



**Diseño de un Prototipo de Monitoreo de Signos Vitales y Masa Corporal para el Laboratorio de Ingeniería Biomédica de la Corporación Universitaria Reformada**

**Autores:**

**Crista Joan Vega Sanmartín**

**Samir Jesús Agudelo Cárdenas**

**Trabajo de grado como prerrequisito como obtención del grado de Ingeniero biomédico**

**Director:**

**José Ignacio Navarro Pérez**

**Facultad de Ingenierías**

**Programa de Ingeniería Biomédica**

**Barranquilla**

**2022**



**Diseño de un Prototipo de Monitoreo de Signos Vitales y Masa Corporal para el Laboratorio de Ingeniería Biomédica de la Corporación Universitaria Reformada**

**Crista Joan Vega Sanmartín**

**Samir Jesús Agudelo Cárdenas**

**Director:**

**José Ignacio Navarro Pérez**

**Facultad de Ingenierías**

**Programa de Ingeniería Biomédica**

**Barranquilla**

**2022**

## Índice

Introducción .....	1
1. Planteamiento del Problema.....	2
1.1. Alcance .....	2
1.2. Objetivos .....	3
1.2.1. Objetivo General.....	3
1.2.2. Objetivos Específicos.....	3
1.3. Justificación .....	3
2. Marco Teórico.....	4
2.1. Antecedentes .....	4
2.1.1. Sistema de oximetría:.....	4
2.1.2. Sistema de temperatura: .....	6
2.1.3. Tensiómetro: .....	7
2.1.4. Telemedicina:.....	8
2.2. Marco Conceptual .....	11
2.2.1. Microcontrolador: .....	11
2.2.2. Sensor:.....	12
2.2.3. Sensores Infrarrojos: .....	13
2.2.4. Sensores Térmicos: .....	13
2.2.5. Sensores de Temperatura: .....	14
2.2.6. Temperatura: .....	14
2.2.7. Temperatura corporal:.....	14
2.2.8. Sensores de Presión: .....	15
2.2.9. Galga extensiométrica:.....	15
2.2.10. Oximetría: .....	16
2.2.11. Presión arterial: .....	16
2.2.12. Arduino: .....	17

2.2.13. Internet de las Cosas: .....	18
3. Metodología .....	18
4.1. Diseño .....	18
4.2. Materiales y Métodos.....	19
4.2.1. Microcontrolador Arduino.....	19
4.2.2. Celda de carga.....	21
4.2.3. Sensor de temperatura.....	23
4.2.4. Sensor de oximetría.....	25
4.2.5. Pantalla.....	27
4.2.6. Módulo de wifi.....	29
4.3. Componentes seleccionados.....	31
4.4. Diseño 3D del prototipo.....	39
4.3. Procedimiento .....	39
4.5. Estudio de mercado.....	44
Resultados .....	51
Conclusiones y Recomendaciones .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Referencias.....	59

## Listado de Tablas

FIGURA 1.....	11
FIGURA 2.....	13
FIGURA 3.....	31
FIGURA 4.....	32
FIGURA 5.....	33
FIGURA 6.....	34
FIGURA 7.....	35
FIGURA 8.....	36
FIGURA 9.....	37
FIGURA 10.....	38
FIGURA 11.....	39
FIGURA 12.....	40
FIGURA 13.....	41
FIGURA 14.....	41
FIGURA 15.....	42
FIGURA 16.....	51
FIGURA 17.....	52
FIGURA 18.....	53
FIGURA 19.....	54
FIGURA 20.....	55
FIGURA 21.....	56

## Listado de Tablas

TABLA 1.....	19
TABLA 2.....	21
TABLA 3.....	23
TABLA 4.....	25
TABLA 5.....	27
TABLA 6.....	29
TABLA 7.....	47
TABLA 8.....	48
TABLA 9.....	49

## **Resumen**

Este proyecto tuvo el propósito de realizar un prototipo el cual es capaz de realizar distintas adquisiciones de señales y datos del ser humano para conocer más a profundidad su estado de salud; a partir de su masa corporal, presión sanguínea, su nivel de oxigenación en la sangre, y temperatura en tiempo real.

El objetivo general del proyecto fue el diseñar un prototipo de monitoreo de signos vitales y masa corporal para el laboratorio de ingeniería Biomédica de la Corporación Universitaria Reformada, usando diferentes estrategias como lo son el diseño de un sistema microprocesado para la adquisición de las bioseñales, el cual, fueron validadas las mediciones mediante el uso de equipos Gold Standard y por último se implementó de un sistema IoT para la monitorización de los datos de forma remota (telemetría). Concluyendo la experiencia de uso del dispositivo fue adecuada a los fines establecidos para el propósito en concreto del proyecto a presentar, los resultados obtenidos fueron los esperados al momento de realizarle distintos tests de funcionamiento.

***Palabras clave:*** oximetría, temperatura, masa corporal, presión arterial, microcontroladores.

## **Abstract**

This project had the purpose of making a prototype which is capable of making different acquisitions of signals and data of the human being to know more in depth their state of health; from your body mass, blood pressure, your blood oxygenation level, and temperature in real time.

The general objective of the project was to design a prototype for monitoring vital signs and body mass for the Biomedical engineering laboratory of the Corporación Universitaria Reformada, using different strategies such as the design of a microprocessed system for the acquisition of biosignals, the which, the measurements were validated through the use of Gold Standard equipment and finally an IoT system was implemented for remote data monitoring (telemetry). Concluding that the experience of using the device was adequate for the purposes established for the specific purpose of the project to be presented, the results obtained were those expected at the time of carrying out different functional tests.

***Keyword's:*** oximetry, temperature, body mass, blood pressure, microcontrollers.

## **Introducción**

En la actualidad se conocen diversos equipos que desempeñan esta función particular de realizar adquisición de señales en el cuerpo humano que al día de hoy son de soporte vital en el campo de la medicina para determinar el estado de salud de un paciente. No obstante, el acceso a este tipo de dispositivos si bien de manera comercial pueden ser de acceso libre, como es el caso de los oxímetros, los equipos que puedan hacer más de una lectura no son de fácil adquisición, esto debido a su diseño y costo en el mercado.

Para este proyecto tenemos el propósito de realizar un prototipo el cual sea capaz de realizar distintas adquisiciones de señales y datos sobre un paciente para conocer más a profundidad su estado de salud; a partir de su masa corporal, presión sanguínea, su nivel de oxigenación en la sangre, y temperatura en tiempo real.

Teniendo en cuenta que será un dispositivo exclusivo para el laboratorio de ingeniería biomédica de la CUR (Corporación Universitaria Reformada) se hará uso de este con el fin de afianzar el desarrollo tecnológico y educativo de los estudiantes de la facultad, para conocer cómo se pueden obtener estos datos a través del dispositivo en las condiciones presentadas dentro del laboratorio, en adición de una funcionalidad de transmitir esta información de forma inalámbrica (wifi), para tener un panorama sobre las tecnologías que se pueden utilizar en el campo de la telemedicina.

## **1. Planteamiento del Problema**

Tomando en consideración la necesidad que hay en el laboratorio de ingeniería biomédica por la falta de dotación de equipos con funciones integradas de adquisición de las señales producidas en el ser humano, tales como masa corporal, temperatura, oximetría y presión arterial, surgió el siguiente interrogante: ¿Es posible diseñar un prototipo que realice la adquisición de señales y monitoreo de signos vitales más masa corporal?, ¿Es posible que pueda ser visualizado implementado un sistema de IoT para el laboratorio de ingeniería biomédica de la corporación universitaria reformada?

### **1.1. Alcance**

El proyecto final destinado al laboratorio biomédico de la CUR, será de gran utilidad para los estudiantes de ingeniería, ya que, podrán tener la oportunidad de manipular el prototipo para generar nuevas ideas de conocimiento y/o desarrollar sus propios proyectos una vez se hayan familiarizado e interactuado con el funcionamiento de los sensores implementados en el prototipo, a su vez, podrán aprender cómo se transfieren los datos del equipo por vía wifi, haciendo uso de las tecnologías de la información para realizar toma de datos a distancia.

Los sensores implementados en el prototipo para realizar la adquisición de señales son adecuados para obtención de datos de masa corporal, oximetría, temperatura y presión arterial, los cuales serán comparados con los valores de índice estándar de cada medida.

Resulta de gran importancia mencionar que el proyecto podría presentar limitaciones en la precisión y exactitud de los datos para la fecha a ser evaluado.

## **1.2. Objetivos**

### **1.2.1. Objetivo General**

Diseñar un prototipo de monitoreo de signos vitales y masa corporal para el laboratorio de ingeniería Biomédica de la Corporación Universitaria Reformada.

### **1.2.2. Objetivos Específicos**

1. Diseñar un sistema microprocesado para la adquisición de las bioseñales.
2. Validar las mediciones mediante el uso de equipos Gold Standard.
3. Implementar un sistema IoT para la monitorización de los datos de forma remota (telemetría).

## **1.3. Justificación**

El propósito por el cual este proyecto se implementará en el laboratorio de ingeniería biomédica de la CUR, es con la finalidad de afianzar los conocimientos de los estudiantes de futuros semestres dentro de la misma facultad con respecto a la adquisición de variables del cuerpo humano, en la cual se conocerá cómo son adquiridas, cómo reacciona el cuerpo al momento de someterlo a esa captación y cómo reconocer los valores mostrados en el equipo para identificar cada variable que surgirá en la implementación de este proyecto dentro del área del laboratorio.

Viendo la necesidad que hay en el laboratorio de ingeniería biomédica de la CUR por la no dotación de equipos funcionales para la adquisición de señales vitales, se desarrollara un equipo el cual en su composición se integrarán las variables que se desean medir dentro de las

prácticas del laboratorio para que los estudiantes de la facultad de ingeniería biomédica puedan observar en tiempo real las condiciones de las señales adquiridas por el dispositivo.

## **2. Marco Teórico**

### **2.1. Antecedentes**

En la actualidad, existe en el mercado una gran variedad de dispositivos que miden cada una de las señales producidas en el ser humano, estos dispositivos tratan de integrar una gran proporción de estas variables o signos vitales para mejorar la eficiencia y reducir el tiempo que toma usar varios dispositivos para medir dichas señales por separado.

#### **2.1.1. Sistema de oximetría:**

El medidor de pulso del ritmo cardíaco, se considera un dispositivo fotónico porque a través de una fibra óptica que genera un haz de luz, presenta variaciones al momento de traspasar por los vasos sanguíneos del dedo del paciente.

En ese sentido, el sensor ubicado en la otra parte de dispositivo se encarga de recibir e interpretar la luz láser, transformándola de una señal luminosa a una señal eléctrica que tras un proceso de amplificación y un filtrado pasa a un amplificador, entre otro más (Abarca & Abril, 2002).

La pulsioximetría consta principalmente de dos principios, espectrofotometría y pletismografía. El primero de ellos define que la oxihemoglobina y la hemoglobina reducida tienen un nivel de absorción de luz roja e infrarroja diferente. El segundo principio consiste en que el volumen de sangre arterial y la absorción de luz por dicho volumen, varían con el pulso arterial. El método se basa en la emisión alterna de dos longitudes de onda

diferentes (roja e infrarroja) que son transmitidas por un emisor hasta un fotodetector a través de la sangre oxigenada y reducida, uñas, piel y hueso (Osinos, 2010).

Gómez y Suntasig (2011) describen la oximetría de pulso como la técnica utilizada para calcular el nivel de saturación de oxígeno en sangre utilizando la absorción de la luz. Cuando se introduce el dedo entre el emisor y el fotorreceptor, la luz emitida debe atravesar los distintos tejidos, es entonces cuando un porcentaje de luz será absorbida por el dedo y el resto por el fotorreceptor. La cantidad de luz que el dedo absorbe depende principalmente de tres parámetros:

1. La concentración de sangre que absorbe la luz; a mayor concentración mayor absorbancia.
2. La longitud del camino que recorre la luz al atravesar la sangre que la absorbe.
3. La composición del absorbente, la hemoglobina reducida y la oxihemoglobina absorben la luz en distinta forma.

Los primeros dispositivos de medición de pulso fueron: en el año 1935 por Karl Matthes, quien creó un dispositivo de longitud de onda que realizaba la medición de la saturación de oxígeno en sangre, trabajando con luz roja y verde, luego cambiaría su técnica pasando a utilizar luz roja e infrarroja. En el año 1949 Wood presentó un sistema a presión para exprimir la sangre fuera de la oreja y comprobar la saturación de oxígeno cuando la sangre era otra vez devuelta a su estado normal (sin presión), pero resultó ser poco funcional porque las fotoceldas y fuentes de luz eran inestables. Después en 1964 Shaw uso 8 longitudes de onda, su utilización estaba limitado a funciones pulmonares, era de gran tamaño y de un gran coste de adquisición. Finalmente, en el año 2009 fue diseñado el primer dispositivo para la pulsioximetría que,

utilizando la yema del dedo con conectividad bluetooth, permite así monitorizar el pulso y los niveles de saturación de oxígeno en los pacientes.

### **2.1.2. Sistema de temperatura:**

El termómetro es un instrumento que se utiliza para la medición de la temperatura. Los cambios de temperatura corporal es una manifestación de algunas enfermedades por lo que su medición es clave para el diagnóstico y monitorización del paciente, esta medida se puede realizar con un termómetro corporal, y así determinar la temperatura del individuo. En la actualidad, existen aparatos como termómetros infrarrojos que permiten obtener la medición de temperatura de forma práctica y a su vez confiable (Melexis, 2006).

El termómetro MLX90614, es un instrumento de tipo infrarrojo que permite obtener mediciones de temperatura sin ponerse en contacto directo con la superficie, ya que es sensible a la radiación infrarroja que generan los cuerpos y es mediante este concepto en conjunto con etapas de amplificación y digitalización que puede proporcionar un valor de temperatura, el cual puede ser desde  $-70^{\circ}\text{C}$  hasta  $380^{\circ}\text{C}$ , con una precisión de  $0.5^{\circ}\text{C}$  (Melexis, 2006).

Su funcionamiento se apoya en la Ley de Stefan-Boltzmann, la cual menciona que un cuerpo emite radiación infrarroja, la misma que es proporcional a la temperatura de dicho cuerpo. Sin embargo, tanto la distancia como el campo de visión del objeto a medir afecta de manera directa a la precisión del instrumento (Del Valle, 2021).

### 2.1.3. Tensiómetro:

Es un dispositivo para medir la presión sanguínea del paciente, esta presión se produce por los latidos del corazón, cada latido empuja la sangre hacia las arterias, lo cual provoca que la sangre fluya a través de todo el cuerpo, durante este recorrido se ejerce fricción en las arterias lo que genera presión dentro de las mismas. A este dispositivo también se lo conoce como monitor de presión arterial, en el que sus mediciones están relacionadas con la fuerza que ejerce el flujo sanguíneo en las paredes de las arterias (Hiraoka, 2020).

Al realizar la medición de presión se obtienen dos valores: la presión sistólica y la presión diastólica. El primer valor de presión correspondiente a la presión sistólica se mide en el momento de máxima presión (durante el latido del corazón). El segundo tipo de presión llamada diastólica se mide en el momento de mínima presión, la cual ocurre durante el descanso entre los latidos. La forma correcta de presentar la medición obtenida es registrando la presión sistólica y luego la presión diastólica, por ejemplo 120/90. Esta variable fisiológica se mide en milímetros de mercurio (mmHg) y un valor elevado puede desencadenar enfermedades más graves como ataques al corazón, derrames cerebrales entre otras (Banerjee, 2006).

“Mediante esta medición es posible establecer un diagnóstico contra la presión arterial alta, a continuación, se presenta un cuadro sobre los valores de presión en conjunto con su diagnóstico más común”. (2006).

#### 2.1.4. Telemedicina:

En el año 2017 Barathram Ramkumar y M. Sabarimalai Manikandan presentaron para la revista IEEE Internet of Things Journal un trabajo denominado “Real-Time Signal Quality-Aware ECG Telemetry System for IoT-Based Health Care Monitoring”.

Aquí se presentó un sistema de vigilancia de la salud y el bienestar orientados al uso del Internet de las cosas (IoT), los cuales permiten la vigilancia remota y continua de individuos, en condiciones crónicas como obesidad, hipertensión, diabetes, hiperlipidemia, insuficiencia cardíaca, etc. (2017).

