



Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE  
Dirección de Investigación y Proyección Social

## Anteproyecto de Investigación

Centro Regional MEGATEC – Zacatecoluca.

**Desarrollo de un sistema electrónico biomédico para el monitoreo de signos vitales de pacientes local y remotamente, implementando la tecnología de Internet de las Cosas IoT. En asocio con Hospital Nacional General “Santa Teresa”.**

**Director de Escuela Académica o Centro Regional:**

Ing. Christian Antonio Guevara Orantes.

**Docente Investigador Principal:**

Lic. Manuel de Jesús Gámez López.

**Docente Investigador participante:**

Tec. Jimmy Gerzon Ruiz Carmona.

Zacatecoluca, febrero del 2019

## INDICE

### Contenido

1. NOMBRE DEL PROYECTO .....	3
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
2.1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA .....	3
3. ESTADO DE LA TÉCNICA - ANTECEDENTES .....	4
4. JUSTIFICACIÓN .....	6
5. OBJETIVOS.....	8
5.1. OBJETIVO GENERAL .....	8
5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	8
6. HIPÓTESIS - PREGUNTA PROBLEMA .....	8
7. MARCO TEÓRICO DE LA INVESTIGACIÓN.....	9
7.1.DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO .....	9
8. METODOLOGÍA .....	17
8.1.MATRIZ OPERACIONAL DE LA METODOLOGÍA.....	18
9. ALCANCES - RESULTADOS ESPERADOS.....	21
9.1.ALCANCES.....	21
9.2.RESULTADOS ESPERADOS.....	22
9.3.PRODUCTOS ESPERADOS. ....	23
10. CRONOGRAMA / DURACIÓN DEL PROYECTO .....	23
11. PRESUPUESTO – PLAN DE COMPRAS .....	26
12. GLOSARIO.....	29
13. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	33

## CONTENIDO A DESARROLLAR:

### 1. NOMBRE DEL PROYECTO

Desarrollo de un sistema electrónico biomédico para el monitoreo de signos vitales de pacientes local y remotamente, implementando la tecnología de Internet de las Cosas IoT.

### 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

#### 2.1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Medicina y Salud.

Los médicos y el sector sanitario ya están siendo afectados por el desarrollo de tecnologías y la IoT. El desarrollar dispositivos electrónicos de monitoreo, permite la monitorización en tiempo real de parámetros médicos y funciones vitales (por Ejemplo, temperatura corporal, presión sanguínea, la frecuencia cardíaca, el nivel de colesterol), cuyos datos pueden ser transmitidos en tiempo real a través de tecnologías de comunicaciones estándar o específicas, a un personal médico dispuesto para el diagnóstico y el control de la salud de los pacientes.

Se identifica que, en el sector salud del país, se tiene las deficiencias en: Suministrar servicios de atención sanitaria a pacientes fuera de las instalaciones física de salud; así como recurso humano e instrumentación; por lo que nace la gran necesidad de implementar estrategias que no solo permitan el uso de las tecnologías en el sector salud, sino que se adapten a la situación y las problemáticas que afronta la sociedad a causa de la falta de servicios médicos-asistenciales y médicos-hospitalarios. Por tal razón ha surgido la idea de este proyecto en el área y específicamente en m-health.

El sistema planteado facilitará el intercambio inmediato de información entre centros de atención locales o con sitios remotos; permitiendo una mejor utilización de la asistencia médica limitada, tales como los recursos médicos y especialistas, entre otro; en un futuro se espera escalar este proyecto a un sistema, que contribuya a promover

la permanencia de los pacientes en sus comunidades bajo una monitorización constante, ayudándolos a mantener un estilo de vida normal, reduciendo las dificultades físicas y económicas asociados al transporte de pacientes, médicos y equipos.

### 3. ESTADO DE LA TÉCNICA - ANTECEDENTES

En la actualidad, ya existen numerosos proyectos donde se fomenta la aplicabilidad de la tecnología de Internet de las Cosas o de los Objetos (IoT o Internet of Things en inglés) en diferentes escenarios empresariales.





La innovación es el motor de los avances tecnológicos. Esta afirmación se basa en investigaciones realizadas por J. Schumpeter quien resalta que “el desarrollo económico está motivado por la innovación, por medio de un proceso dinámico en el cual nuevas tecnologías sustituyen a las antiguas”.

La industria de la tecnología en salud ha comprendido este fenómeno, en efecto, los dispositivos médicos se han convertido en un negocio que presenta dinámicas de crecimiento notorias a nivel mundial. El área de la tecnología biomédica ha evolucionado de forma acelerada durante las últimas décadas, situación que ha mejorado la calidad de los servicios de salud, al ofrecer diferentes soluciones y tratamientos para las enfermedades, transformando a las instituciones de salud en espacios sofisticados en tecnología.

La convergencia de disciplinas como la nanotecnología, la biología, los sistemas de información, el internet de las cosas y la inteligencia artificial continuarán impulsando aún más la innovación de estos sistemas convirtiéndolos en una poderosa herramienta para el desarrollo de la salud humana.

Casi tres cuartas partes de los líderes en atención sanitaria que han adoptado IoT consideran que su principal ventaja será la posibilidad de supervisar y controlar los datos de variables de salud, provenientes de dispositivos médicos desde cualquier ubicación y en tiempo real de entorno sanitario. Es posible con las nuevas herramientas tecnológicas a disposición poder crearse un entorno más seguro y eficaz de supervisión y gestión de datos médicos de pacientes. Con una única aplicación en un dispositivo móvil los pacientes y el personal pueden gestionar de forma segura los

datos del sistema IoT. Se mencionan a continuación algunos de los avances tecnológicos y desarrollos en el sector de la salud.

