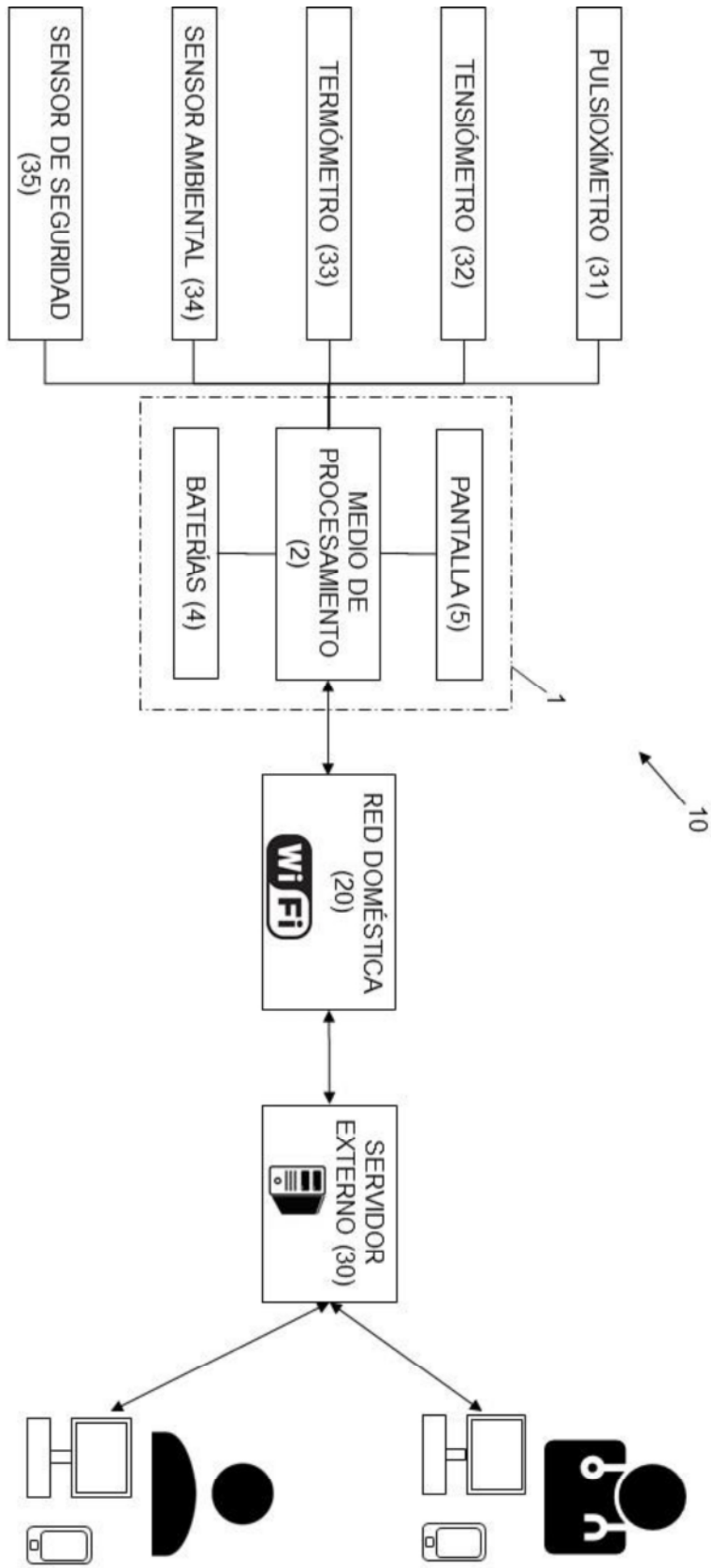


FIG. 1

FIG. 2

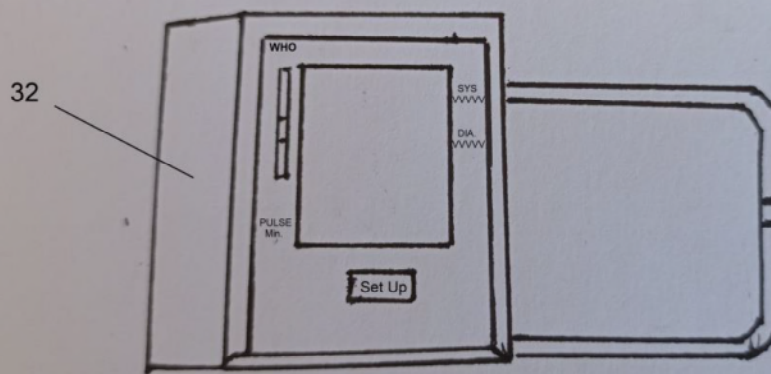


FIG. 3

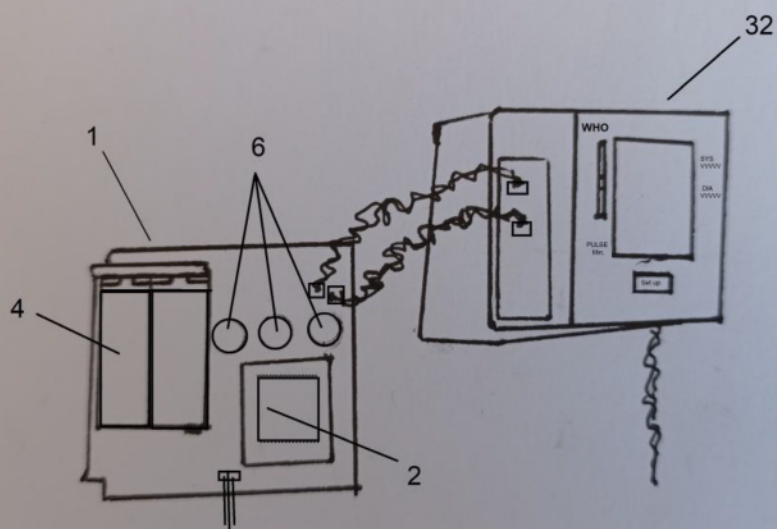


FIG.4

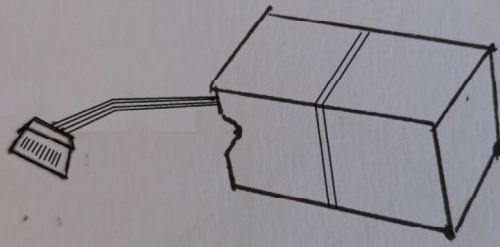


FIG. 5