En este trabajo se ha utilizado un sistema de telemetría de ECG (señal Electrocardiográfica) con calidad de señal compatible con Internet de las cosas (IoT) para aplicaciones de monitorización continua de la salud cardíaca usando sensores de ECG, además de otras tecnologías como Arduino, Android, Bluetooth y un servidor de nubes. (2017).

En el año 2019 en la ciudad de Florianópolis, Brasil Aldo Von Wangenheim y Daniule Holzhausen Nunes presentaron el trabajo denominado “Creating a Web Infrastructure for the Support of Clinical Protocols and Clinical Management: An Example in Tele dermatology” en este trabajo se describe una infraestructura de medicina de especialidad como parte de una implementación en telemedicina a gran escala, diseñada para proporcionar un apoyo integral con tele diagnóstico.

Este sistema fue implementado con una página web y aplicaciones móviles que apoyan al paciente y al médico de especialidad, teniendo así para ambas partes una mejor accesibilidad y mejora en la relación paciente-médico.

Durante el periodo de implementación se efectuaron varios exámenes de teledermatología a varios pacientes de los cuales la mayoría se los remitió a una atención primaria. (2019).

### **2.1.5 proyectos similares**

- Juan Luis Álava Mieles (Guayaquil-Ecuador, 2022) en su proyecto “Diseño e Implementación de un Prototipo Multimodal para Medición de Variables Fisiológicas en Humanos, Con Comunicación Inalámbrica a Internet y Aplicaciones a la Telemedicina” desarrolló un sistema de adquisición de datos de las variables fisiológicas de humanos, a partir de un modelo comercial, en el que se implementó tanto hardware como software, mediante el IDE de Arduino y sensores compatibles con este.

También “desarrolló la programación del módulo de comunicación inalámbrica, que establece la conexión entre servidor web y la base de datos, de esta forma se realiza el envío de datos que proveen los sensores del prototipo”. (2022).

Diseñó e implementó una página web con dominio gratuito y una aplicación móvil para el sistema operativo Android, los cuales permitieron realizar la gestión de datos enviados por el dispositivo. Además, de permitir la interacción con el usuario final en este caso pacientes o médicos. (2022).

Por último, implementó una estructura modular mediante impresión 3D, que facilita el transporte y conexión con los sensores, así como la configuración del sistema de adquisición de variables para la interacción medico paciente. (2022).

- Gutierrez Segales, J. P. (Perú, 2019). En su proyecto “Implementación de un Prototipo de una Red Inalámbrica de Sensores Biomédicos, para la Adquisición y

Almacenamiento de Datos, Usando Cloud Computing, para Pacientes en Casa” demostró mediante la presente tesis que es viable la implementación de un sistema que permite recopilar datos biomédicos para su análisis y monitoreo en tiempo real, empleando una red inalámbrica de sensores. Implementó el diseño la red inalámbrica de sensores con éxito, ya que permite el envío y recepción de datos mediante el estándar IEEE 802.11 b/g/n. Y su presentación en la web mediante cloud computing.

Determinó que las principales medidas fisiológicas tomadas en casos de emergencia o cuidados intensivos son: el pulso, la temperatura, y el nivel de oxígeno en la sangre, por lo que se utilizó sensores enfocados a dichos parámetros y eligió los dispositivos considerando un prototipo eficiente de bajo costo para el monitoreo remoto. Teniendo en cuenta que el monitoreo remoto o tele monitoreo es un hecho, pero de poca implementación actualmente. (2019).

“Debido a la configuración necesaria y errores en las medidas se trabajó cada sensor con su placa de desarrollo de forma independiente, con el fin de evitar la pérdida de datos, calentamiento y aumentar la duración en el caso de usar baterías”. (2019).

“El modelo de propagación es dependiente de la zona de implementación, las pruebas se realizaron en un ambiente con obstáculos con una recepción de 63 dBm para su óptimo funcionamiento”. (2019).

“Para su implementación en clínicas u hospitales se debe considerar cumplir con la normativa vigente en redes inalámbricas para ambientes hospitalarios, regular potencia de transmisión y evitar interferencias con equipo médico delicado”. (2019).

## 2.2. Marco Conceptual

Para la fácil comprensión de este proyecto debemos tener en cuenta varios conceptos (como lo son microcontrolador, sensor, oximetría, temperatura, masa, presión, cargas extensiométricas, entre otros) que son clave para el desarrollo del mismo.

### 2.2.1. Microcontrolador:

“Un microcontrolador es un circuito integrado digital que puede ser usado para muy diversos propósitos debido a que es programable. Está compuesto por una unidad central de proceso (CPU), memorias (ROM y RAM) y líneas de entrada y salida (periféricos)”.

(SHERLIN.XBOT.ES, s.f.). Ver figura 1.

#### Figura 1.

Microcontrolador Atmega328p-pu



Nota: Microprocesador Atmega328p-pu Arduino Proyectos (Google, 2022).

Con un microcontrolador tenemos la posibilidad de realizar múltiples tareas, tales como la administración de entrada y salida en un proceso informático determinado, en el sector industrial es frecuente ver su aplicación en

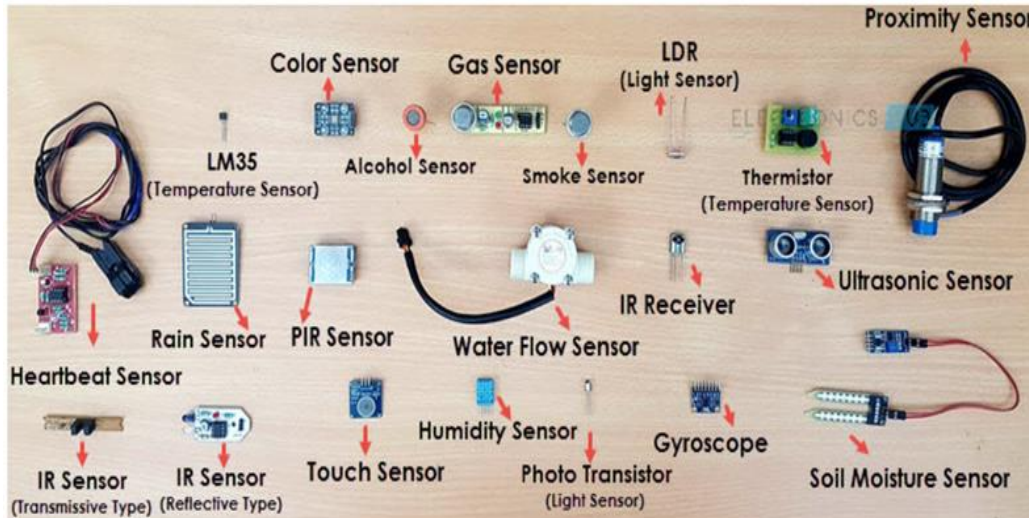
controladores y otros sistemas de automatización que detallaremos más adelante. Por otro lado, en la mayoría de los dispositivos tecnológicos que usamos está presente el microcontrolador, ellos hacen posible el funcionamiento de ordenadores, celulares, calculadoras, laptop, relojes, alarmas, entre otros equipos. (GSL industrias, 2021).

### **2.2.2. Sensor:**

Un sensor es un dispositivo que está capacitado para detectar acciones o estímulos externos y responder en consecuencia, es decir, nos permiten captar la información del medio físico que nos rodea. Se encargan de medir las magnitudes físicas y transformarlas en señales eléctricas capaces de ser entendidas por un microcontrolador para detectar magnitudes químicas o físicas, y transformarlas en señales eléctricas. (Kaira, 2018). Ver en la figura 2.

**Figura 2.**

Ejemplo de los diferentes tipos de sensores compatibles con Arduino.



Nota: En la imagen podemos observar algunos ejemplos de los diferentes tipos de sensores que podemos conseguir en el mercado que son compatibles con Arduino. (Kaira, 2018).

### 2.2.3. Sensores Infrarrojos:

Son los sensores que, por medio de luz infrarroja y transistores sensibles, emiten una señal que produce una acción. Como los controles de televisión. Estos miden en los cuerpos la radiación electromagnética infrarroja, esto se debe a la radiación que emiten todos los cuerpos. (Escomez, 2022).

### 2.2.4. Sensores Térmicos:

“Son empleados para obtener una medición exacta de la temperatura. Estos emiten una señal de realimentación eléctrica o mecánica, que da paso al control automatizado de procesos térmicos en un lazo cerrado”. (Escomez, 2022).

### **2.2.5. Sensores de Temperatura:**

Son los sensores calibrados por láser que ofrecen una mayor precisión de la temperatura de manera estable y rápida. Su resistencia varía con la temperatura y ofrece salidas rápidas y estables. Se muestra como una fina película en dos series distintas: HEL/HRTS, y TD. (Escomez, 2022).

### **2.2.6. Temperatura:**

Es una forma de medir el calor, es una magnitud física que indica que tan caliente es una sustancia o algún material. Esta se define como la medida de la energía cinética promedio, de las moléculas de una cierta sustancia. Para medir la energía cinética se ocupan las diferentes escalas de temperatura, que apoyadas de los termómetros indican el valor equivalente de la temperatura. Los valores de la temperatura se indican en Grados Celsius o Centígrados ( $^{\circ}\text{C}$ ), grados Fahrenheit ( $^{\circ}\text{F}$ ) o en grados Kelvin ( $^{\circ}\text{K}$ ). (HealthWISE, 2017).

### **2.2.7. Temperatura corporal:**

Según la publicación en HealthWISE de 2017, programa colaborativo entre la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Organización Internacional del Trabajo (OIT), la temperatura corporal es la cantidad o grado de calor que posee un cuerpo, en otras palabras, es una medida de la capacidad del organismo humano de generar calor. Cuando una persona acumula mucho calor, los vasos sanguíneos en la piel se dilatan para transportar este exceso a la superficie de la piel.

Esto se debe a que el cuerpo humano siempre va a intentar mantener o regular su temperatura dentro de un rango de seguridad. La temperatura corporal

es regulada por el hipotálamo, este es capaz de determinar la temperatura del cuerpo a través del calor que se obtiene del flujo de la sangre que circula por las arterias cerebrales, y a su vez es capaz de recibir señales de información provenientes del exterior por las terminaciones nerviosas que llegan desde los receptores de la piel. (2017).

#### **2.2.8. Sensores de Presión:**

Son sensores de bajo costo, funcionan bajo la tecnología piezoresistiva, utilizados para aplicar presión de manera repetitiva sobre un objeto. Son los sensores que combinados con micro controladores proporcionan una alta precisión, sin importar la temperatura, y capaz de comunicar de manera digital y directa con las computadoras. (Escomez, 2022).

“Se caracterizan por su pequeño tamaño, su bajo coste, por su excelente precisión y repetitividad. Empleados en controles de quemadores, laboratorios, instrumentos para aviación, sistemas de frenado, etc.”. (2022).

#### **2.2.9. Galga extensiométrica:**

Tal como publicó Luis Del Valle en su blog 2021 sobre “Amplificador HX711 con arduino para crear una báscula digital”, nos indica que las galgas extensiométricas son un sensor que cambia su resistencia dependiendo de la presión que se ejerza sobre él debido al efecto piezorresistivo, existen otros sensores que cambian su resistencia debido a otros fenómenos físicos. Por ejemplo, las fotorresistencias o LDR que cambian su resistencia dependiendo de la luz que incide en ellas.

En el caso de la galga extensométrica la resistencia cambia por la presión, carga o deformación del material, básicamente si coges una tira de metal conductor y la estiras, se volverá más delgada y más larga y la resistencia aumenta, por el contrario, si la tira de metal se contrae bajo una fuerza, la resistencia disminuye. Existen diferentes células de carga basadas en galgas extensométricas, pero todas funcionan más o menos igual, varían en tamaño, material y configuración mecánica lo que hace que cada célula de carga tenga diferentes sensibilidades, máximos y mínimos. (2021).

#### **2.2.10. Oximetría:**

La oximetría de pulso es una forma de medir cuánto oxígeno contiene su sangre. Gracias a un pequeño dispositivo llamado oxímetro de pulso es posible medir los niveles de oxígeno en su sangre sin necesidad de pincharlo con una aguja. El nivel de oxígeno en sangre calculado con un oxímetro se denomina “nivel de saturación de oxígeno” (abreviado como SatO<sub>2</sub>). Este porcentaje indica cuánto oxígeno transporta su sangre en relación al máximo que sería capaz de transportar. (American Thoracic Society, 2011).

#### **2.2.11. Presión arterial:**

La Presión Arterial es la resultante de la fuerza que ejerce la sangre contra las paredes de las arterias cada vez que el corazón se contrae. La tensión arterial es un índice de diagnóstico importante, en especial de la función circulatoria. La presión arterial o tensión arterial es la resultante del volumen minuto cardíaco (volumen de sangre que bombea el corazón hacia el cuerpo en un minuto) por la

resistencia arterial periférica, esta última determinada por el tono y estado de las arterias. A medida que el tono muscular de estas pequeñas arterias aumenta, eleva la presión arterial como consecuencia del aumento de la resistencia periférica. En condiciones normales, los factores que determinan la presión arterial se mantienen en conjunción armónica, controlados por sistemas de autorregulación que determinan el tono arteriolar, el volumen de sangre intravascular y su distribución. (Franco, M, 2014).

#### **2.2.12. Arduino:**

Arduino es una plataforma dedicada al desarrollo de tarjetas electrónicas de hardware libre, basadas en microcontroladores programables con una serie de librerías precargadas que facilitan la tarea del desarrollador. La placa electrónica consiste en una serie de pines tipo hembra que simplifican las conexiones y comunicación entre los sensores y los actuadores, y el microcontrolador, a través de las diferentes entradas y salidas, sean estas analógicas o digitales. Las placas de circuito electrónico impreso o PCB por sus siglas en inglés son tarjetas de superficie plana, fabricadas de materiales no conductores, con una o varias capas de material conductor en forma de pistas que unen componentes electrónicos activos y pasivos, formando circuitos para el cumplimiento de una tarea o trabajo específico. Para que cada placa o PCB cumpla su función es requerido el diseño específico del circuito, más la colocación de los componentes en los sitios específicos correspondientes al diseño de la placa (Arduino, 2019a).

### **2.2.13. Internet de las Cosas:**

El internet de las cosas es un concepto que se refiere a una interconexión digital de objetos cotidianos con internet. Si los objetos de la vida cotidiana tuvieran incorporadas radios, podrían ser identificados y gestionados por otros equipos de la misma manera que si lo fuesen por seres humanos. (Bondia Condori, H. O. 2019).

### **3. Metodología**

El proyecto corresponde a la investigación de tipo aplicada, ya que, se usó el conocimiento ya existentes para el diseño e implementación del prototipo aplicando conocimientos de la teoría a lo práctico con el fin de aportar una solución que sea útil a la sociedad.

Este prototipo multifuncional es de tipo descriptivo que tiene como objetivo el conocer cómo medir señales biomédicas como: temperatura corporal, saturación de oxígeno, masa corporal y presión arterial, más no determinar las causas de cómo se producen estos parámetros.

Este proyecto encaja con el método cuantitativo ya que evaluaron variables de signos vitales del cuerpo humano con diferentes mediciones que comparamos con los valores conocidos en salud para determinar la condición vital del mismo.

#### **4.1. Diseño**

El proyecto fue realizado bajo un estudio descriptivo experimental con enfoque cuantitativo de tipo transversal.


## 4.2. Materiales y Métodos

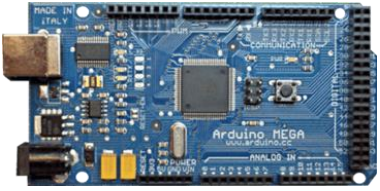

Al momento de escoger los materiales para el desarrollo del dispositivo prototipo, se optó por realizar un cuadro comparativo de cada uno de los componentes que veremos a continuación:

### 4.2.1. Microcontrolador Arduino.

**Tabla 1.**

*Tipos de arduinos y sus especificaciones técnicas.*

Arduino Uno R3	Especificaciones técnicas	
 <p>Es posiblemente la placa más utilizada y robusta. Es una buena opción para iniciarse en la programación de microcontroladores.</p>	Microcontrolador:	ATMega328P.
	Velocidad de reloj:	16 MHz.
	Voltaje de trabajo:	5V.
	Voltaje de entrada:	7,5 a 12 voltios.
	Pinout:	14 pines digitales (6 PWM) y 6 pines analógicos.
	Memoria:	32 KB Flash (0,5 para bootloader), 2KB RAM y 1KB Eeprom.
1 puerto serie por hardware.		
Arduino Mega	Especificaciones técnicas	
	Microcontrolador:	ATMega2560.
	Velocidad de reloj:	16 MHz.