-  **Monitor de glucosa FreeStyle Libre:** Desarrollado por Abbott, el sistema FreeStyle Libre es un dispositivo de monitoreo continuo de glucosa a través de un pequeño sensor que se aplica en la parte posterior del brazo. El dispositivo está indicado para reemplazar las pruebas de glucosa en sangre y detectar tendencias y patrones de seguimiento que ayudan en la detección de episodios de hiperglucemia e hipoglucemia, facilitando los ajustes de terapia aguda en personas a largo plazo con diabetes.
-  **Sistema de visualización SpyGlass:** El SpyGlass, de Boston Scientific, es un sistema de visualización directa que se utiliza para las aplicaciones diagnósticas y terapéuticas como cáncer del sistema biliar, cáncer de páncreas, cáncer de conductos, cáncer de vesícula biliar, cálculos de esclerosis, pancreatitis entre otras patologías del páncreas. Su diseño permite optimizar la eficiencia de los procedimientos y la productividad debido a su facilidad de configuración y uso además de la alta calidad de imagen que ofrece.
-  **Sistema de neuromodulación Sacral:** El sistema de neuro modulación Sacral, desarrollado por Axonics, utiliza pulsos eléctricos leves para estimular los nervios sacros ubicados en el área de la pelvis lo que permite modificar su actividad y corregir mensajes nerviosos erróneos. El dispositivo consiste en un cable con cuatro electrodos que se inserta por vía percutánea en el sacro durante un breve procedimiento quirúrgico y, posteriormente, se conecta a un generador de pulso implantable que se ubica debajo de la piel, en la zona superior del glúteo.
-  **Mamógrafo Senographe Pristina:** El sistema para mamografías Senographe Pristina, de GE Healthcare, fue lanzado al mercado a principios de 2017 con la promesa de concebir una mejor manera de detectar y atacar el cáncer de mama. Diseñado por un equipo de mujeres en las afueras de París, donde se realiza la mayor parte del diseño y la fabricación de los sistemas de mamografía de este proveedor, el nuevo mamógrafo logra que este estudio sea menos incómodo y reduce la ansiedad de las pacientes, con la esperanza de que más mujeres se realicen mamografías.

✚ **Dispositivos vestibles o llevables (Wearables):** Wearable hace referencia al conjunto de aparatos y dispositivos electrónicos que se incorporan en alguna parte de nuestro cuerpo interactuando de forma continua con el usuario y con otros dispositivos con la finalidad de realizar alguna función concreta, relojes inteligentes o smartwatches, zapatillas de deportes con GPS incorporado y pulseras que controlan nuestro estado de salud son ejemplos entre otros muchos de este género tecnológico presente en nuestras vidas.

#### 4. JUSTIFICACIÓN

Gracias a los avances de las telecomunicaciones, sistemas de información y las tecnologías biomédicas, se han generado escenarios para el nuevo desarrollo de tecnologías en el área de la salud y la medicina, específicamente en la telemedicina o tecnologías de salud conectadas a la web e inalámbricas con conexión a la red celular, la cual permite expandir la diversidad de sus servicios y aumento de cobertura regional. Sin embargo. Todavía existen barreras en infraestructuras tecnológicas centradas en los costos exagerados de equipos especializados y en la no definición de arquitecturas telemáticas abiertas y modulares de precisión en su lectura, en especial en aquellas centradas en el monitoreo remoto de variables clínicas de pacientes y enfermedades crónicas.

Actualmente en el país, hay muchos que no tienen la oportunidad de asistir a clínicas o centros médicos para tener un monitoreo constante, ya sea por razones económicas, por conformismo y confianza en mejorar sin atención sanitaria, por vivir lejos de los centros hospitalarios o de salud, etc. Así mismo, hoy en día existen centros médicos que no pueden cubrir la alta demanda de pacientes y sus respectivos cuidados. Algunas personas van por urgencias que requieren de una hospitalización y cuidado adecuado, mientras que otras personas no necesitan permanecer constantemente en el hospital o centro clínico, siendo este último caso uno de los posibles escenarios donde se puede recurrir a este dispositivo electrónico biomédico, que pretende poder hacer un análisis médico desde cualquier lugar ya sea por el mismo paciente (auto-evaluación clínica y auto-diagnóstico) o el encargado de la atención sanitaria. Por otro lado, los aparatos médicos son muy caros, no están al alcance de las personas.

Por tales razones se piensa en desarrollar un sistema electrónico biomédico a través de la selección de los sensores fisiológicos (Biomédicos) existentes en el mercado, para la medición de signos vitales de pacientes, el cual por un lado será mucho más accesible económicamente y de fácil uso tanto para pacientes (usuarios) y el encargado de la atención sanitaria.

La propuesta comprende desarrollar un sistema electrónico biomédico que pudiese adquirirse y manejarse fácilmente. La idea no es sustituir el equipamiento actual hospitalario. Solo se busca crear un dispositivo electrónico biomédico o herramienta básica para fabricar equipos más cómodos que optimicen el actual servicio brindado por los centros hospitalarios y de salud del país.

IoT ofrece una experiencia de atención y supervisión de pacientes más sencilla y eficiente permitiendo que el personal sanitario haga mejor su trabajo, además de hacer posible que sea el mismo paciente el protagonista en llevar un autocuidado de su salud y así poder prevenir. Quizá por eso más de un 76% de los líderes en atención sanitaria predice que las IoT transformarán el sector.

Con el desarrollo de esta investigación se espera obtener beneficios a nivel social y económico en cuanto a la creación y optimización de servicios sanitarios en telemedicina móvil y la computación ubicua.

En la investigación de campo realizada en la búsqueda del asocio colaborativo y específicamente en el HOSPITAL NACIONAL GENERAL “SANTA TERESA”, ubicado en Zacatecoluca, la Paz, se identificó que, el actual equipamiento biomédico en centros hospitalarios del país, no cuenta con un sistema de comunicaciones como el que se propone en esta investigación y específicamente en el monitoreo remoto de variables médicas de pacientes. Cabiendo la posibilidad de poder desarrollar futuras investigaciones aplicadas en equipo biomédico existente en la red nacional de salud, para escalar el nivel de monitoreo a través de la implementación de la comunicación a la red internet con dispositivos móviles.

## 5. OBJETIVOS

### 5.1. OBJETIVO GENERAL

- ✚ Desarrollar un sistema electrónico biomédico para el monitoreo de signos vitales de pacientes local y remotamente, implementando la tecnología de Internet de las Cosas IoT.

### 5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✚ Diseñar el prototipo final de la integración de los diferentes componentes electrónicos del sistema físico.
- ✚ Desarrollar el sistema de comunicación para el monitoreo de las variables fisiológicas.
- ✚ Desarrollar la App (Android) para el monitoreo de signos vitales de pacientes.

## 6. HIPÓTESIS - PREGUNTA PROBLEMA

¿Cómo optimizar el servicio de atención sanitaria por medio de la medición de variables médicas (signos vitales) de pacientes aplicando la tecnología de Internet de las Cosas o IoT?