 <p>Es usada para proyectos con necesidad de mayor cantidad de pines.</p>	Voltaje de trabajo: 5V.	
	Voltaje de entrada: 7,5 a 12 voltios.	
	Pinout:	54 pines digitales (15 PWM) y 16 pines analógicos.
	Memoria:	256 KB Flash (8KB para bootloader), 8KB RAM y 4KB Eeprom.
	3 puertos serie por hardware.	
<b>Arduino Nano</b>	<b>Especificaciones técnicas</b>	
	Microcontrolador:	ATmega328P.
	Velocidad de reloj:	16 MHz.
	Voltaje de trabajo:	5V.
<p>Es la placa Arduino Uno R3 en versión reducida, pero con dos pines analógicos adicionales.</p>	Voltaje de entrada:	7,5 a 12 voltios.
	Pinout:	14 pines digitales (6 PWM) y 8 pines analógicos.
	Memoria:	32 KB Flash (2KB para bootloader), 2KB RAM y 1KB Eeprom
	1 puerto serie por hardware.	

#### 4.2.2. Celda de carga.

**Tabla 2.**

*Tipos de celdas y sus especificaciones técnicas.*

<b>Celda De Carga 50kg</b>	<b>Especificaciones técnicas</b>
	Capacidad de 40 a 50 kg
	Sensibilidad de salida 1.0 +- 0.1 mv / v
	No linealidad 0.03 FS
	Repetibilidad 0.03 FS
	Histéresis 0.03 FS
	Resistencia de entrada 1000 Ohm +- 20
	Resistencia de salida 1000 Ohm +- 20
	Voltaje de funcionamiento: 10 V
	Temperatura de la operación: 0-50 C
<b>Celdas De Carga 10 Kg</b>	<b>Especificaciones técnicas</b>
	Sensibilidad de salida: 1.0±0.1mV/V
	Salida cero: ±0.1mV/V.
	No lineal: 0.05% F.S.


	<p>Retraso: 0.05% F.S.</p> <p>Repetibilidad: 0.05% F.S.</p> <p>Creep: 0.05% F.S/3min</p> <p>Impedancia de salida: 1000±5% ohmios.</p> <p>Deriva de temperatura cero: 0,05% F.S/10°C.</p> <p>Sensibilidad a la temperatura: 0,05 % F.S/10 °C.</p> <p>Tamaño: 81 x 13,5 x 13,5 mm.</p>
<p><b>Sensor Fuerza/peso Original Interlink Fsr 400</b></p>	<p><b>Especificaciones técnicas</b></p>
	<p>Area Sensible: 0.25".</p> <p>Tiempo de respuesta a variación de resistencia: 3us.</p> <p>Rango de fuerza: 0.2N a 20N (20gf a 2Kgf=0.04lbs a 4.5lbs).</p> <p>Resistencia en estado de reposo: &gt;10M ohmios.</p> <p>Rango de temperatura de operación: -40°C a +85°C.</p> <p>Anti ESD.</p> <p>Fabricante: Interlink.</p>


### 4.2.3. Sensor de temperatura.

**Tabla 3.**

*Tipos de sensores de temperatura y sus especificaciones técnicas.*

Sensor De Humedad Y Temperatura Dht11	Especificaciones técnicas	
	Voltaje de Operación:	3V - 5V DC.
	Rango de medición de temperatura:	0 a 50°C.
	Precisión de medición de temperatura:	±2.0°C.
	Resolución Temperatura:	0.1°C.
	Rango de medición de humedad:	20% a 90% RH.
	Precisión de medición de humedad:	5% RH.
	Resolución Humedad:	1% RH.
	Tiempo de censado:	1seg.
	Interface digital:	Single-bus (bidireccional).
	Modelo:	DHT11.
	Dimensiones:	16*12*5mm.


	Peso:	1 gr.
	Carcasa de plástico celeste.	
<b>Sensor Temperatura Lm35</b> <b>Lm35dz 0°C A 100°C</b>	<b>Especificaciones técnicas</b>	
	Tipo de salida:	Analogo
	Precisión:	+/- 1.5°C.
	Tensión del suministro:	Máx 30V.
	Tensión del suministro:	Mín 4V.
	Temperatura operativa máxima:	+ 10°C.
	Temperatura operativa mínima:	0°C.
	Ganancia:	9.8mV / °C
	Corriente de salida:	10mA
<b>Sonda/sensor digital de temperatura Ds18b20</b>	<b>Especificaciones técnicas</b>	
	Voltaje de Operación:	3.0V a 5.5V.
	± 0,5°C Precisión:	-10°C a +85°C.
	Temperatura mínima:	-55°C.

	Temperatura máxima:	125°C.
	Resolución seleccionable:	9 a 12 bits.
	Tiempo de respuesta:	inferior a 750 ms.
	Utiliza interfaz 1-Wire	
	3 cables de interfaz	
	Tubo de acero inoxidable de 6 mm de diámetro por 35 mm de largo	

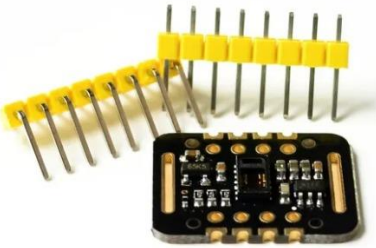
#### 4.2.4. Sensor de oximetría.

**Tabla 4.**

*Tipos de sensores de oximetría y sus especificaciones técnicas.*

Sensor de oximetría MAX30100	Especificaciones técnicas
	Voltaje de Operación: 3.3VDC
	Led rojo de 660nm
	Led infrarrojo de 920nm
	Filtro de luz entre 50 y 60Hz
	Protocolo de comunicación: I2C
	ADC delta sigma de hasta 16 bits


	<p>Temperatura de trabajo: -40°C hasta +85°C</p> <p>Dimensiones: 14mm x 17mm</p>	
<p><b>Sensor De Concentración De Oxígeno Max30102</b></p>	<p><b>Especificaciones técnicas</b></p>	
	<p>Interfaz I2C-bus con hasta 8 dispositivos en el mismo bus.</p> <p>Rango de alimentación de 2.8 V a 5.5 V</p> <p>Las temperaturas oscilan entre -55 ° C y +125 ° C</p> <p>Precisión de temperatura de:  <math>\pm 2 \text{ }^\circ \text{C}</math> desde -25 ° C hasta +100 ° C  <math>\pm 3 \text{ }^\circ \text{C}</math> desde -55 ° C a +125 ° C</p> <p>ADC de 11 bits que ofrece una resolución de temperatura de 0.125 ° C</p> <p>Umbral de temperatura programable y puntos de ajuste de histéresis</p> <p>Corriente de alimentación de 3.5 <math>\mu\text{A}</math> en modo apagado para alimentación conservación</p> <p>Operación autónoma como termostato en el encendido.</p>	
	<p><b>Sensor De Concentracion De Oxígeno Max30102 Mh-et Live</b></p>	<p><b>Especificaciones técnicas</b></p>
		<p>Longitud de onda máxima del LED660nm / 880nm (tipo)</p>

	Voltaje de suministro de LEDCC 3,3 V ~ 5,0 V
	Interface de comunicación I2C
	<b>Conexión</b> VIN: conectar a DC1.8V ~ 5V SDA: conectarse a datos I2C SCL: conectar al reloj I2C GND: conectar a tierra

#### 4.2.5. Pantalla.

**Tabla 5.**

*Tipos de pantallas y sus especificaciones técnicas.*

Módulo Pantalla Lcd 16x2 - Display 1602	Especificaciones técnicas
	Referencia: LCD 1602
	Controlador: HD44780
	Tipo de pantalla: STN, Reflective, Azul negativo
	Voltaje de funcionamiento: 5VDC
	Luz de fondo: azul
	Resolución: 16x2 (caracteres x líneas)
	Área de visualización tamaño: 6.5 x 1.5 cm


	Color placa: verde
	Dimensiones: 8 x 3.6 x 1 cm
	Peso: 40 g
<b>Pantalla Tft Lcd 1.8 Pulgadas Spi 128x160 Para Arduino</b>	<b>Especificaciones técnicas</b>
	Color de pantalla de 16 bits RGB 65K
	SKU MAR1801
	Tamaño de pantalla 1.8 (pulgadas)
	Tipo TFT
	Driver IC ST7735S ILI9341
	Resolución 128 * 160 (píxel)
	Interfaz de módulo Interfaz SPI de 4 hilos
	Iluminar desde el fondo 2 led blanco
	Área activa 28.03x35.04 (mm)
	Tamaño de PCB del módulo 38.30x62.48 (mm)
	Temperatura de funcionamiento -20 C ~ 60 C
	Temperatura de almacenamiento -30 C ~ 70 C


	Tensión de funcionamiento 5V / 3.3V
	El consumo de energía TBD
	Peso bruto (paquete que contiene) 18 (g)

#### 4.2.6. Módulo de wifi.

**Tabla 6.**

*Tipos de módulos de wifi y sus especificaciones técnicas.*

<b>Módulo Inalámbrico Wifi Esp8266 Esp-01</b>	<b>Especificaciones técnicas</b>
	Microcontrolador ESP8266EX ESP01s
	Voltaje de Alimentación DC: 3.3V. No conectar a 5V
	Protocolos soportados: 802.11 b/g/n
	Wi-Fi Direct (P2p), Soft Access Point
	Stack TCP/IP integrado
	PLL, reguladores y unidades de manejo de energía integrados
	Potencia de salida: +19.5 dBm en modo 802.11b
	Sensor de temperatura integrado

	Consumo en modo de baja energía: <10 uA
	Procesador integrado de 32 bits
<p><b>Módulo Esp32 Devkit Wroom Wifi Bluetooth</b></p>	<p><b>Especificaciones técnicas</b></p>
	<p>Convertidor analógico a digital (ADC): hasta 16 canales de SAR ADC de 12 bits.</p>
	<p>El rango de ADC puede configurarse, en firmware, en 0-1V, 0-1.4V, 0-2V o 0-4V, no más extraño 0-1V ADC.</p>
	<p>Convertidor digital a analógico (DAC): dos DAC de 8 bits para producir voltajes analógicos verdaderos</p>
	<p>Modulación de ancho de pulso (PWM): hasta 16 canales de pines compatibles con PWM para atenuar LED o controlar motores.</p>
	<p>Sensor táctil: 10 GPIO tienen detección capacitiva; hacer un botón de 10 teclas.</p>
	<p>UART: dos interfaces UART, una se usa para cargar código en serie. Cuentan con control de flujo y también admiten IrDA.</p>
<p>I 2 C, SPI, I2S: hay dos interfaces I 2 C y cuatro SPI para conectar todo tipo de sensores y periféricos, más dos interfaces I2S si desea agregar sonido a su proyecto.</p>	

### 4.3. Componentes seleccionados.

Posterior a comparar los diferentes componentes y sus características en las especificaciones técnicas, seleccionamos y adquirimos los siguientes:

- **Arduino Mega:** Se escogió este módulo de Arduino a diferencia de los mostrados anteriormente en el cuadro comparativo, ya que su interface permite la múltiple conexión de muchos complementos como los sensores presentados en el prototipo, de tal manera que todos puedan programarse de forma armonizada con la programación suministrada en este controlador. Ver figura 3.

**Figura 3.**

*Arduino mega*



*Nota. Fuente:* [Autor].

- Celda De Carga 50kg: Se escogió este modelo de galgas extensiométricas debido al peso que pueden llegar a soportar y su costo al momento de ser adquirido en comparación a los otros mostrados, este se acomoda al diseño planteado del prototipo a mostrar. Ver figura 4.

**Figura 4.**

*Celgas de Carga de 50kg.*



*Nota. Fuente:* [Autor].

- Sonda/sensor digital de temperatura Ds18b20: Se escogió la sonda de temperatura por su configuración digital de adquisición de señal de temperatura, además de que el

prototipo a mostrar se acomoda a la perfección con la experiencia que se desea implementar. Ver figura 5.

**Figura 5.**

*Sonda de temperatura.*

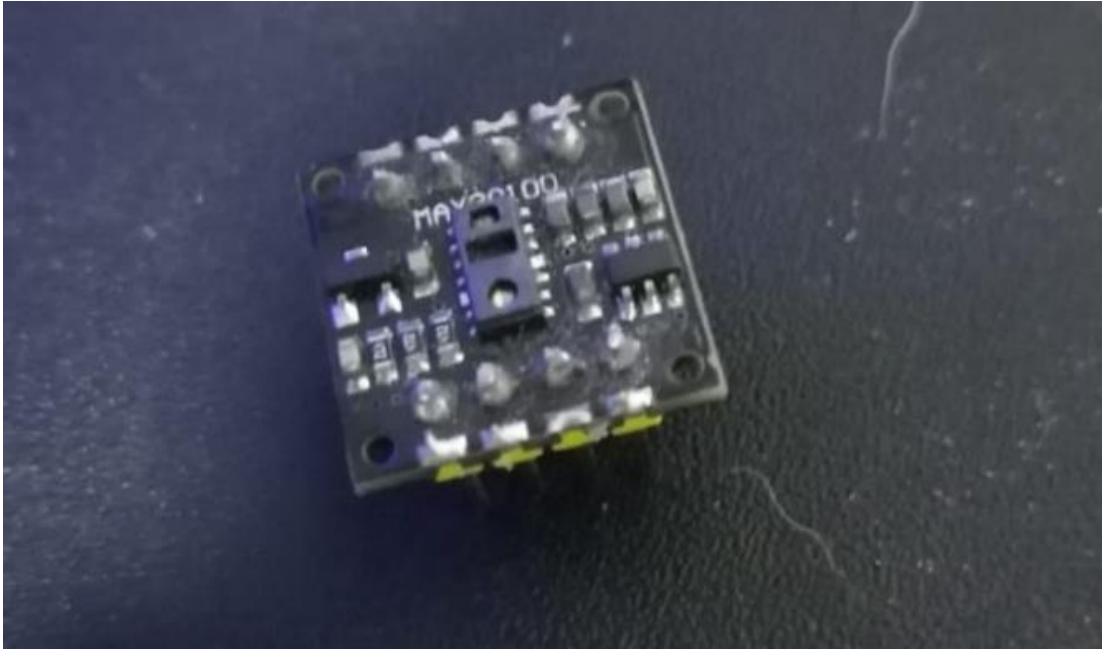


*Nota. Fuente:* [Autor].

- Sensor de oximetría MAX30100: Se escogió este sensor debido a que ya hay una trazabilidad con la configuración de este además de que su funcionalidad es más precisa al momento de captar la adquisición de datos requeridos ya demostrado en experiencias previas en un laboratorio de calibración. Ver figura 6.

**Figura 6.**

*Sensor de oximetría MAX30100*



*Nota. Fuente:* [Autor].

- Pantalla Tft Lcd 1.8 Pulgadas Spi 128x160 Para Arduino: Se escogió esta pantalla en concreto debido a las dimensiones de la escritura que este maneja al momento de programar y su precio es accesible a comparación de otras pantallas de mayor tamaño para más información, para el diseño de nuestro prototipo es óptimo y adecuado para su respectiva configuración. Ver figura 7.

**Figura 7.**

*Pantalla Tft Lcd 1.8 Pulgadas Spi 128x160*



*Nota. Fuente:* [Autor].

- **Módulo Inalámbrico Wifi Esp8266:** Se escogió este módulo de internet a diferencia de los otros por la experiencia que se ha tenido previamente, además que en precio fue lo más cómodo de adquirir y la tasa de transmisión de este dispositivo, que fue evaluada en diferentes experiencias educativas y proyectos dentro de la universidad, demostró tener una mejor tasa de transmisión de datos al momento de captar y enviar información de un dispositivo hacia un servidor vía wifi. Ver figura 8.

**Figura 8.**

*Módulo Inalámbrico Wifi Esp8266*



*Nota. Fuente:* [Autor].

- A demás de seleccionar los componentes anteriormente nombrados, se opto para la adquisición de la señal de presión arterial, adquirir un tensiómetro digital nombrado “**kardio100 tensiómetro digital**” modelo “GMD-BPM”. Se escogió este modelo porque era bastante factible comprar gracias a su bajo coste y además, teniendo en cuenta sus funciones y su diseño, va acorde al modelo del prototipo desarrollado

permitiéndolo situar en la parte superior de nuestro diseño como se evidencia en la figura 9.

**Figura 9.**

*kardio100 tensiómetro digital.*

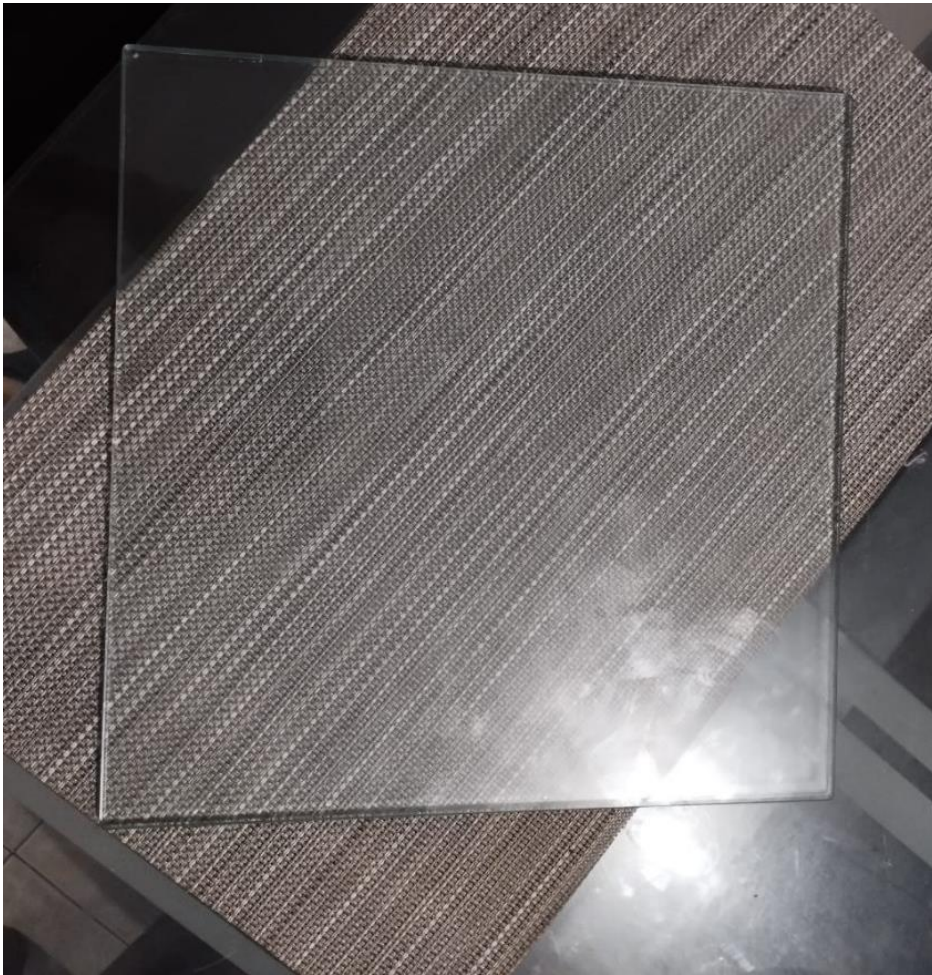


*Nota. Fuente:* [Autor].

- Por último, se seleccionó un vidrio de 21x21cm con aproximadamente medio centímetro de grosor, la función de este es ser el soporte en el cual las personas se suban para poder adquirir la medida de masa corporal. Ver figura 10.

**Figura 10.**

*Vidrio de 21x21cm*



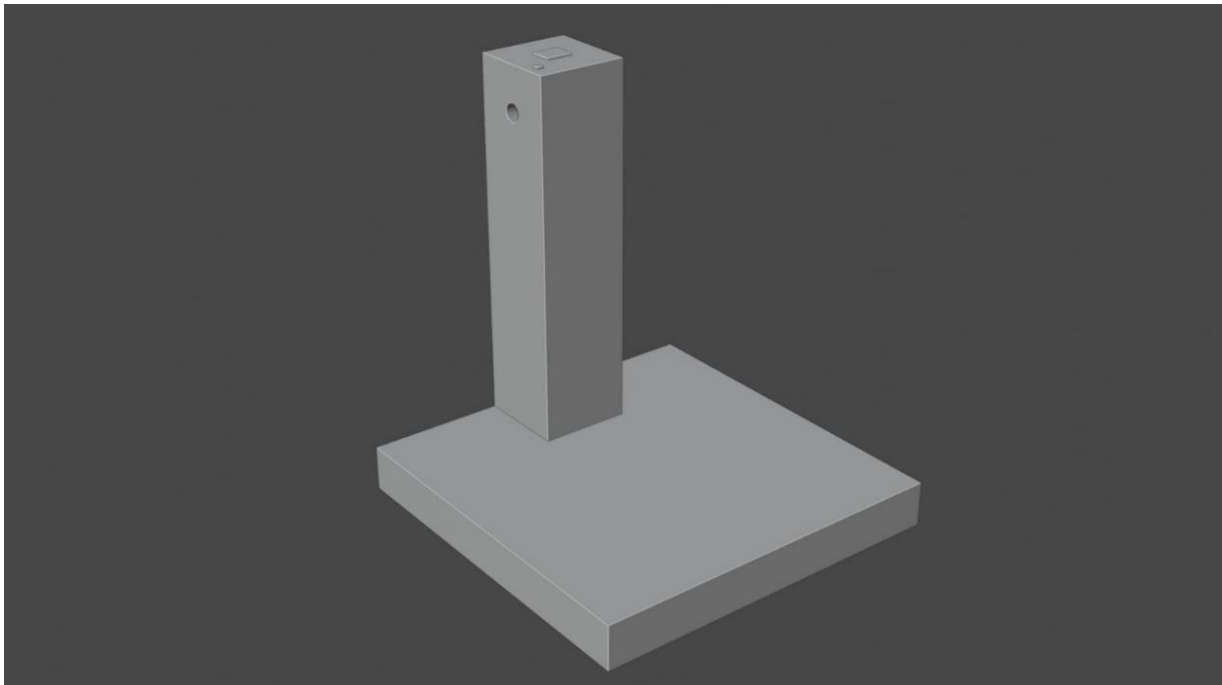
*Nota. Fuente:* [Autor].

#### 4.4. Diseño 3D del prototipo.

Se uso la herramienta informática “Blender” es una suite de creación 3D gratuita y de código abierto para el diseño de nuestro dispositivo prototipo. Ver figura 11.

#### Figura 11.

Diseño 3D del prototipo



*Nota:* En la figura vemos el diseño 3D de nuestro dispositivo prototipo realizado en software de código libre “Blender”. *Fuente:* [Autor].

#### 4.3. Procedimiento

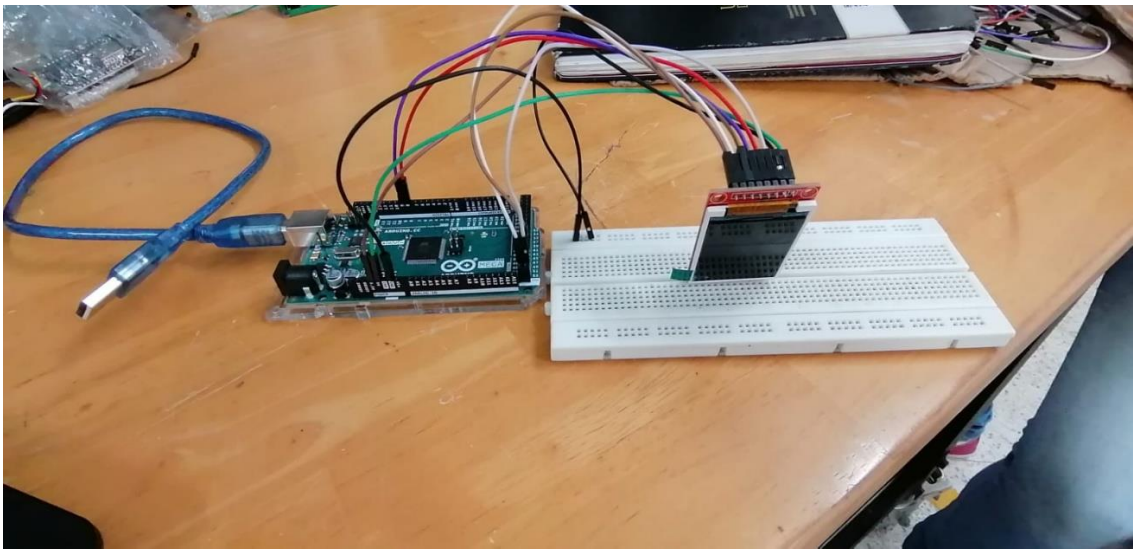
Después de tener el diseño 3D del prototipo y todos los implementos comprados, se dio inicio a la etapa de construcción del prototipo se escogieron varios implementos para armar el dispositivo, entre los cuales, los dispositivos a implementar serian el monitoreo de presión

arterial y la báscula que se integraron a nuestro prototipo junto a los sensores de oximetría, temperatura acompañado del Arduino mega.

Lo primero que se realizó fue la respectiva programación de la pantalla para reflejar los datos que deseamos mirar, en este caso es la muestra de captación de señales del sensor de oximetría junto el sensor de temperatura. Ver figura 12. luego de esto, se configura el complemento de conectividad que en nuestro caso es el implemento de wifi ESP8266.

### **Figura 12.**

*Conexión de la pantalla oled Tft 1.8*

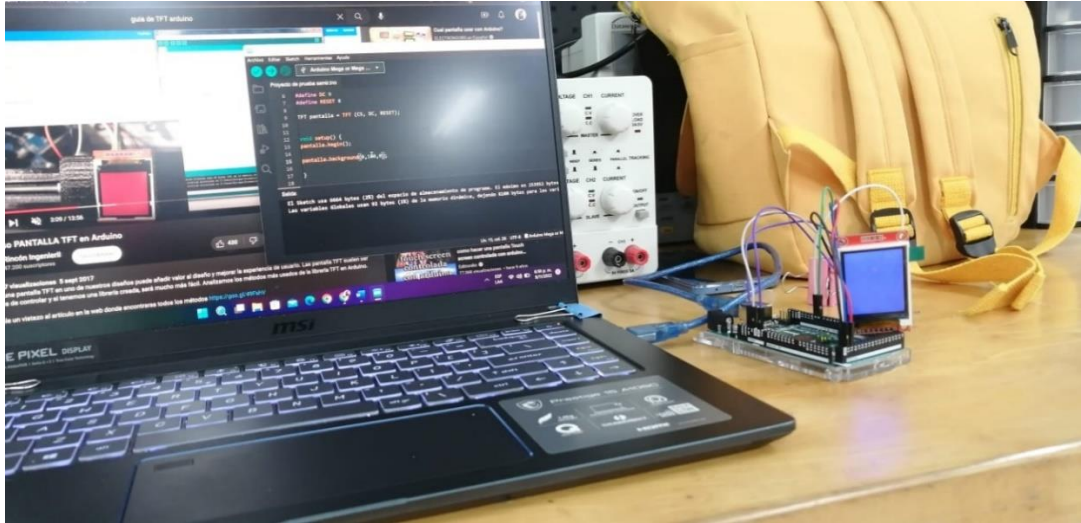


*Nota. Fuente:* [Autor].

Para verificar el funcionamiento de la pantalla se le realizaron pruebas de color y pruebas de retraso del tiempo de respuesta de la pantalla tal y como se observan en la figura 13 y 14.

**Figura 13.**

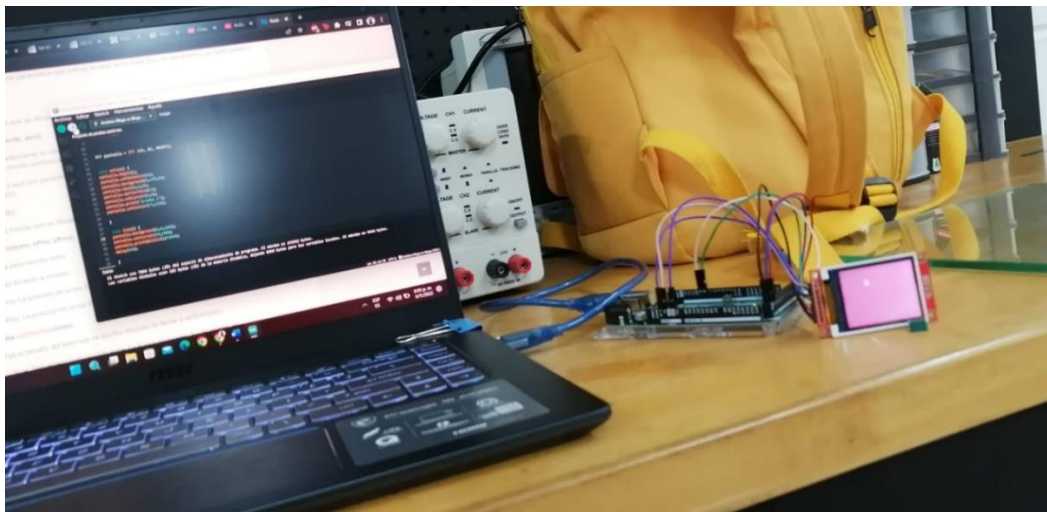
*Prueba de color de fondo de la pantalla.*



*Nota. Fuente:* [Autor].

**Figura 14.**

*Prueba de Delay de tiempo de texto.*



*Nota. Fuente:* [Autor].

Además, se realizó el respectivo desarme de algunos complementos para adaptarlos en nuestro dispositivo, en este caso se observa la posibilidad de cómo se podría adaptar el tensiómetro digital a nuestro prototipo.

**Figura 15.**

*Desarme de piezas de complementos a usar para el dispositivo.*



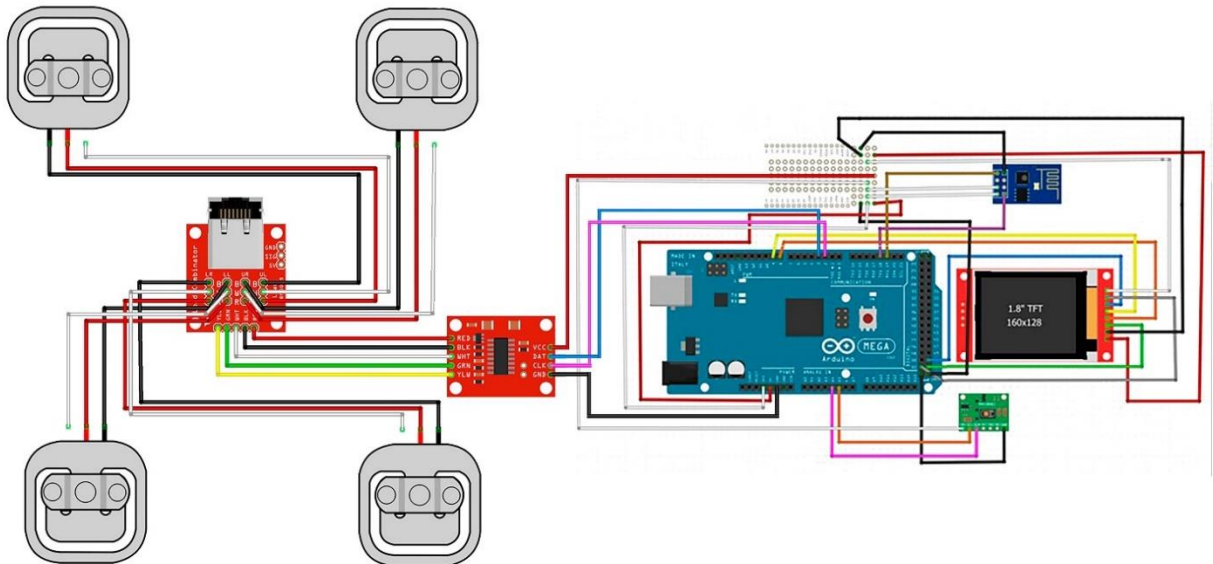
*Nota. Fuente:* [Autor].

Por último, establecemos una página de software libre para la implementación de muestra de nuestros resultados que transmitiremos al momento del análisis, al mismo tiempo que se visualiza en el dispositivo siendo la presión arterial, la masa corporal junto la oximetría con temperatura. El dispositivo tiene un tiempo determinado para la captación de datos ajustable en las experiencias realizadas para una mejor experiencia de uso del dispositivo.

Para la integración de todos los sistemas en un solo circuito para el prototipo, utilizamos la herramienta fritzing para realizar el esquemático visualizado en la figura 16.