## 7. MARCO TEÓRICO DE LA INVESTIGACIÓN.

### 7.1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El auge de las tecnologías basadas en el concepto de IoT (Internet of Things), ofrece diversidad de uso y uno de estos es el hecho de mejorar el sistema de atención sanitaria con el objetivo de poder prevenir situaciones o estados críticos de salud en pacientes y así salvar vidas. Al poder recopilar datos en dispositivos de monitorización doméstico, y con ello consultar información de pacientes y realizar diagnósticos en tiempo real, podría mejorar la calidad del sistema de atención médica. Gracias al avance de la tecnología en diferentes ramas de las ciencias, tal como la medicina (Instrumentación Biomédica), se ha logrado desarrollar instrumentos electrónicos, que facilitan el estudio de señales del cuerpo humano para comprender su comportamiento y/o patología presente. Además, este tipo de proyecto brinda una experiencia nueva a los pacientes y encargados de la atención sanitaria, adentrándolos al globalizado mundo de la transformación digital en el sector salud respecto a la atención sanitaria o médica.

Se propone la implementación de la tecnología en el área de la salud, desarrollando un sistema de monitoreo local y remoto de signos vitales de pacientes utilizando la tecnología de IoT, para ello se desarrollara una App Android desde cero, dispositivo electrónico biomédico a partir de la tarjeta electrónica e-Health Sensor Platform Kit, integración y programación de sensores biomédicos con Arduino y periféricos de visualización de la información (Pantalla LCD); el cual se dotará con la capacidad necesaria de comunicación para que, a través de la red se envíen los datos obtenidos como resultado del proceso de lectura de los sensores fisiológicos. Estos resultados se envían de forma instantánea a la base de datos en el servidor IoT, lo que permite saber desde cualquier lugar, las lecturas medicas tomadas del paciente por medio de la aplicación Android en un dispositivo móvil Smartphone, el cual se conectará a dicho servidor IoT o directamente vía Bluetooth con el sistema de detección de señales fisiológicas (Sistema Electrónico Biomédico) localmente.

En la Figura 1, se puede apreciar como al paciente se le colocarán los sensores en puntos ya conocidos y establecidos en el área de salud para la medición de una

determinada variable (signo vital) del cuerpo humano. Dentro de las posibles variables previsualizadas para ser monitoreadas están consideradas: Temperatura corporal, frecuencia cardíaca (pulso), frecuencia respiratoria y presión arterial (sanguínea); cabiendo la posibilidad de adicionar otras variables médicas; la información medida proporcionada por los sensores podrá ser visualizada en la pantalla del dispositivo móvil Android y en una pantalla de cristal líquido (20 caracteres x 4 filas u otra), estableciéndose una comunicación inmediata y oportuna de la información clínica del paciente al encargado o experto de atención sanitaria para la toma de decisiones. Toda esta información será accesible desde cualquier ubicación geográfica entre el paciente y encargado, brindando una mayor calidad del servicio y seguridad de los pacientes.

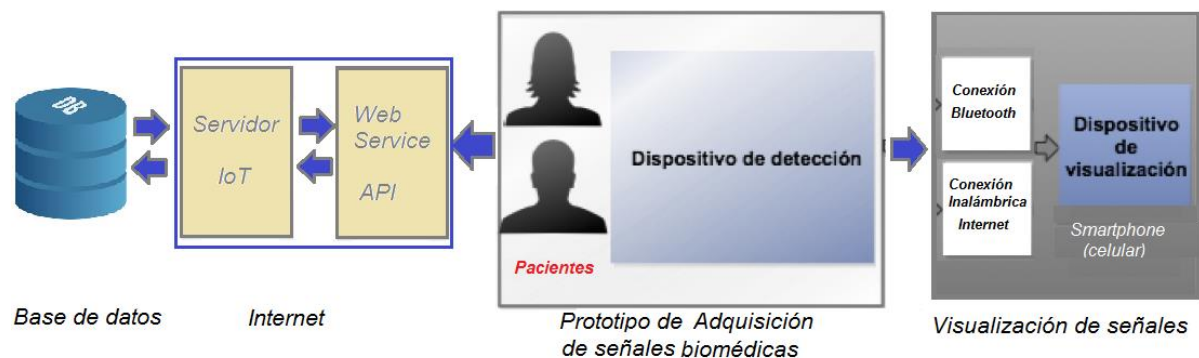


**Figura 1: Conexión de sensores al paciente**

La información tomada por los diferentes sensores fisiológicos implementados en este sistema puede ser usada para monitorear en tiempo real al paciente o tomar datos importantes con el fin de analizarlos y posteriormente poder realizar un diagnóstico médico (teniendo en cuenta que, idealmente el análisis debe ser realizado por un especialista en atención sanitaria o un sistema computarizado inteligente de procesamiento de información clínica o médica (Big-Data), adicionalmente, se ha pensado generar una tabla de información con parámetros médicos estándares que sirvan de referencia para que sea el mismo paciente quien tenga la capacidad para gestionar su autocuidado de la salud y así enfocarse a la parte de la prevención. Así mismo, la comunicación que se incorpora a este será Bluetooth e inalámbrica las

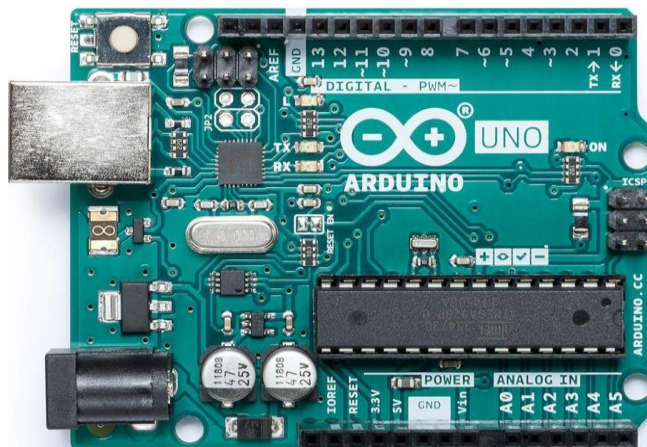
cuales se consideran apropiadas para la transmisión y la recepción de los datos adquiridos por los sensores. Información que podrá visualizarse localmente y remotamente ya sea por el mismo paciente o experto encargado de la atención sanitaria.

En la figura 2, se puede apreciar un diagrama de bloque de las partes que comprende dicho sistema a desarrollar.