**Figura 16.**

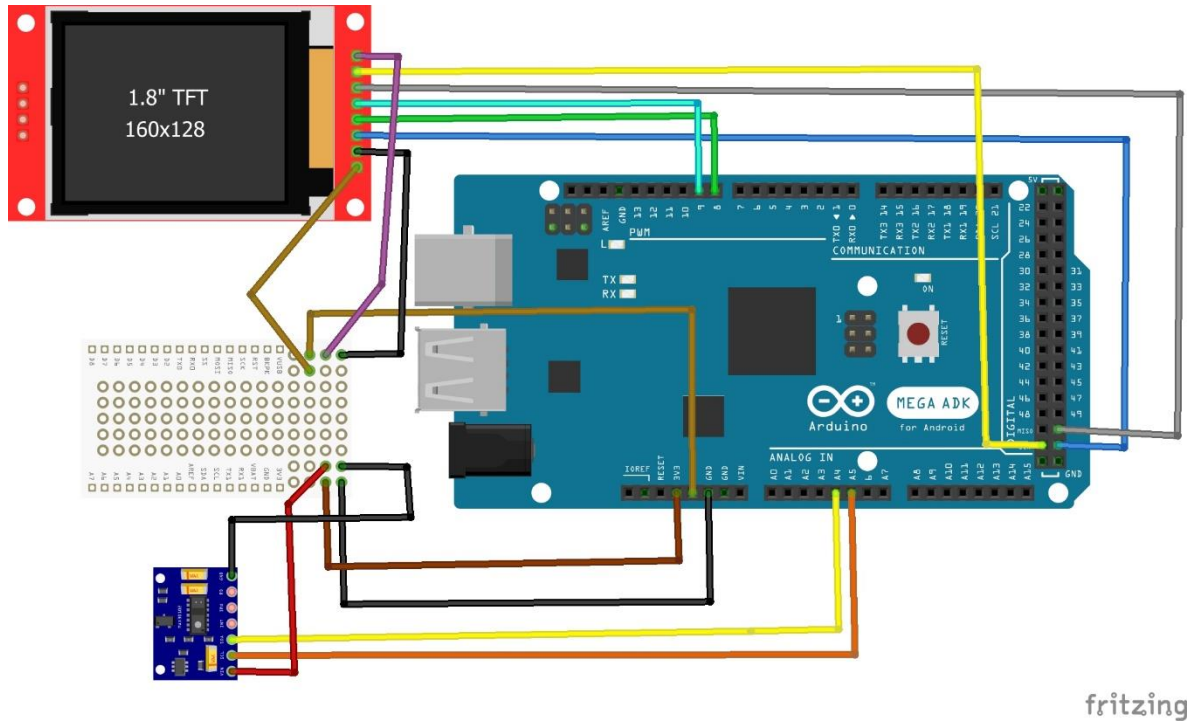
*Diseño del circuito integrando todos los sistemas.*



*Nota. Fuente:* [Autor].

**Figura 17.**

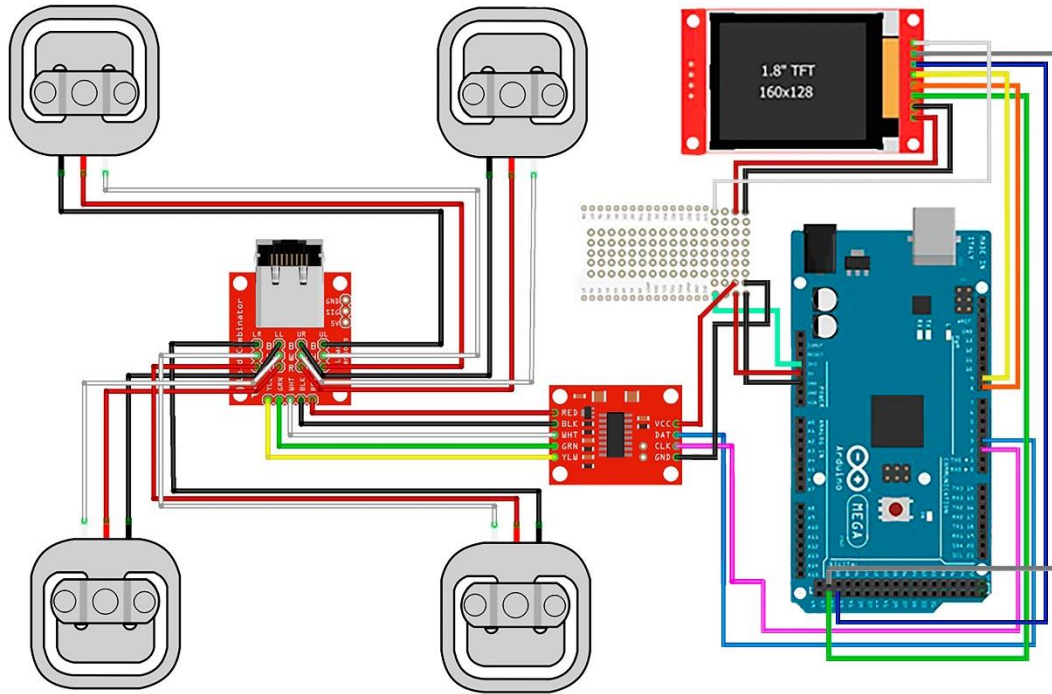
*Diseño del circuito del oxímetro.*



*Nota. Fuente:* [Autor].

**Figura 18.**

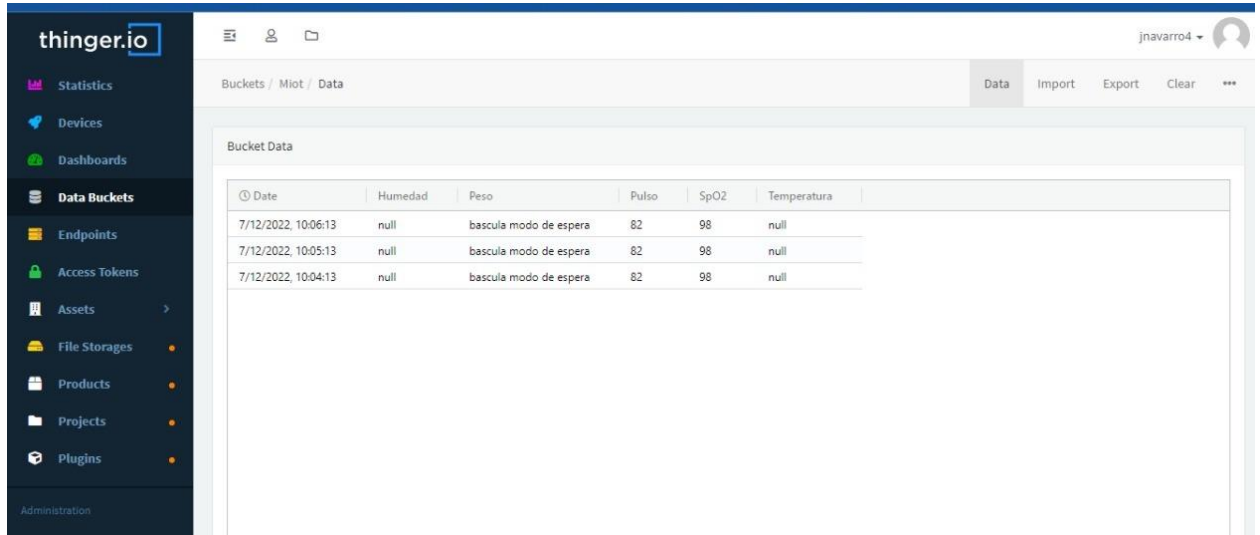
*Diseño del circuito sistema de masa.*



*Nota. Fuente:* [Autor].

**Figura 19.**

*Muestra de comunicación wifi a través de la plataforma thinger io.*



The screenshot displays the Thinger.io web interface. On the left is a dark sidebar with navigation options: Statistics, Devices, Dashboards, Data Buckets (highlighted), Endpoints, Access Tokens, Assets, File Storages, Products, Projects, and Plugins. The main content area shows a breadcrumb path 'Buckets / Miot / Data' and a 'Data' tab. Below this is a table titled 'Bucket Data' with columns for Date, Humedad, Peso, Pulso, SpO2, and Temperatura. The table contains three rows of data.

Date	Humedad	Peso	Pulso	SpO2	Temperatura
7/12/2022, 10:06:13	null	bascula modo de espera	82	98	null
7/12/2022, 10:05:13	null	bascula modo de espera	82	98	null
7/12/2022, 10:04:13	null	bascula modo de espera	82	98	null

**Nota. Fuente:** [Autor].

#### 4.5. Estudio de mercado.

**Tabla 7.**

*Tabla de costos de complementos para el proyecto.*

<b>Tabla de costos de complementos para el proyecto</b>	
Vidrio 21x21cm de media pulgada	\$ 70.000
kardio100 tensiómetro digital	\$ 73.000
Sensor Celda De Carga Corporal 50kg x4	\$ 28.000
Arduino mega	\$ 215.000
Pantalla Tft Lcd 1.8 Pulgadas Spi 128x160	\$ 45.000
Sonda de temperatura digital	\$ 16.000
Módulo Inalámbrico Wifi Esp8266	\$ 23.000
Váquela pequeña	\$ 3500
interruptor	\$ 1500
Conexión de cable de 9v	\$ 1000
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 476.000</b>

**Tabla 8.***Tabla de precios de comparación en mercado.*

<b>Tabla de precios de comparación en mercado</b>	
Sensor Temperatura Lm35 Lm35dz 0°c A 100°c	14.000\$
Sonda/sensor digital de temperatura Ds18b20	16.000\$
Sensor De Humedad Y Temperatura Dht11	9500\$
Sensor Celda De Carga Corporal 50kg	7000\$
Celdas De Carga 10 Kg	18.000\$
Sensor Fuerza/peso Original Interlink Fsr 400	45.990\$
Sensor de oximetría MAX30100	23.000\$
Sensor De Concentración De Oxigeno Max30102	25.000\$
Sensor De Concentración De Oxigeno Max30102 Mh-et Live	26.500\$
Módulo Esp32 Devkit Wroom Wifi Bluetooth	37.900\$
Módulo Inalámbrico Wifi Esp8266 Esp-01	10.500\$
Módulo Inalámbrico Wifi Esp8266	23.000\$

Módulo Pantalla Lcd 16x2 - Display 1602	11.900\$
Pantalla Tft Lcd 1.8 Pulgadas Spi 128x160 Para Arduino	45.000\$
Arduino Uno R3	45.000\$
Arduino Mega	215.000\$
Arduino Nano	28.400\$

**Tabla 9.**

*Tabla de precios de dispositivos en el mercado.*

<b>Tabla de precios de dispositivos en el mercado</b>	
Bascula Pesa Persona Con Tallímetro Para 200kg	980.000\$
Tensiómetro digital de brazo automático Omron HEM-7120	213.000\$
Termómetro Infrarrojo Digital Temperatura Cuerpo Adultos	119.900\$
Bascula Mecanica Con Tallimetro Ref: Rgta-200 Badecol	838.950\$
Pesa Persona Con Tallímetro Para 200kg	940.000\$
Tensiómetro De Brazo Beurer Bm 28	139.000\$
Tensiómetro digital de brazo automático Omron HEM-7130	348.000\$

Pistola Infrarroja, Medidor De Temperatura Corporal Y De Obj	90.000\$
Medidor Temperatura Corporal	125.000\$
Oxímetro de pulso para dedo ChoiceMMed MD300C11 blanco	89.950\$
Oxímetro de pulso para dedo ChoiceMMed MD300C29 azul/blanco	106.018\$
Oxímetro de pulso para dedo Beurer PO 30 blanco	225.081\$

## Resultados

Los resultados presentados por los distintos complementos acoplados a nuestro dispositivo del prototipo presentan los siguientes datos:

### Figura 20.

*Oxímetro.*



Nota: Monitoreo de captación de pulso y oximetría. Fuente: [Autor].

**Figura 21.**

*Demostración de la medición de pulso y oximetría en una persona.*



*Nota. Fuente:* [Autor].

**Figura 22.**

*Brazal de pulso arterial.*



**Nota.** Dispositivo realizando la adquisición de la presión arterial. **Fuente:** [Autor].

**Figura 23.**

*Dispositivo con los resultados en la persona de prueba.*



*Nota. Fuente:* [Autor].

**Figura 24.**

*Bascula del prototipo.*



**Nota.** Posicionamiento en las galgas extensiométricas para medir. **Fuente:** [Autor].

**Figura 25.**

*Peso obtenido tras la prueba de las galgas extensiométricas.*



*Nota. Fuente:* [Autor].

## **Conclusiones**

1. Para concluir, la experiencia de uso del dispositivo fue adecuada a los fines establecidos para el propósito en concreto del proyecto a presentar, los resultados obtenidos fueron los esperados al momento de realizarle distintos testeos de funcionamiento.
2. Se eligió los dispositivos considerando un prototipo eficiente de bajo costo para el monitoreo remoto.
3. Teniendo en cuenta la implementación individual de cada complemento, se desarrolló un sistema de adquisición de datos de las variables fisiológicas del ser humano, en el que se implementó tanto hardware como software, mediante el IDE de Arduino y sensores.
4. Se desarrolló la programación del módulo de comunicación inalámbrica, que establece la conexión entre servidor web y la base de datos, de esta manera se realiza el envío de datos que se obtienen de los sensores del prototipo.
5. Se diseñó e implementó una página web con dominio gratuito, el cual permitió realizar la gestión de datos enviados por los distintos sensores del prototipo. Además, de permitir la interacción con el usuario final en este caso docentes y estudiantes de la Corporación Universitaria Reformada.

## **Recomendaciones:**

Las recomendaciones para el presente proyecto son:

1. La transmisión de otros datos de las variables manejadas en el prototipo por vía wifi.
2. En la estructuración del dispositivo ya que podríamos adaptar otra forma en la cual encajen todos los dispositivos haciéndolo más cómodo al momento de su utilización y cambiar el vidrio por acrílico para hacer un poco más liviano el prototipo.
3. Debido a que el tensiómetro funciona con una fuente independiente, es importante asegurarse que la batería este en optimas condiciones o este conectado a una toma de corriente para su correcto funcionamiento, de lo contrario es propenso a que no tenga la energía para el envío de datos durante la interrupción.
4. La colocación de los sensores sobre el paciente debe ser de manera adecuada para evitar variaciones en las mediciones y problemas en la adquisición de los datos. Una inadecuada manipulación de los sensores del prototipo generara datos erróneos, por ende, una mala interpretación del estado de salud de la persona.
5. El proyecto puede ser usado como equipo de aprendizaje de sensores para el laboratorio de biomédica de la Corporación Universitaria Reformada, puede ser mejorado tanto en hardware, como en software. De igual manera se recomienda la implementación adicional de sensores para otras señales biomédicas y su procesamiento.

## Referencias

¿QUÉ ES UN MICROCONTROLADOR? (Blog). SHERLIN.XBOT.ES Electrónica teórica y práctica. Recuperado de: <http://sherlin.xbot.es/microcontroladores/introduccion-a-los-microcontroladores/que-es-un-microcontrolador>

Alava Mieles, J. L. (2022). *Diseño e Implementación de un prototipo multimodal para medición de variables fisiológicas en humanos, con comunicación inalámbrica a internet y aplicaciones a la telemedicina* (Bachelor's thesis). Recuperado de: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/22885/1/UPS-GT003868.pdf>

American Thoracic Society. (2011). *Oximetría de pulso*. (Infografía). We help the world breathe. Recuperado de: <https://www.thoracic.org/patients/patient-resources/resources/spanish/pulse-oximetry.pdf>

Arduino. (2019a). *Arduino*. Retrieved from Recuperado de: <https://arduino.cl/que-es-arduino/>

B. Ramkumar y M. S. Manikandan, «Real-Time Signal Quality-Aware ECG Telemetry System for IoT-Based Health Care Monitoring,» IEEE Internet of Things Journal, vol. 10, nº 6, 2017.

Banerjee, N. (2006). *Tension Arterial: Etiología Y Tratamiento* (Segunda Ed). B. Jain Publishers. Recuperado de: <https://books.google.com.sv/books?id=DpKmGEdHsvIC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>

Bondia Condori, H. O. (2019). *Diseño de un prototipo de monitoreo de funciones vitales en FPGA para Hospitales Nacionales del Perú*. Recuperado de: [https://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12867/2471/Herbert%20Bondia\\_T](https://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12867/2471/Herbert%20Bondia_T)

[rabajo%20de%20Suficiencia%20Profesional\\_Titulo%20Profesional\\_2019.pdf?sequence=4&isAllowed=y](#)

Del Valle, L. (2021). *Amplificador HX711 con Arduino para crear una báscula digital*. (Blog).

Recuperado de: <https://programarfacil.com/blog/arduino-blog/hx711-arduino-bascula-digital/>

Del Valle, L. (2021). *Termómetro infrarrojo con Arduino MLX90614*. (Blog). Recuperado de:

<https://programarfacil.com/blog/arduino-blog/termometro-infrarrojo-conarduino-mlx90614/>

Escomez, R. I. (2022). *Clases de sensores*. (Revista educativa). Cursos Online Web. Recuperado

de: <https://cursosonlineweb.com/sensores.html#ixzz7igBMB3GZ>

Franco, M. (2014). *Diseño de un sensor de presión arterial basado en Tecnología MEMS*.

(Doctoral dissertation). recuperado de: [https://www.vsilab.cinvestav.mx/files/Diseno-de-un-sensor-de-presion--arterial-basado-en-Tecnologia-MEMS\\_09-05-2014.pdf](https://www.vsilab.cinvestav.mx/files/Diseno-de-un-sensor-de-presion--arterial-basado-en-Tecnologia-MEMS_09-05-2014.pdf)

Google. (2017). *Microcontrolador Atmega328p-pu*. (Imagen). recuperado el 23 de septiembre,

2022, recuperado de: <https://www.ocompra.com/venezuela/item/microprocesador-atmega328p-pu-arduino-proyectos-705327073/>

GSL industrias. (2021). *QUÉ ES UN MICROCONTROLADOR* (Blog). Industrias GSL.

recuperado de:

<https://industriagsl.com/blogs/automatizacion/que-es-un-microcontrolador>

Gutierrez Segales, J. P. (2019). *Implementación de un prototipo de una red inalámbrica de sensores biomédicos, para la adquisición y almacenamiento de datos, usando Cloud*

*Computing, para pacientes en casa*. Recuperado de:

<http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/9899/ITgusejp.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Hiraoka. (2020). Tensiómetro: ¿qué es, para qué sirve y cómo funciona? Recuperado de:

<https://hiraoka.com.pe/blog/post/tensiometro-que-es-para-que-sirve-y-comofunciona>

Kaira. (2018). *¿Qué es un sensor? tipos y diferencias.* (Blog). PrototipadoLAB plataforma de recursos para la creación de E-textiles+Wearables. Recuperado de:

<https://prototipadolab.com/2018/05/05/que-son-los-sensores/>

Kaira. (2018). *Diferentes ejemplos de sensores que te puedes comprar en una tienda de*

*electrónica* (fotografía). PrototipadoLAB plataforma de recursos para la creación de E-

textiles+Wearables. Recuperado de: <https://prototipadolab.com/2018/05/05/que-son-los-sensores/>

I. V. Wangenheim y D. H. Nunes, «Creating a Web Infrastructure for the Support of Clinical Protocols and Clinical Management: An Example in Teledermatology,» MARY ANN LIEBERT, vol. 25, n° 10, 2019.

Melexis. (2006). *MLX90614 family Single and Dual Zone Infra Red Thermometer in TO-39 Features and Benefits Ordering Information Part No. MLX90614 X X X (1) (2) (3) (1) Supply Voltage: A-5V power (adaptable for 12V) B-3V power (2) Number of thermopiles: A-single zone B-dua.*

Miquilena Delgado, A. V. (2022). *IMPLANTACIÓN DE PROTOTIPO IOT PARA MEDICIÓN DE TEMPERATURA CORPORAL DE FORMA NO INVASIVA* (Doctoral dissertation).

Recuperado de:

<http://miunespace.une.edu.ve/jspui/bitstream/123456789/3442/1/TG6135%20Completa.pdf>

**Anexos**

**Anexo 1.** *Manual de usuario del tensiómetro digital.*

**KARDYO 100**  
TENSÍOMETRO DIGITAL



MANUAL DE  
USUARIO

**GMD**<sup>®</sup>

**IMPORTADOR**  
 Impomedical equipos y suministros médicos S.A.  
 Calle 32A # 26-58, Palmira, Colombia. Tel +57 (2) 285 50 88.

**FABRICANTE:**  
 Guangdong Transtek Medical Electronics Co., Ltd.  
 Zone A, No.105, Dongli Road, Torch Development District,  
 Zhongshan, 528437, Guangdong, China

## TABLA DE CONTENIDO

<b>Antes de usar el dispositivo:</b>	
• Descripción general .....	6
• Indicaciones de uso .....	6
• Contraindicaciones .....	6
• Principio de funcionamiento .....	7
• Información de seguridad .....	7
• Indicadores en la pantalla LCD .....	11
• Componentes del KARDYO 100 .....	13
• Accesorios incluidos .....	14
<b>Instrucciones de funcionamiento:</b>	
• Escoger la fuente de alimentación .....	15
• Instalación y reemplazo de las baterías .....	15
• Configuración de fecha y hora .....	16
• Ajuste del brazalete .....	18
• Iniciar la medición .....	20
• Validar las memorias .....	21
• Eliminar las memorias .....	22
<b>Información de usuario:</b>	
• Tips para la medición .....	23
• Mantenimiento .....	24
<b>Acerca del tensiómetro digital</b>	
• ¿Qué es la presión sistólica y la presión diastólica? .....	25
• ¿Cuál es la clasificación de la presión arterial? .....	25
• Detector de latido cardíaco irregular .....	26
• ¿Por qué mi presión arterial varía en el transcurso del día? .....	26
• ¿Por qué mi presión arterial es diferente en mi casa comparada a la que mide en el hospital? .....	27
• ¿El resultado es el mismo si realizo la medición en cualquier brazo? .....	27

**KARDYO 100**  
 TENSÍOMETRO DIGITAL

**GMD** 3

### Solución a problemas

• Guía para solución de problemas .....	28
• Especificaciones técnicas .....	29
• Componentes autorizados .....	30
• Política de garantía .....	30
• Servicio al cliente .....	31
• Lista de estándares aplicados .....	31
• Información importante acerca de compatibilidad electromagnética (EMC) .....	33

4 **GMD**

**KARDYO 100**  
 TENSÍOMETRO DIGITAL

## GRACIAS

Por seleccionar el tensiómetro digital **KARDYO 100**. Por favor conserve y lea cuidadosamente este manual y siga las instrucciones para un uso seguro de este producto.

Por favor complete la siguiente información para futuras referencias en caso de tener algún inconveniente:

**FECHA DE COMPRA:** \_\_\_\_\_  
**NÚMERO DE SERIE:** \_\_\_\_\_

Registre su producto en [www.gmd.com.co](http://www.gmd.com.co) (hasta máximo 15 días después de la fecha de la compra), para obtener dos (2) años de garantía adicionales.

**KARDYO 100**  
 TENSÍOMETRO DIGITAL

**GMD** 5

## ANTES DE USAR EL PRODUCTO

### DESCRIPCIÓN GENERAL:

Este dispositivo tiene las funciones de medir la presión arterial, los latidos cardíacos y almacenar los resultados de un (1) usuario. Las lecturas dadas por el **KARDYO 100** son equivalentes a las obtenidas con un observador entrenado usando el método de auscultación con un tensiómetro aneróide y un estetoscopio. Este manual contiene información importante para el cuidado y uso seguro del equipo. Por favor lea el manual antes de utilizarlo.

### INDICACIONES DE USO:

El tensiómetro digital **KARDYO 100** de uso en casa, mide la presión arterial y los latidos cardíacos en adultos.

### CONTRAINDICACIONES:

1. Este dispositivo no está recomendado para ser usado por mujeres que tengan sospechas o estén embarazadas ya que los efectos de este dispositivo en el feto son desconocidos.
2. Este producto no está recomendado para ser utilizado por pacientes con dispositivos eléctricos implantados como marcapasos, desfibriladores, entre otros.

### PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO:

Este dispositivo usa el método de medición oscilométrico para detectar la presión arterial. Antes de cada medición, el dispositivo muestra una presión de cero, equivalente a la presión atmosférica. Al inflar el brazalete, la unidad detecta la presión de oscilación generada por el latido a latido pulsátil, usado para determinar la presión sistólica, diastólica y el ritmo cardíaco.

6

GMD

**KARDYO 100**  
TENSÍOMETRO DIGITAL

## INFORMACIÓN DE SEGURIDAD

Las señales que se muestran abajo podrían estar en el manual de usuario, el etiquetado u otros componentes.

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Leer el manual de usuario		Partes de tipo BF aplicadas
	Fabricante		Protección del medio ambiente - desechos de productos eléctricos no deben ser puestos con los desechos domésticos. Por favor recicle donde existan instalaciones. Verifique con las autoridades locales o el distribuidor para consejos de reciclaje
	Número de serie		
	Corriente directa		Equipos de clase II
	Para uso en interiores		Fecha de fabricación
	T1A/250V Ø3.6*10CCC		Reciclaje
	Precaución: Estas notas deben ser observadas para prevenir daños en el dispositivo		El punto verde es el símbolo licenciado en la red europea financiado por el sistema de reciclaje para reciclar los materiales de empaque de los bienes de consumo

**KARDYO 100**  
TENSÍOMETRO DIGITAL

GMD 7

- Este dispositivo está recomendado exclusivamente para el uso en casa por adultos.
- No es adecuado para el uso en neonatales, mujeres embarazadas, usuarios con dispositivos electrónicos implantados, pacientes con preeclampsia, latidos ventriculares prematuros, fibrilación atrial, fibrilación paroxística, enfermedades arteriales y pacientes en terapia intravascular o una derivación arteriovenosa o personas que se han realizado mastectomías. Por favor consulte con su médico antes de usar el dispositivo si usted tiene alguna de estas condiciones.
- No es adecuado para medir la presión arterial en niños. Pregunte a su médico antes de usarlo.
- No está diseñado para el transporte de pacientes por fuera de instituciones de salud.
- No está diseñado para uso público.
- Está diseñado para la medición y el monitoreo de la presión arterial no invasiva. No se recomienda usarlo en extremidades diferentes al brazo.
- No debe confundir auto monitoreo con auto diagnóstico. El **KARDYO 100** sólo le permite monitorear su presión arterial. No inicie o termine un tratamiento sin la autorización de su médico.
- Si se encuentra tomando medicamentos, por favor consulte a su médico para determinar el horario más adecuado para la toma de la presión arterial. Nunca cambie la prescripción de un medicamento sin la autorización de su médico.
- No tome ninguna medida terapéutica con base a una medición. No altere la dosis del medicamento prescrito por su médico. Consulte con un profesional del área si tiene inquietudes acerca de su presión arterial.
- Cuando el dispositivo es usado para medir la presión arterial en pacientes que tienen arritmias comunes como: latidos prematuros ventriculares o auriculares o fibrilación atrial, el mejor resultado puede darse con una desviación. Por favor consulte con su médico la medición.
- No pliegue la manguera de conexión del brazalete mientras se está realizando la medición, ya que la presión en el brazo puede incrementar, interrumpiendo el flujo sanguíneo y generando una lesión al paciente.
- Cuando esté usando el **KARDYO 100**, por favor preste atención a las siguientes situaciones que pueden interrumpir el flujo sanguíneo del paciente causando lesiones: mediciones demasiado frecuentes, incremento de la presión en un brazo donde exista derivación arteriovenosa (A-V), se realice terapia o haya acceso intravascular, incremento de la presión en un brazo al lado de una mastectomía.

8

GMD

**KARDYO 100**  
TENSÍOMETRO DIGITAL

- **Advertencia:** No ubique el brazalete sobre una herida, ya que esto puede ocasionar una lesión mayor.
- No use de manera simultánea el tensiómetro digital en la misma extremidad en donde usa otro equipo médico de monitoreo, ya que podría causar la pérdida temporal de las funciones de éstos.
- Si debido a una falla, el equipo permanece inflando el brazalete, desconéctelo inmediatamente y presione el botón "START / STOP". Presiones altas prolongadas (> 300 mmHg) o constantes (> 15 mmHg por más de 3 minutos) aplicadas al brazo pueden generar una equimosis.
- Compruebe que el funcionamiento del dispositivo no provoca un deterioro prolongado de la circulación sanguínea del paciente.
- El dispositivo no puede ser usado de manera simultánea con equipos quirúrgicos de alta frecuencia.
- Este dispositivo no es recomendado para el monitoreo continuo durante una emergencia médica u operaciones quirúrgicas; los dedos del paciente pueden perder sensibilidad, inflamarse e incluso ponerse morados debido a la falta de sangre.
- Cuando no esté en uso, guarde el equipo con el adaptador en un lugar seco donde no se exponga a condiciones de humedad extremas, calor, polvo o luz directa del sol. No ponga objetos pesados encima.
- El fabricante no puede ser responsable de lesiones causadas al usuario por mal uso del producto.
- No se recomienda usar el dispositivo en presencia de mezclas de anestésicos inflamables con aire, oxígeno u óxido nítrico.
- **Advertencia:** No realice mantenimiento al equipo mientras se encuentra en uso.
- El usuario es un operador previsto.
- El usuario puede realizar mediciones, cambiar las baterías bajo circunstancias normales y mantener el dispositivo y sus accesorios de acuerdo a lo indicado en este manual de usuario.
- Para evitar mediciones erróneas, por favor evitar condiciones con campos electromagnéticos fuertes, señales de interferencia o señales eléctricas transitorias rápidas / ráfagas.
- El monitor de presión arterial, su brazalete y el adaptador son recomendados para usar en interacción con el paciente. Si usted es alérgico al poliéster, nailon o plástico, por favor no use este dispositivo.
- Durante el uso, el paciente puede estar en contacto con el brazalete, los materiales de éste han sido testeados y cumplen con los requisitos de la ISO 10993-5:2009 y la ISO 10993-10:2010. No provocará ninguna irritación.

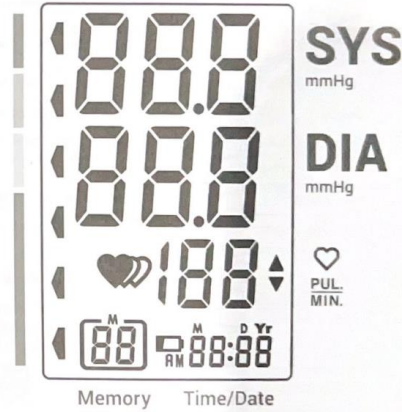
**KARDYO 100**  
TENSÍOMETRO DIGITAL

GMD 9

- Si durante la medición experimenta incomodidad, dolor en el brazo u otras molestias, por favor presione el botón "START / STOP" para liberar el aire de manera inmediata del brazalete, posterior a ello, retírelo del brazo.
- Si la presión alcanza los 300 mmHg, el tensiómetro automáticamente liberará la presión, si por alguna razón no lo hace, retire el brazalete y presione el botón "START / STOP" para detener el funcionamiento.
- Antes del uso, verifique que el dispositivo tenga condiciones de funcionamiento adecuadas. No use el producto si tiene algún tipo de daño. El uso continuo de una unidad defectuosa puede ocasionar lesiones, resultados inadecuados o daños serios a la salud.
- No lave el brazalete en una lavadora o lavavajillas
- La vida útil del brazalete puede variar dependiendo de la frecuencia de lavado, la condición de la piel y la condición de almacenamiento. Lo típico son 10.000 usos.
- Se recomienda que el desempeño sea verificado cada dos años y cada vez que se realice una reparación, re evaluando al menos los errores de la presión del brazalete en los límites y la fuga de aire (Evaluación como mínimo en 50 mmHg y 200 mmHg).
- Cuando el tensiómetro digital, sus partes y/o accesorios pierdan su vida útil, por favor deséchelos de acuerdo a la regulación de su país.
- No conecte el adaptador de corriente del tensiómetro digital a un tomacorriente en donde sea difícil de desconectar.
- El operador no podrá tocar las baterías ó adaptador de corriente y el paciente al mismo tiempo.
- Limpieza: Ambientes con polvo pueden afectar el funcionamiento del KARDYO 100. Por favor use un paño suave para limpiar la unidad antes y después de cada uso. No use productos de limpieza abrasivos o volátiles.
- El dispositivo requiere calibración cada dos años.
- Si tiene algún inconveniente con el dispositivo, como la configuración, mantenimiento o el uso, por favor contáctese con nuestro personal de servicio al cliente. En caso de un mal funcionamiento, no abra o repare el producto por su cuenta. El KARDYO 100 solo puede ser reparado por personal de servicio autorizado por GMD.
- Por favor informe a servicio al cliente en caso de ocurrir un evento de operación inesperado.
- Mantenga el tensiómetro digital fuera del alcance de los niños o mascotas para evitar el consumo de piezas pequeñas, esto puede ser peligroso o incluso letal.