**Figura 2. Diagrama de bloques del sistema propuesto**

Arduino es una plataforma de Hardware libre, basada en una placa con un microcontrolador y un entorno de desarrollo, diseñada para facilitar el uso de la electrónica en proyectos multidisciplinarios.



**Figura 3. Tarjeta Arduino**

Los microcontroladores más usados en Arduino son los Atmega168, Atmega328, Atmega1280 y Atmega8 por su sencillez y bajo valor monetario que permiten el desa-

rollo de múltiples diseños. El Software consiste en un entorno de desarrollo que implementa el lenguaje de programación Processing y el cargador de arranque que es ejecutado en la placa. Se programa en el ordenador para que la placa controle los componentes electrónicos (sensores y actuadores).

Arduino se puede utilizar para desarrollar objetos interactivos autónomos o puede ser conectado a Software del ordenador como adobe flash. Las placas se pueden montar a mano o adquirirse. El entorno de desarrollo integrado libre se puede descargar gratuitamente desde su web.

La placa puede tomar información del entorno a través de sus entradas analógicas y digitales. También puede controlar luces, motores y otros actuadores. Los proyectos hechos con Arduino pueden ejecutarse sin necesidad de conectar a un ordenador.

A continuación, se muestra a tabla comparativa de las placas Arduino más conocidas y utilizadas en distintos escenarios de investigación aplicada.

Nombre	Microcontrolador	Voltaje del Sistema	Frecuencia de Reloj	Digital I/O	Entradas Analógicas	Memoria Flash	Interfaz de programación
Arduino Due	AT91SAM3X8E	3,3V	84MHz	54	12	512Kb	Nativa USB
Arduino Leonardo	ATmega32U4	5V	16MHz	20	12	32Kb	Nativa USB
Arduino Uno – R3	ATmega328	5V	16MHz	14	6	32Kb	USB vía ATmega16U2
Arduino Mega	ATmega2560	5V	16MHz	54	16	256Kb	USB vía ATmega16U2
Arduino Mini	ATmega328	5V	16MHz	14	6	32Kb	Cabecera Serial

**Tabla comparativa de especificaciones de placas Arduino.**

Para la ejecución de este trabajo de investigación se hará uso de la placa Arduino Uno R3, todo dependerá de si la capacidad de memoria de programa es lo suficiente para almacenar el programa final, realizado para alcanzar la funcionalidad deseada en el sistema electrónico gobernado por Arduino. En caso de presentarse la necesidad de buscar una tarjeta Arduino de mayores capacidades se optará por utilizar la tarjeta Arduino MEGA.

### **Controladores**

Un microcontrolador es un circuito integrado programable, capaz de ejecutar las órdenes grabadas en su memoria. Está compuesto de varios bloques funcionales, los cuales cumplen una tarea específica. Un microcontrolador incluye en su interior las tres principales unidades funcionales de la computadora: unidad central de procesamiento, memoria y periféricos de entrada y salida.

Para que los microcontroladores puedan realizar algún tipo de tarea se les debe introducir algún tipo de programa. La forma de hacer esto es utilizando lenguajes de programación de bajo nivel, que pueden ser: Ensamblador o C (Alto Nivel).

Los Periféricos son controlados mediante los pines GPIO. Estos pines pueden ser empleados tanto para recoger como para sacar datos. Los pines de entrada pueden recoger datos o señales digitales o analógicas y los de salida sirven para controlar dispositivos externos.

### **Sensores**

Los sensores son dispositivos capaces de transformar magnitudes físicas a señales eléctricas que pueden ser interpretadas por un microcontrolador. La salida de los sensores se tiene que conectar a una de las entradas del microcontrolador. Estos dispositivos pueden ser analógicos o digitales dependiendo del tipo de información que devuelvan, que pueden ser variables continuas o discretas.

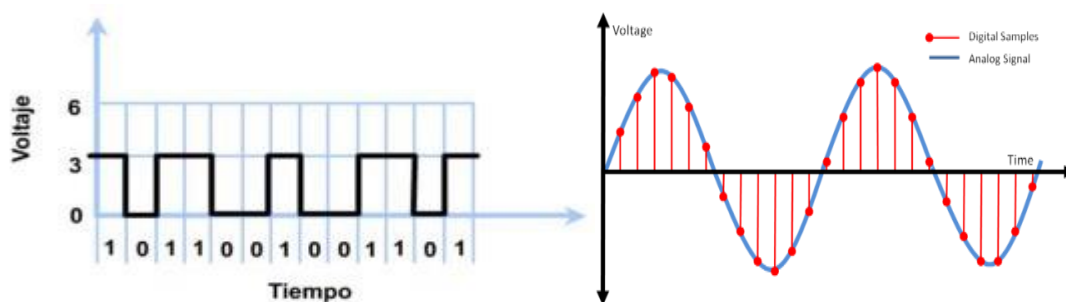


Figura 4. Señales discretas y continuas

### Módulos de Comunicación.

Los Módulos de Comunicación son los responsables de la transmisión de datos a una red informática, que puede ser una intranet o internet. La conexión se puede realizar de forma inalámbrica o por cable.

### Tecnologías Inalámbricas.

**Bluetooth:** Es una especificación industrial para redes inalámbricas de área personal (WPAN) que posibilita la transmisión de voz y datos entre diferentes dispositivos mediante un enlace por radiofrecuencia en la banda ISM (Industrial, Scientific and Medical) de los 2,4 GHz.

**ZigBee:** Es el nombre de la especificación de un conjunto de protocolos de alto nivel de comunicación inalámbrica para su utilización con radiodifusión digital de bajo consumo, basado en el estándar IEEE 802.15.4 de redes inalámbricas de área personal. Su objetivo son las aplicaciones que requieren comunicaciones seguras con baja tasa de envío de datos y maximización de la vida útil de sus baterías. El ámbito en el que se cree que tomará más fuerza esta tecnología es la domótica.

**WiFi:** Es el estándar IEEE 802.11x y es la forma más común de conectar los dispositivos sin cables a internet. Nuestros portátiles, Smartphones o Tablets utilizan esta tecnología para conectarse al router WiFi que da acceso a internet.

**Radiofrecuencia:** Es otra de las opciones para realizar una comunicación inalámbrica. Su rango de alcance está entre los 100 y los 1000 metros.



**Redes móviles:** La conexión de nuestro teléfono también puede proporcionar acceso a la red a los dispositivos. Dependiendo del estándar habilitado (GPRS, 3G O 4G) a una velocidad u otra.

**GPRS (Servicio general de paquetes vía radio):**

Es una tecnología inalámbrica utilizada por las redes GSM (sistema global de comunicaciones móviles) que permite el acceso a Internet y otros tipos de comunicación de datos.

Como depende de los paquetes, puede permanecer conectado sin límite de tiempo, ya que este servicio solamente controla los datos descargados.

El servicio general de paquetes vía radio, en inglés: General Packet Radio Service (GPRS), fue creado en la década de los 80. Una conexión GPRS está establecida por la referencia a su nombre de punto de acceso (APN). Con GPRS se pueden utilizar servicios como Wireless Application Protocol (WAP), servicio de mensajes cortos (SMS), Multimedia Messaging System (MMS), Internet y para los servicios de comunicación, como el correo electrónico y la World Wide Web (WWW). Para fijar una conexión de GPRS para un módem inalámbrico, un usuario debe especificar un APN, opcionalmente un nombre y contraseña de usuario, y muy raramente una dirección IP, todo proporcionado por el operador de red.

**e-Health Sensor Shield V2.0**

Permite a usuarios de Arduino y Raspberry Pi realizar aplicaciones biométricas y médicas donde se necesita monitorizar el cuerpo humano mediante el uso de 10 sensores diferentes: pulso, oxígeno en la sangre (SPO2), flujo de aire (respiración), temperatura corporal, electrocardiograma (ECG), glucómetro, respuesta galvánica de la piel (GSR – sudoración), presión arterial (esfigmomanómetro), posición del paciente (acelerómetro) y sensor de musculación / electromiografía (EMG).

Esta información se puede utilizar para monitorear en tiempo real el estado de un paciente o para obtener datos confidenciales con el fin de analizarlos posteriormente para un diagnóstico médico. La información biométrica recopilada se puede enviar

de forma inalámbrica utilizando cualquiera de las 6 opciones de conectividad disponibles: **Wi-Fi, 3G, GPRS, Bluetooth, 802.15.4 y ZigBee**, según se estime conveniente y la aplicación.

Los datos pueden enviarse a la nube para realizar un almacenamiento permanente o visualizarse en tiempo real enviando los datos directamente a una computadora o teléfono inteligente.

La empresa Cooking Hacks, brinda a la comunidad las herramientas necesarias para desarrollar nuevas aplicaciones y productos de e-Health.



**Figura 5. Plataforma abierta de monitoreo médico**

### **¿Qué significa contar con una plataforma abierta de monitoreo médico?**

Se busca que Arduino y Raspberry Pi Community utilicen esta plataforma como una prueba rápida de concepto y la base de una nueva era de productos médicos de código abierto.

**IMPORTANTE:** La plataforma de sensores de e-Health ha sido diseñada por Cooking Hacks para ayudar a los investigadores, desarrolladores y artistas a medir datos de sensores biométricos con fines de experimentación, diversión y pruebas.



## 8. METODOLOGÍA

### Descripción del sistema electrónico biomédico y la aplicación móvil para dispositivos Smartphone Android

Se busca desarrollar un dispositivo (IoT) en las áreas de telemedicina, para el monitoreo de los signos vitales de un paciente en un consultorio médico, ambulancia en traslado y desde la casa, ya sea local o remotamente. Dentro de las variables consideradas para el monitoreo con el sistema propuesto se tienen: Temperatura corporal, frecuencia cardíaca (pulso), frecuencia respiratoria y presión arterial (sanguínea), estas variables se transmitirán vía Bluetooth y WIFI. Para ello se va a diseñar y crear una App para dispositivos móviles con sistema operativo Android desde cero, para la monitorización y visualización de la información clínica de pacientes, además, se trabajará el dispositivo electrónico biomédico a partir de la tarjeta electrónica e-Health Sensor Platform Kit (v2.0) y finalmente se realizará la integración y programación de sensores biomédicos con Arduino y periféricos de visualización de la información (Pantalla GLCD); el cual se dotará con la capacidad necesaria de comunicación para que, a través de la red se envíen los datos obtenidos como resultado del proceso de la/las lecturas de los sensores fisiológicos.

Se contará para ello, con el socio estratégico al Hospital Nacional General “Santa Teresa”, Zacatecoluca; en apoyo por el Dr. Christian Sandí, quien será el encargado de supervisar cada una de las pruebas efectuadas entre paciente y especialista, además, será quien determinará la validación de dicho proyecto y sus posibles escenarios de aplicación para atención sanitaria. Se recibirá el apoyo bajo el marco del convenio firmado entre ambas instituciones en relación al desarrollo del proyecto.

Se trabajará bajo la metodología de **Gestión de proyectos AGILE**, la cual es una metodología de gestión de proyectos ampliamente usada en el sector IT (Information Technology) y proyectos de organización empresariales, que tiene como principal virtud la flexibilidad y capacidad de modificar el producto a lo largo del proyecto, ya que estos se van usando al mismo tiempo que se desarrollan.

Esta metodología se basa en dividir el proyecto en fases (sprints), el resultado de las cuales es un producto con una serie de funcionalidades que ya permiten que este sea usado. Estas fases se terminan hasta haber conseguido el total de las funcionalidades definidas para el producto.

### De forma resumida las fases se componen de lo siguiente:

**Inicio:** Se escoge del total de objetivos del producto aquellos que serán implementados en el sprint, debiendo ser capaces de generar un producto funcional. En base a estos objetivos se define la duración del sprint (entre una semana y un mes), y las tareas que lo componen.

**Desarrollo del sprint:** El equipo del proyecto planifica y ejecuta las tareas, las cuales se van supervisando en reuniones diarias donde se miran las tareas ejecutadas, en curso, y pendientes, así como posibles impedimentos y restricciones.

**Cierre:** Al final del sprint se revisa que se hayan completado las tareas y objetivos definidos al inicio mediante la presentación de un producto funcional. El ensayo de este producto por parte del cliente puede hacer variar los objetivos del proyecto o su prioridad.

La posibilidad de tener un producto funcional y utilizable al final de cada sprint permite ir ajustando los objetivos del proyecto, y por tanto asegurar mejor que el producto final cumplirá con las expectativas del usuario. A parte, la comercialización de estos sprints permite avanzar los ingresos generados por el proyecto, mejorando su rentabilidad.