- Dispositivos de comunicación inalámbricas como redes wi-fi, celulares, teléfonos inalámbricos y sus estaciones de base, walkie-talkies pueden afectar el funcionamiento de este equipo, por lo tanto, deben mantenerse al menos a una distancia "d" del equipo. La distancia "d" es calculada por el fabricante en la columna de 80 MHz a 5.8 GHz de la tabla 4 y tabla 9 de la IEC 60602-2-3:2014.
- Usar los accesorios y partes específicas autorizadas por el fabricante, ya que usar las inadecuadas puede ocasionar daños en el dispositivo o el usuario.
- Usar este dispositivo bajo las condiciones ambientales descritas en este manual, de lo contrario, el desempeño y la vida útil del dispositivo pueden reducirse.

#### INDICADORES DE LA PANTALLA LCD



Símbolo	Descripción	Explicación
SYS	Presión sistólica	Presión sanguínea alta
DIA	Presión diastólica	Presión sanguínea baja
♥	Pulso	Pulso en latidos por minuto
▼	Desinflando	El brazalete se está desinflando
M	Memoria	Indica que está en el modo de memoria y cuál grupo de memoria es
mmHg	mmHg	Unidad de medida de presión sanguínea
⚡	Batería baja	Las baterías están descargadas y necesitan ser reemplazadas
♥	Latido cardíaco irregular	El monitor está detectando un latido cardíaco irregular durante la medición
!	Indicador de presión arterial	Indica el nivel de presión arterial
HH:MM	Tiempo	Año/Mes/Día, Hora/Minutos
♥	Latidos cardíacos	El monitor está detectando los latidos cardíacos durante la medición
Avg	Valor promedio	Valor promedio de las últimas tres lecturas

#### COMPONENTES DEL KARDYO 100



Lista de partes que componen el sistema de medición de presión:

1. Brazalete
2. Tubo de aire
3. Tarjeta electrónica
4. Bomba
5. Válvula

## ACCESORIOS INCLUIDOS

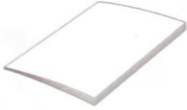
1. Monitor de presión arterial



2. Brazaletes \*



3. Manual de usuario



4. Adaptador de corriente (AC) \*



(\*): Accesorio disponible como repuesto para la venta

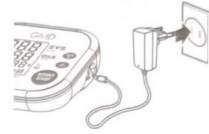
## INSTRUCCIONES DE FUNCIONAMIENTO

### ESCOGER LA FUENTE DE ALIMENTACIÓN

- 4 baterías AAA (6 V DC).  
(no incluidas)
- Adaptador de corriente.

6V  $\equiv$  1A

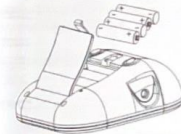
Use solo el modelo de adaptador de corriente recomendado



**PRECAUCIÓN:** Para obtener el mejor desempeño y proteger su tensiómetro digital, por favor use las baterías adecuadas y un adaptador de corriente especial que cumpla con las normas locales de seguridad.

### INSTALACIÓN Y REEMPLAZO DE LAS BATERÍAS

- Abra el compartimiento de las baterías.
- Instale las baterías de manera que coincidan con la polaridad que se muestra en el compartimiento.
- Cierre la tapa del compartimiento de las baterías



Reemplace las baterías, siempre y cuando

En la pantalla se indique el **LO+D**  
 oscuro lo siguiente:

- La pantalla se vea opaca / oscura
- La pantalla no encienda



#### PRECAUCIÓN

- No use baterías nuevas y usadas juntas.
- No use diferentes tipos de baterías juntas.
- No deseches las baterías en fuego. Pueden explotar o generar fuga de material.
- Las baterías gastadas son dañinas para el medio ambiente. No las deseches con los residuos diarios.
- Retire las baterías viejas del dispositivo y deséchelas siguiendo las indicaciones de reciclaje de su país.

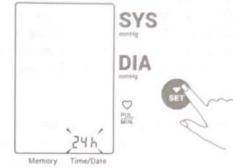
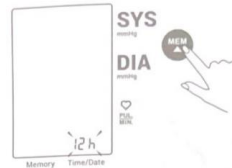
## CONFIGURACIÓN DE FECHA Y HORA

Es importante configurar el reloj antes de usar su tensiómetro digital, ya que la fecha y hora se asigna a cada registro de medición que es almacenado en la memoria. (El rango de configuración de año es del 2020 - 2060, el formato de la hora puede ser 12h / 24h).

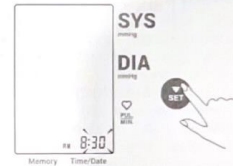
- Cuando el tensiómetro digital este apagado, mantenga presionado por 3 segundos el botón "SET" para entrar a la configuración del año, o cuando el monitor este apagado presione el botón "SET" se mostrará la hora. Luego presione de manera sostenida el botón "SET" para entrar a la configuración del año.
- Presione el botón "MEM" para cambiar el año. Con cada vez que lo presione incrementará el número uno por uno de manera cíclica.
- Cuando tenga el año correcto, presione "SET" para confirmar y continuar con el siguiente paso. Repita los pasos 2 y 3 para configurar el mes y el día.



- Repita los pasos 2 y 3 para configurar el **Formato de la Hora** entre 12 h y 24 h.



- Repita los pasos 2 y 3 para configurar la hora y los minutos.

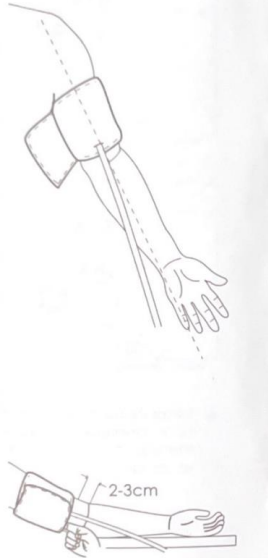


- Después de configurar la hora, en el LCD aparecerá "Done", mostrará todos los ajustes que ha hecho y luego se apagará.



## AJUSTE DEL BRAZALETE

1. Retire todo tipo de joyas como lo son relojes y brazaletes de su brazo izquierdo. Nota: Si su médico lo ha diagnosticado con poca circulación en su brazo izquierdo, por favor use su brazo derecho.
2. Deje expuesta la piel, si la manga de la camisa no es muy apretada enróllela o empújela hacia arriba, en caso contrario, retire la prenda.
3. Sujete el brazo con la palma hacia arriba y posicione el brazalete en la parte superior del brazo, luego coloque el tubo descentrado hacia el lado interno del brazo en línea con el dedo meñique. O coloque la marca  $\Phi$  sobre la arteria principal (en el interior de su brazo). Nota: Para identificar la arteria principal, presione aproximadamente 2 cm por encima de la curva del codo en el interior del brazo izquierdo, en donde sienta el pulso más fuerte es la arteria principal.
4. El brazalete debe estar ajustado, pero no demasiado apretado. Debe ser capaz de insertar un dedo entre el brazalete y el brazo.



5. Siéntese cómodamente y descance el brazo en el que se realizará la medición en una superficie plana. Ubique el codo sobre una mesa para que el brazalete quede a la misma altura del corazón. Gire la palma hacia arriba. Mantenga una postura derecha y tome de 5 a 6 respiraciones profundas.



6. Consejos para tomarse la presión:
  - Descanse 5 minutos antes de realizar la primera medición
  - Espere por lo menos 3 minutos entre cada medición. Esto permitirá que su circulación sanguínea se recupere.
  - Realice la medición en una habitación sin ruido.
  - Permanezca relajado, no se mueva y no hable durante el proceso de medición.
  - El brazalete debe mantenerse al mismo nivel que la aurícula derecha del corazón durante la medición.
  - Por favor siéntese de una manera cómoda, no cruce las piernas y mantenga sus pies en el suelo.
  - Mantenga su espalda contra el respaldo de la silla.
  - Para una comparación significativa, intente tomarse la presión en condiciones similares. Por ejemplo, realice las mediciones aproximadamente a la misma hora, en el mismo brazo o como lo indique su médico.

## INICIAR LA MEDICIÓN

1. Cuando el monitor esté apagado, presione el botón "START/STOP" para encender el dispositivo, luego finalizará la medición y guardará los datos para el usuario seleccionado. (Se toma el usuario A para el ejemplo)

• **NOTA:** Puede seleccionar el usuario A o B presionando el botón durante el proceso de medición o cuando esté en el modo de memoria.



2. Presione el botón "START/STOP" para apagar el monitor, de lo contrario, se apagará de manera automática al minuto.

• **NOTA:** Se pueden almacenar un máximo de 60 memorias.



## VALIDAR LAS MEMORIAS

1. Cuando el monitor esté apagado, por favor presione el botón "MEM", se mostrará el promedio de las últimas tres mediciones. Si los registros son inferiores a tres (3), se mostrará la última memoria.
2. Para validar las memorias presione el botón "MEM" o "SET".



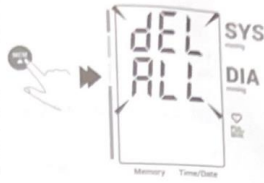
La memoria actual es la 2 La fecha actual es enero 2 La hora actual es 10:08 pm  
La fecha y la hora del registro se mostrarán alternadamente.

⚠ **ATENCIÓN:** La primera memoria que se muestra es la medición más reciente.

## ELIMINAR LAS MEMORIAS

Si no se obtuvo una medición correcta, puede eliminar todos los resultados para el usuario de la siguiente manera:

1. En el modo de memorias, mantenga presionado el botón "MEM" durante 3 segundos, aparecerán de manera parpadeante las palabras "Del All".



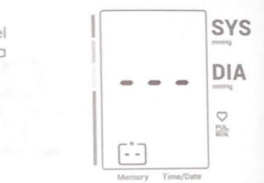
2. Presione el botón "SET" para confirmar la eliminación y aparecerá en pantalla "del done" + el usuario, luego el monitor se apagará.



3. Si no desea eliminar las memorias presione el botón "START/STOP" para salir de este modo.



4. Si no hay memorias, presione el botón "MEM", se mostrará la siguiente pantalla:



## INFORMACIÓN DE USUARIO

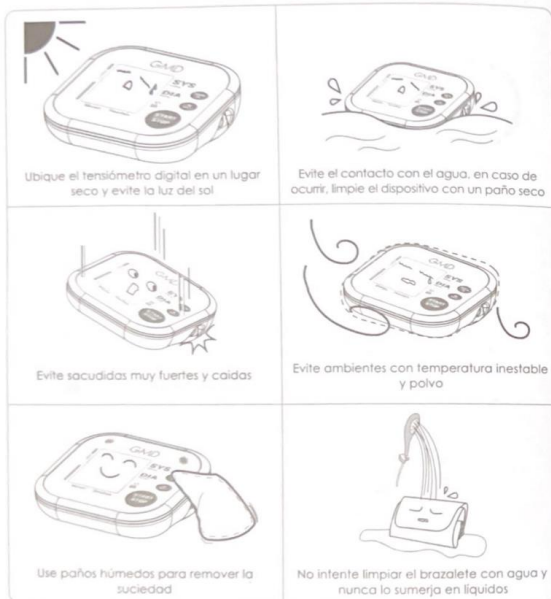
### TIPS PARA LA MEDICIÓN

Las mediciones pueden resultar inexactas si se toman en las siguientes circunstancias:



## MANTENIMIENTO

Para obtener el mejor desempeño, por favor siga las instrucciones:



## ACERCA DEL TENSÍMETRO DIGITAL

### ¿QUÉ ES LA PRESIÓN SISTÓLICA Y LA PRESIÓN DIASTÓLICA?

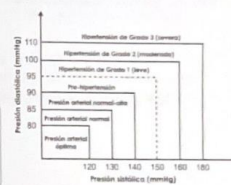
La presión sistólica es el máximo valor que alcanza la presión sanguínea cuando los ventrículos se contraen y bombean la sangre fuera del corazón. Mientras que la presión diastólica es el valor mínimo que alcanza la presión sanguínea cuando los ventrículos se relajan.



### ¿CUÁL ES LA CLASIFICACIÓN DE LA PRESIÓN ARTERIAL?

La clasificación de la presión arterial publicada por la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Sociedad Internacional de Hipertensión en 1999 es la siguiente:

**ADVERTENCIA:** Solo un médico puede indicarle cuál es su rango de presión arterial normal y cuándo su presión arterial alcanza un valor peligroso. Por favor contacte a su médico si sus mediciones resultan fuera del rango.



Presión arterial (mmHg)	Nivel	Óptima	Normal	Normal-Alta	Leve	Moderada	Severa
Sistólica (SYS)		<120	120-129	130-139	140-159	160-179	≥180
Diastólica (DIA)		<80	80-84	85-89	90-99	100-109	≥110

## DETECTOR DE LATIDO CARDÍACO IRREGULAR



Un latido cardíaco irregular es detectado cuando el ritmo cardíaco varía mientras el monitor de presión está realizando la medición. Durante cada medición, el dispositivo mantendrá el registro de todos los intervalos del pulso y calculará el promedio de estos valores. El símbolo de latido cardíaco irregular aparecerá en la pantalla si hay dos o más intervalos de pulso, y la diferencia entre cada intervalo y el valor promedio es más que el  $\pm 25\%$  de este último o si hay más de 4 intervalos de pulso y la diferencia entre cada intervalo es más que el  $\pm 15\%$  del valor promedio.

## ¿POR QUÉ MI PRESIÓN ARTERIAL VARÍA EN EL TRANCURSO DEL DÍA?

1. Por la forma en la que se ajusta el brazalete, y por la postura que se tenga durante la medición.
2. Si toma medicamentos.
3. No esperar menos de tres (3) minutos entre mediciones.



## ¿POR QUÉ MI PRESIÓN ARTERIAL ES DIFERENTE EN MI CASA COMPARADA A LA QUE MIDE EN EL HOSPITAL?

La presión arterial varía en el transcurso del día debido a múltiples factores como: el clima, las emociones, el ejercicio, entre otros. También está el denominado efecto de la bata blanca, que se refiere a que la presión arterial en la consulta, es más alta que el promedio de presiones registradas fuera del medio hospitalario.

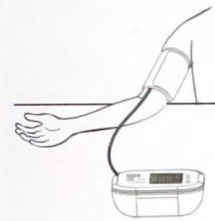
Por favor preste atención a las siguientes características cuando se realice una medición de presión arterial en casa:

- Que el brazalete esté debidamente posicionado
- Que el brazalete no esté muy ajustado o muy flojo
- Si se siente ansioso, por favor tome entre 2 y 3 respiraciones profundas antes de iniciar la medición

**ADVERTENCIA:** Tome de 4 a 5 minutos para relajarse antes de realizar la toma de presión.

## ¿EL RESULTADO ES EL MISMO SI REALIZO LA MEDICIÓN EN CUALQUIER BRAZO?

En algunas personas los resultados suelen ser ligeramente distintos. Se sugiere realizar las mediciones siempre en el mismo brazo.



## SOLUCIÓN A PROBLEMAS

### GUÍA PARA SOLUCIÓN DE PROBLEMAS

Esta sección incluye la lista de mensajes de error y las respuestas más frecuentes para resolverlos en el uso del tensiómetro digital. Si el dispositivo no funciona como debería, primero valide esta información antes de contactarse con el servicio técnico.