### 8.1. MATRIZ OPERACIONAL DE LA METODOLOGÍA

OBJETIVOS ESPECÍFICOS	ACTIVIDADES A EJECUTAR	RESULTADOS ESPERADOS	MATERIALES
Realizar la planificación de la investigación.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Investigación bibliográfica.</li> <li>Investigación acerca del estado de la técnica.</li> <li>Investigación de campo.</li> </ul>	Aprobación de Anteproyecto.	Computadora o Smartphone.

	<ul style="list-style-type: none"> <li>Investigación de materiales para el proyecto.</li> <li>Redacción del Anteproyecto.</li> <li>Presentación de anteproyecto a sede central.</li> </ul>		
Desarrollar la aplicación móvil para dispositivos Smartphone Android.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Instalación y configuración del IDE de desarrollo de aplicaciones móviles (App).</li> <li>Uso del Framework material Design para el diseño de la App.</li> <li>Diseño de un Dashboard para visualización de la información clínica de pacientes.</li> <li>Creación de la codificación para el manejo de Bluetooth del dispositivo móvil.</li> <li>Creación de la codificación para la monitorización local y remota de variables clínicas de pacientes a través de la App.</li> </ul>	Aplicación móvil para dispositivos Smartphone Android.	Computadora, Smartphone Android, cable USB, Bluetooth, Arduino.
Diseñar la base de datos del sistema.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Instalación de XAMPP CONTROL PANEL para obtener el gestor de base de datos MYSQL.</li> <li>Instalación de MySQL Workbench.</li> <li>Uso de MySQL Workbench para el diseño de la base de datos.</li> <li>Generar el script SQL de la base de datos.</li> </ul>	Diseño de la base de datos del sistema.	Computadora y software SGBD y de diseño.
Desarrollar el medio de comunicación para la interconexión de las diferentes partes del sistema.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Creación de dominio en servidor online ITCA u otro.</li> <li>Creación de un web service o API.</li> <li>Realizar pruebas de funcionalidad en el servidor web.</li> </ul>	Web Service o API.	Computadora, dispositivo Android, cable USB, Bluetooth, Dominio online (preferiblemente) o servidor web local para previas pruebas.

	<ul style="list-style-type: none"> <li>Uso del lenguaje de programación PHP.</li> <li>Creación de la codificación para la interoperabilidad de la App, web service y la base de datos.</li> </ul>		
Comprar los materiales del proyecto.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Generación de lista de materiales con especificaciones técnicas.</li> <li>Investigación acerca de posibles proveedores.</li> <li>Visitas a proveedores.</li> <li>Compra de materiales del proyecto.</li> </ul>	Materiales.	Computadora.
Desarrollar el dispositivo electrónico biomédico.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Instalación y uso del IDE de Arduino para programación de los componentes electrónicos del sistema.</li> <li>Descarga de bibliotecas para el kit de sensores fisiológicos y su integración con el controlador Arduino.</li> <li>Codificación de Arduino para la comunicación con la plataforma e-Health Sensor v2.0 y sensores fisiológicos.</li> <li>Codificación del escudo de comunicación con Arduino, para conexión con la red (Internet), web service y la base de datos en el servidor online.</li> <li>Verificación de funcionalidad.</li> <li>Depuración de errores.</li> </ul>	Prototipo electrónico biomédico sin chasis.	Computadora, Platform e-Health Sensor kit v2.0, sensores fisiológicos, GLCD, Arduino, Bluetooth, cables header, cable USB, etc.
Diseñar el chasis del dispositivo electrónico para impresión en impresoras 3D.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Instalación de Software CAD.</li> <li>Uso de software CAD.</li> <li>Manejo de la impresora 3D para impresión del chasis.</li> </ul>	Chasis.	Impresora 3D, Computadora.  Santa Tecla.
Ensamblar los componentes electrónicos en el chasis.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Montaje de todos los componentes electrónicos del sistema en su respectivo chasis.</li> </ul>	Prototipo electrónico biomédico con chasis.	Computadora, Platform e-Health Sensor v2.0, Sensores,

	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pruebas de funcionalidad del producto final.</li> </ul>		GLCD, Smartphone Android, App, Otros.
Generar la tabla de información con parámetros médicos estándares de las variables del sistema.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Programación de reunión con especialista de atención sanitaria en Hospital Santa Teresa, Zacatecoluca, la Paz.</li> <li>Visita a Hospital Santa Teresa, Zacatecoluca, la Paz.</li> <li>Dialogo respecto a datos ya establecidos o estándares de variables clínicas de pacientes con especialista.</li> </ul>	Tabla de parámetros médicos estandarizados.	Computadora o Smartphone.
Realizar pruebas de funcionamiento del dispositivo electrónico biomédico, para determinar precisión y confiabilidad de las mediciones clínicas de pacientes.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Visita a Hospital Santa Teresa, Zacatecoluca, la Paz.</li> <li>Puesta en marcha: pruebas del dispositivo electrónico biomédico en pacientes y supervisado por el especialista de atención sanitaria.</li> </ul>	Determinación de los resultados finales.	Computadora, Prototipo Biomédico, Smartphone Android, App, paciente, especialista de atención médica.
Informe final	<ul style="list-style-type: none"> <li>Elaborar el informe final.</li> <li>Presentación de resultados en sede central.</li> </ul>	Reporte final. Artículo técnico	Computadora, papel, impresora.

## 9. ALCANCES - RESULTADOS ESPERADOS

### 9.1. ALCANCES.

El presente proyecto será probado dentro de los siguientes escenarios.

- Paciente – Paciente:** Consiste en que, el protagonista principal, es el mismo paciente u otra persona (no especialista) el responsable de conectar los sensores fisiológicos en los puntos correspondientes del cuerpo humano, y es el mismo paciente quien verifica y determina su estado clínico, haciendo una serie de comparaciones entre las lecturas presentadas en la pantalla y la tabla de parámetros clínicos estandarizados que acompañara a esta investigación, este escenario es para uso local vía Bluetooth (RF). Opcionalmente, se tendrá la

posibilidad de compartir la data obtenida de las lecturas clínicas con un especialista de atención sanitaria para un diagnóstico posterior.

- 📌 **Paciente – Especialista:** Este escenario es el más recomendado, el cual consiste en que, el protagonista principal, es el especialista de la atención sanitaria, convirtiéndose en el responsable directo de conectar el/los sensores al paciente para estar supervisando y monitoreando las lecturas clínicas de un paciente, ya sea localmente o remotamente desde su Smartphone, teniendo la ventaja, por un lado, el paciente de estar seguro de la interpretación de las lecturas y por otro lado, de obtener un diagnostico oportuno y especializado.

## 9.2. RESULTADOS ESPERADOS

Dentro de las actividades pre visualizadas para ser ejecutadas en esta investigación, está el hecho de poner a prueba el dispositivo electrónico biomédico, sometiéndolo a una evaluación constante del funcionamiento y comportamiento en las mediciones clínicas, contando para ello con las dos entidades necesarias y primordiales para tal caso, el paciente y el especialista de la atención sanitaria. Pudiendo de esta manera determinarse, por un lado, la precisión de las mediciones y, por otro lado, el nivel de confiabilidad, seguridad y hasta donde se puede escalar y aplicar dicho dispositivo electrónico biomédico, resultados que, determinarán futuras investigaciones en la misma línea.


Al final se promoverá el uso de este sistema en centros hospitalarios y clínicos interesadas en implementar esta tecnología para mejorar el actual procedimiento de realizar la atención clínica a sus pacientes y poder así, optimizar el acceso a información de urgencia de pacientes hacia un especialista de atención sanitaria.

### 9.3. PRODUCTOS ESPERADOS.


#### **Dispositivo electrónico biomédico IoT.**

Se ha pre visualizo que el resultado de esta investigación generará: Un dispositivo electrónico biomédico para la obtención de signos vitales de pacientes, dispositivo que será sometido a evaluación por medio de un especialista de atención sanitaria para determinarse, por un lado, la precisión de las mediciones y, por otro lado, el nivel de confiabilidad, seguridad y hasta donde se puede escalar y aplicar dicho dispositivo electrónico, resultados que, determinarán futuras investigaciones en la misma línea.

#### **Web Service o API (Interfaz de Programación de Aplicaciones).**

 **App Android:** Para el monitoreo en tiempo real de las variables medicas de un paciente vía Bluetooth y por conexión a internet desde el Smartphone.

#### **Diseño de la base de datos del sistema.**

 **Tabla de parámetros médicos estandarizados:** Para poder realizar autodiagnóstico médico, en el caso de usar el dispositivo electrónico biomédico sin un especialista.

#### **Informe final.**

### 10. CRONOGRAMA / DURACIÓN DEL PROYECTO

N°	ACTIVIDAD	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
1	INVESTIGACIÓN ACERCA DEL ESTADO DE LA TÉCNICA											
2	INVESTIGACIÓN DE CAMPO											
3	INVESTIGACIÓN DE MATERIALES PARA EL PROYECTO											
4	INVESTIGACIÓN BIBLIOGRÁFICA											
5	REDACCIÓN DEL ANTEPROYECTO											
6	PRESENTACIÓN DE ANTEPROYECTO A SEDE CENTRAL											

24



[illegible]

35	PROGRAMACIÓN DE REUNIÓN CON ESPECIALISTA DE ATENCIÓN SANITARIA EN HOSPITAL SANTA TERESA, ZACATECOLUCA, LA PAZ								
36	VISITA A HOSPITAL SANTA TERESA, ZACATECOLUCA, LA PAZ								
37	DIALOGO RESPECTO A DATOS YA ESTABLECIDOS O ESTÁNDARES DE VARIABLES CLÍNICAS DE PACIENTES CON ESPECIALISTA								
38	VISITA A HOSPITAL SANTA TERESA, ZACATECOLUCA, LA PAZ								
39	PUESTA EN MARCHA: PRUEBAS DEL DISPOSITIVO ELECTRÓNICO BIOMÉDICO EN PACIENTES Y SUPERVISADO POR EL ESPECIALISTA DE ATENCIÓN SANITARIA								
40	ELABORAR EL INFORME FINAL								
41	PRESENTACIÓN DE RESULTADOS EN SEDE CENTRAL								

## 11. PRESUPUESTO – PLAN DE COMPRAS

Nº	Canti- dad	Unidad de medida	Descripción	P.U.	Total
1	1	U	ARDUINO MEGA	\$ 50.00	\$ 50.00
2	1	U	ARDUINO UNO R3	\$ 28.00	\$ 28.00
3	1	U	MICROCONTROLADOR BLUNO NANO	\$ 25.00	\$ 25.00
4	1	U	BLUNO MICROCONTROLADOR ARDUINO UNO (BLE BLUE-TOOTH 4.0)	\$ 50.00	\$ 50.00

5	1	U	PLATFORM E-HEALTH SENSOR KIT V2.0	\$ 550.00	\$ 550.00
6	1	U	SHIELD E-HEALTH SENSOR SHIELD V 2.0	\$ 300.00	\$ 300.00
7	2	U	KIT MÓDULO SENSOR ECG AD8232 PARA ARDUINO	\$ 30.00	\$ 60.00
8	2	U	MÓDULO SENSOR DE TEMPERATURA Y HUMEDAD AM2302 DHT22	\$ 15.00	\$ 30.00
9	2	U	MAX30100 HEART-RATE PULSE OXIMETER PULSE RATE SENSOR MODULE FOR ARDUINO MEDICAL	\$ 20.00	\$ 40.00
10	1	U	SENSOR DE PULSO (MCI01691)	\$ 45.00	\$ 45.00
11	2	U	BUZZER O PIEZOELÉCTRICO 5Vdc	\$ 1.50	\$ 3.00
12	3	U	CABLES SENSOR PARA ELECTRODOS BIOMÉDICOS (ALMOHADILLAS DE ELECTRODO DE 3 CONECTORES)	\$ 12.00	\$ 36.00
13	1	U	SENSOR DE TEMPERATURA DIGITAL DS18B20 DE ACERO INOXIDABLE	\$ 50.00	\$ 50.00
14	2	U	SENSOR PIEZOELÉCTRICO BUZZER (27MM X 35MM)	\$ 6.00	\$12.00
15	5	U	ELECTRODOS ADHESIVO X 10 UNID	\$ 12.00	\$ 60.00
16	1	U	POWER ADAPTAR AC/DC FOR ARDUINO 9VDC/3A	\$ 25.00	\$ 25.00
17	1	U	POWER ADAPTER AC/DC FOR ARDUINO 5VDC/2A	\$ 20.00	\$ 20.00
18	1	U	PYCOM LoPY 1.0 - LoRA + WiFi + BLE	\$ 150.00	\$ 150.00
19	1	U	ANTENA WIFI PARA LOPY	\$ 20.00	\$ 20.00
20	1	U	FUENTE DE ALIMENTACIÓN PARA LOPY	\$ 15.00	\$ 15.00
21	2	U	SHIELD DE COMUNICACIÓN (XBEE, BLUETOOTH, RFID) - XBEE SHIELD	\$ 35.00	\$ 70.00