Problema	Síntoma	Verifique	Solución
No funciona	La pantalla no enciende	Baterías agotadas	Cambie las baterías
		Baterías mal posicionadas	Inserte las baterías de acuerdo a la polaridad indicada en el compartimento
		Adaptador de corriente mal insertado	Inserte el adaptador de corriente de manera que quede bien ajustado
Batería baja	En la pantalla los números se ven opacos o se muestra el símbolo	Las baterías están descargadas.	Cambie las baterías
Mensaje de error	Muestra E1	El brazalete no está asegurado	Ajuste el brazalete y reinicie la medición
	Muestra E2	El brazalete está muy ajustado o muy flojo	Ajuste el brazalete y reinicie la medición
	Muestra E3	La presión en el brazalete es excesiva	Relájese por un momento y reinicie la medición
	Muestra E10 o E11	El monitor detectó movimiento, el usuario habló o el pulso es muy bajo durante la medición	Relájese por un momento y reinicie la medición
	Muestra E20	En el proceso de medición no se detecta la señal de pulso	Verifique que no hay interferencia de ropa entre el brazo y el brazalete y reinicie la medición
	Muestra E21	El procedimiento de la medición falla	Relájese por un momento y reinicie la medición
Mensaje de advertencia	Muestra "Out"	Un error de calibración ocurrió (XX puede ser 01, 02, etc.); si esta situación ocurre en varias circunstancias, se debe a un problema de calibración	Reinicie la medición, si el problema persiste, contáctese con la línea de servicio al cliente
		Fuera del rango de medición	Relájese por un momento, re ajuste el brazalete y mida de nuevo. Si el problema persiste, contáctese con su médico

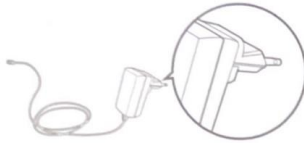
## ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Fuente de alimentación:	Baterías: 6 V DC 4 baterías AAA (no incluidas) Adaptador de corriente: 6V ~1A. (Por favor solo use el modelo de adaptador recomendado)
Tipo de pantalla:	LCD Digital V.A. 60 mm x 40.5 mm
Modelo de medición:	Oscilométrico
Rango de medición:	Presión nominal del brazalete: 0 mmHg - 299 mmHg Presión en medición: Sistólica: 60 mmHg - 230 mmHg Diastólica: 40 mmHg - 130 mmHg Pulso: 40-199 pulsaciones por minuto
Exactitud:	Presión: $\pm 3$ mmHg Pulso: $\pm 5\%$
Condiciones de funcionamiento:	Rango de temperatura: $+5^{\circ}\text{C}$ a $+40^{\circ}\text{C}$ Rango Humedad relativa: 15% a 90% Sin condensación pero que no requiere una presión parcial de vapor de agua superior a 50 hPa Un rango de presión atmosférica de: 700 hPa a 1060 hPa
Condiciones de almacenamiento y transporte:	Temperatura: $-20^{\circ}\text{C}$ a $+60^{\circ}\text{C}$ Un rango de humedad relativa menor o igual al 93%. Sin condensación pero que no requiere una presión parcial de vapor de agua superior a 50 hPa
Perímetro de medición del brazo:	22 cm - 42 cm
Peso neto:	Aprox. 182g (sin baterías)
Dimensiones externas:	Aprox. 110 mm x 110 mm x 41 mm
Incluye:	Manual de usuario, adaptador de corriente [AC]
Modo de operación:	Continua
Grado de protección:	Protección tipo BF aplicada a algunas piezas
Protección contra el ingreso de agua:	IP21, significa que el dispositivo podrá estar protegido contra objetos sólidos extraños de 12.5 mm o mayores, y protección contra caídas de gotas de agua de manera vertical
Clasificación del dispositivo:	Con baterías: Equipo electro médico alimentado internamente Con adaptador de corriente: Equipo electro médico Clase II
Versión del software	A01

**ADVERTENCIA:** No están permitidas las modificaciones a este equipo

## COMPONENTES AUTORIZADOS

Por favor use los componentes autorizados por GMD, en cuanto al adaptador, éste debe tener las siguientes características:



**Entrada AC:**  
100 V - 240 V 50/60 Hz 0.2 A Max.

**Salida:**  
6V±1000mA

## POLÍTICA DE GARANTÍA

GMD garantiza que el producto **KARDYO 100** cumple con las especificaciones descritas en el manual y está libre de defectos en los materiales y en la fabricación durante un año a partir de la fecha de compra del primer usuario; si se realiza el registro del producto en [www.gmd.com.co](http://www.gmd.com.co) 15 días después de la fecha de factura, obtendrá 2 años de garantía adicionales. Esta garantía no cubre los daños causados por:

1. Uso del producto en condiciones ambientales distintas a las especificadas en el manual de usuario.
2. Uso o mantenimiento del producto distinto a lo especificado en el manual de usuario.
3. Modificación o reparación del dispositivo por parte de personal no autorizado por GMD.
4. Cuando el producto haya sido usado fuera de su capacidad, maltratado, golpeado, expuesto a humedad, mojado por algún líquido o sustancia corrosiva, así como por cualquier otra falla que se atribuya al usuario.
5. No están cubiertos: baterías, brazaletes, adaptadores de corriente y cables que puedan sufrir desgaste por el uso regular.

Si se determina que algún producto o accesorio cubierto por esta garantía es defectuoso, debido al uso de materiales, componentes o fabricación, y se reclama la garantía dentro del período establecido, GMD reparará o reemplazará, a su criterio, el producto o accesorio defectuoso sin costo alguno.

Para solicitar servicio técnico o garantía por parte de GMD, contactarse con servicio al cliente, le brindarán asesoría y un número de notificación para darle solución a su petición.

## SERVICIO AL CLIENTE:

En caso de requerir información acerca del uso del producto o alguna reclamación referente a las PQRS, por favor contactarse a nuestras líneas de servicio al cliente (2) 285 5088 ext 104 / 310 493 6998 o al correo electrónico [servicioalcliente@impormedical.com.co](mailto:servicioalcliente@impormedical.com.co).

**Fabricado por:** Guangdong Transtek Medical Electronics Co., Ltd  
**Dirección del Fabricante:** Zone A, No.105 ,Dongli Road, Torch Development District, Zhongshan, 528437, Guangdong, China G

**Número de registro Sanitario:** INVIMA 2016DM-0015017

## LISTA DE ESTÁNDARES APLICADOS

<b>Gestión de riesgo:</b>	ISO 14971: 2012 / ISO 14971:2007 Gestión de Riesgos en Dispositivos Médicos
<b>Etiquetado:</b>	EN ISO 15223-1:2016 Productos sanitarios. Símbolos a utilizar en las etiquetas, el etiquetado y la información a suministrar. Parte 1: requisitos generales.
<b>Manual de usuario:</b>	EN 1041:2008+A1:2013 Información proporcionada por el fabricante de productos sanitarios.
<b>Requisitos generales para la seguridad:</b>	EN 60601-1:2006+A1:2013+A12:2014 / IEC 60601-1-1:2005+A1:2012 Equipos electromédicos. Parte 1: requisitos generales para la seguridad básica y funcionamiento esencial.  EN 60601-1-11:2015 / IEC 60601-1-11:2015 Equipos electromédicos. Parte 1-11: requisitos generales para la seguridad básica y el funcionamiento esencial. Norma colateral: requisitos para el equipo electromédico y el sistema electromédico utilizado para el cuidado en el entorno médico del hogar.
<b>Compatibilidad electromagnética:</b>	EN 60601-1-2:2015 / IEC 60601-1-2:2014 Equipos electromédicos. Parte 1-2: requisitos generales para la seguridad básica y características de funcionamiento esencial. Norma colateral: perturbaciones electromagnéticas. Requisitos y ensayos.

<b>Requisitos de desempeño:</b>	EN ISO 81060-1:2012 Esfigmomanómetros no invasivos. Parte 1: requisitos y métodos de ensayo para el tipo de medida no automatizada.  EN 1060-3:1997 + A2: 2009 Esfigmomanómetros no invasivos. Parte 3: requisitos suplementarios aplicables a los sistemas electromecánicos de medición de la presión sanguínea.  IEC 60601-2-30:2009+A1:2013 Equipos electromédicos. Parte 2-30: requisitos particulares para la seguridad básica y funcionamiento esencial de los esfigmomanómetros automáticos no invasivos.
<b>Investigación clínica:</b>	EN 1060-4:2004 Esfigmomanómetros no invasivos. Parte 4: procedimientos de ensayo para determinar la exactitud del sistema total de esfigmomanómetros no invasivos automatizados.  ISO 81060-2:2013 Esfigmomanómetros no invasivos. Parte 2: investigación clínica para el tipo con medición automatizada.
<b>Usabilidad:</b>	EN 60601-1-6:2010+A1:2015 / IEC 60601-1-6:2010+A1:2013 Equipos electromédicos. Parte 1-6: requisitos generales para la seguridad básica y funcionamiento esencial. Norma colateral: aptitud de uso.
<b>Proceso de ciclo de vida del software:</b>	EN 62304:2006/AC: 2008 / IEC 62304:2006/AC: 2015 Software de dispositivos médicos. Proceso del ciclo de vida del software.
<b>Biocompatibilidad:</b>	ISO 10993-1:2009 Evaluación biológica de productos sanitarios. Parte 1: evaluación y ensayos mediante un proceso de gestión del riesgo.  ISO 10993-5:2009 Evaluación biológica de productos sanitarios. Parte 5: ensayos de citotoxicidad in vitro.  ISO 10993-10:2010 Evaluación biológica de productos sanitarios. Parte 10: ensayos de irritación y sensibilización cutánea.

## INFORMACIÓN IMPORTANTE ACERCA DE COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA (EMC)

El equipo o sistema médico está recomendado para ambientes de cuidado en casa

- ⚠ **Advertencia:** No se acerque a un equipo quirúrgico activo de alta frecuencia ni a la sala blindada de radiofrecuencia de un sistema para imágenes de resonancia magnética, donde la intensidad de las perturbaciones electromagnéticas es alta.
- ⚠ **Advertencia:** Este dispositivo no deberá ser usado de manera adyacente o apilado con otros equipos, si es estrictamente necesario usarlo de alguna de esas dos formas, el tensiómetro digital deberá ser observado mientras está en uso para verificar una operación adecuada.
- ⚠ **Advertencia:** El uso de accesorios, sensores o cables diferentes a los especificados por el fabricante pueden ocasionar un incremento en las emisiones electromagnéticas o una disminución de la inmunidad electromagnética de este equipo provocando una operación no adecuada.
- ⚠ **Advertencia:** Los equipos de radiofrecuencia de comunicación portable (incluidos los periféricos como antenas de cables y antenas externas) deben ser usadas al menos con una distancia de 30 cm (12 pulgadas) de cualquier parte del equipo, incluyendo los cables especificados por el fabricante. De otra manera, se puede ocasionar una disminución en el desempeño del equipo.

### Descripción técnica:

1. Todas las instrucciones para mantener las condiciones básicas de seguridad y el desempeño esencial con respecto a las perturbaciones electromagnéticas durante la vida útil.
2. Orientación y declaración del fabricante: emisiones e inmunidad electromagnéticas

Tabla 1

Orientación y declaración del fabricante: emisiones electromagnéticas	
Prueba de emisión	Conformidad
Emisiones RF CISPR 11	Grupo 1
Emisiones RF CISPR 11	Clase B
Emisiones Armónicas IEC 6100-3-2	Clase A
Fluctuaciones de Tensión / Emisiones intermitentes IEC 61000-3-3	Aplicado

Tabla 2

Orientación y declaración del fabricante: inmunidad electromagnética		
Prueba de Inmunidad	IEC 60601-1-2	Nivel de conformidad
Descarga electrostática (ESD) IEC 6100-4-2	±8 kV contacto ±2 kV, ±4 kV, ±8 kV, ±15 kV aire	±8 kV contacto ±2 kV, ±4 kV, ±8 kV, ±15 kV aire
Cambio eléctrico rápido / Burst IEC 6100-4-4	Suministro de Energía: ±2 kV Entrada / Salida: ±1 kV Frecuencia de repetición: 100 kHz	Suministro de Energía: ±2 kV Entrada / Salida: ±1 kV Frecuencia de repetición: 100 kHz
Sobretensión IEC 6100-4-5	±0.5 kV, ±1 kV modo diferencial ±0.5 kV, ±1 kV, ±2 kV modo común	±0.5 kV, ±1 kV modo diferencial ±0.5 kV, ±1 kV, ±2 kV modo común
Caídas de tensión, interrupciones breves y variaciones de voltaje en la fuente de alimentación de entrada IEC 61000-4-11	0% UT 0.5 ciclo A 0°, 45°, 90°, 135°, 180°, 225°, 270° y 315° 0% UT: 1 ciclo y 70% UT: 25/30 ciclos Una Fase: a 0 0% UT: 250/300 ciclos	0% UT 0.5 ciclo A 0°, 45°, 90°, 135°, 180°, 225°, 270° y 315° 0% UT: 1 ciclo y 70% UT: 25/30 ciclos Una Fase: a 0 0% UT: 250/300 ciclos
Potencia de la frecuencia del campo magnético IEC 61000-4-6	30 A/m 50 Hz/60 Hz	30 A/m 50 Hz/60 Hz
RF Conducida IEC 61000-4-6	3 V 0, 15 MHz – 80 MHz 6 V en ISM y bandas de radio amateur entre 0, 15 MHz y 80 MHz 80 % AM a 1 kHz	3 V 0, 15 MHz – 80 MHz 6 V en ISM y bandas de radio amateur entre 0, 15 MHz y 80 MHz 80 % AM a 1 kHz
RF Radiada IEC 61000-4-3	10 V/m 80 MHz – 2.7 GHz 80 % AM a 1 kHz	10 V/m 80 MHz – 2.7 GHz 80 % AM a 1 kHz

**Nota:** UT es la corriente alterna de la tensión de red antes de la aplicación del nivel de prueba

Tabla 3

Orientación y declaración del fabricante: inmunidad electromagnética							
Frecuencia de prueba (MHz)	Banda a) (MHz)	Servicio a)	Modulación b)	Modulación b) (W)	Distancia (m)	Nivel de prueba de inmunidad (V/m)	
385	380-390	TETRA 400	Pulso b) 18 Hz	1.8	0.3	27	
450	430-470	GMR5 460 FRS 460	FM c) ± 5 kHz desviación 1 kHz seno	2	0.3	28	
710	704-787	Banda LTE 13, 17	Pulso b) 217 Hz	0.2	0.3	9	
745							
780							
810							
870	800-960	GSM 800/900 TETRA 800, IDEN 820, CDMA 850, Banda LTE 5	Pulso b) 18 Hz	2	0.3	28	
930							
810							
870	1700-1990	GSM 1800 CDMA 1900 GSM 1900, DECT, Banda LTE 1, 3, 4, 25, UMTS	Pulso b) 217 Hz	2	0.3	28	
930							
2450	2400-2570	Bluetooth WLAN, 802.11 b/g/n RFID 2450 Banda LTE 7	Pulso b) 217 Hz	2	0.3	28	
5240	5100-5800	WLAN 802.11 a/n	Pulso 217 Hz	0.2	0.3	9	
5500							
5785							

**KARDYO 100**  
TENSÍOMETRO DIGITAL

**GMD**<sup>®</sup>

## Anexo 2. Códigos de programación del dispositivo.

```
#include "HX711.h"
#include <Wire.h>
#include "MAX30100_PulseOximeter.h"

#define REPORTING_PERIOD_MS    1000
#define DEBUG_HX711

// Parámetro para calibrar el peso y el sensor
#define CALIBRACION 17580.0
// PulseOximeter is the higher level interface to the sensor
// it offers:
// * beat detection reporting
// * heart rate calculation
// * SpO2 (oxidation level) calculation
PulseOximeter pox;

uint32_t tsLastReport = 0;

// Callback (registered below) fired when a pulse is detected
void onBeatDetected()
{
    Serial.println("Beat!");
}

// Pin de datos y de reloj
byte pinData = 3;
byte pinClk = 2;

// Objeto HX711
HX711 bascula;

void setup() {

#ifdef DEBUG_HX711
    // Iniciar comunicación serie
    Serial.begin(115200);
#endif

    // Iniciar sensor
    bascula.begin(pinData, pinClk);
    // Aplicar la calibración
    bascula.set_scale(CALIBRACION);
    // Iniciar la tara
```

```

// No tiene que haber nada sobre el peso
bascula.tare();

Serial.print("Initializing pulse oximeter..");

// Initialize the PulseOximeter instance
// Failures are generally due to an improper I2C wiring, missing power supply
// or wrong target chip
if (!pox.begin()) {
    Serial.println("FAILED");
    for(;;);
} else {
    Serial.println("SUCCESS");
}

// The default current for the IR LED is 50mA and it could be changed
// by uncommenting the following line. Check MAX30100_Registers.h for all
the
// available options.
// pox.setIRLedCurrent(MAX30100_LED_CURR_7_6MA);

// Register a callback for the beat detection
pox.setOnBeatDetectedCallback(onBeatDetected);
}

void loop() {
#ifdef DEBUG_HX711
    int peso= bascula.get_units();
    Serial.println(peso);
#endif
    pox.update();

    // Asynchronously dump heart rate and oxidation levels to the serial
    // For both, a value of 0 means "invalid"
    if (millis() - tsLastReport > REPORTING_PERIOD_MS) {
        Serial.print("Heart rate:");
        Serial.print(pox.getHeartRate());
        Serial.print("bpm / SpO2:");
        Serial.print(pox.getSpO2());
        Serial.println("%");

        tsLastReport = millis();
    }
}

```