22	1	U	MÓDULO BLUETOOTH PRO PARA ARDUINO, RASPBERRY PI E INTEL GALILEO [XBEE SOCKET]	\$ 125.00	\$ 125.00
23	1	U	MÓDULO CUATRIBANDA GPRS / GSM PARA ARDUINO Y RASPBERRY PI (SIM900) DE COOKING HACKS	\$ 100.00	\$ 100.00
25	1	U	ANTENA GSM CON CONECTOR SMA, CABLE RG174 5 MTRS	\$ 20.00	\$ 20.00
27	2	U	ANTENA EXTERNA 4G-3G-GPRS-GSM (CONECTOR: RP SMA MACHO)	\$ 20.00	\$ 40.00
28	1	U	PANTALLA GLCD	\$ 75.00	\$ 75.00
29	1	U	SHIELD CONNECTION BRIDGE FOR RASPBERRY PI A ARDUINO (COOKING HACKS COLOR NEGRO)	\$ 85.00	\$ 85.00
30	5	U	10 PIEZAS 40PIN 2.54 MM DE HILERA SIMPLE (RECTO HEMBRA PIN HEADER TIRAS PBC ARDUNIO)	\$ 1.00	\$ 5.00
31	10	U	PIN MACHO MULTICOLOR 2.54MM 1*40 (UNA SOLA FILA ENCABEZADO DE PIN PARA ARDUINO)	\$ 1.00	\$ 10.00
SUB TOTAL					\$ 2,099.00
I.V.A					\$ 272.87
TOTAL					\$ 2,371.87
SERVICIOS:					
Construcción del Chasis del Prototipo:					\$ 200.00
Horas Hombre:					\$ 2,516.00
TOTAL					\$ 5,087.87

## 12. GLOSARIO

**Internet of Things o IoT:** Es una red de objetos digitalizados y dotados con características particulares de computo, comunicación y sensorial, los cuales están interconectados a la nube (Internet) y/o entre ellos realizando una tarea específica en el proceso, proporcionando información de interés al centro de datos, la cual normalmente es enviada y recibida en tiempo real para la toma de decisiones y acciones oportunas por humanos o por un sistema M2M (Machine to Machine).

**ROUTER:** Este elemento o dispositivo de Hardware es el que permite la interconexión de ordenadores en red.

**Arduino:** Es una plataforma de Hardware y Software de código abierto, basada en una sencilla placa con entradas y salidas, analógicas y digitales, en un entorno de desarrollo que está basado en el lenguaje de programación Processing. Es decir, una plataforma de código abierto para prototipos electrónicos.

**Dashboard:** Es una representación gráfica o una interfaz gráfica de usuario para presentar la información que maneja un sistema.

**App:** Es una aplicación de software que se instala en dispositivos móviles o tablets para ayudar al usuario en una labor concreta, a diferencia de una WebApp que no es instalable.

**Internet:** Red global compuesta por redes de ordenadores interconectadas mediante el protocolo TCP/IP, para facilitar la comunicación y el intercambio de datos. Abarca todo el mundo y permiten el acceso a millones de usuarios a información prácticamente sobre cualquier tema.

**Wireless Network o Red inalámbrica:** Conjunto de dispositivos que transmiten y reciben datos vía ondas electromagnéticas. Generalmente se emplea entre equipos situados en un radio de acción reducido. Los sistemas de comunicaciones remotas disponen de características de seguridad como el cifrado y el salto entre frecuencias.

**AP: (Access Point).** Punto de acceso. Es un dispositivo que conecta dispositivos inalámbricos a otra red. Por ejemplo, a una red local inalámbrica, un módem de Internet, etc.

**API: (Application Programming Interface).** Interfaz de programación de aplicaciones. Interfaz que permite que dos programas informáticos independientes se comuniquen entre sí.

**DNS: (Domain Name System).** Sistema de nombres de dominio. Sistema que asigna nombres de dominio como [www.intel.com](http://www.intel.com) a las direcciones IP.

**DIY: (Do It Yourself).** Hágalo usted mismo. Es hacer una tarea usted mismo en lugar de depender de un profesional.

**Firmware:** Programa informático dentro de un dispositivo de hardware.

**Sensor:** es un objeto capaz de detectar magnitudes físicas o químicas, llamadas variables de instrumentación, y transformarlas en variables eléctricas. Las variables de instrumentación pueden ser por ejemplo: intensidad lumínica, temperatura, distancia, aceleración, inclinación, presión, desplazamiento, fuerza, torsión, humedad, movimiento, pH, etc. Una magnitud eléctrica puede ser una resistencia eléctrica (como en una RTD), una capacidad eléctrica (como en un sensor de humedad), una tensión eléctrica (como en un termopar), una corriente eléctrica (como en un fototransistor), etc.

**Actuador:** es un dispositivo capaz de transformar energía hidráulica, neumática o eléctrica en la activación de un proceso con la finalidad de generar un efecto sobre un proceso automatizado. Este recibe la orden de un regulador o controlador y en función a ella genera la orden para activar un elemento final de control, como por ejemplo una válvula. Son los elementos que influyen directamente en la señal de salida del automatismo, modificando su magnitud según las instrucciones que reciben de la unidad de control.

**Atención Médica:** Se conoce como asistencia sanitaria en España y como atención médica, asistencia médica, atención sanitaria, o atención de salud en algunos países latinoamericanos, al conjunto de servicios que se proporcionan al individuo, con el fin de promover, proteger y restaurar su salud.

**Patología:** Rama de la medicina que se enfoca en las enfermedades del ser humano y, el otro, cómo el grupo de síntomas asociadas a una determinada dolencia.

**m-health:** Término que se refiere al uso de dispositivos móviles para mejorar la atención de los pacientes.

**Telemática:** Es la disciplina científica y tecnológica que analiza e implementa servicios y aplicaciones que usan tanto los sistemas informáticos como los sistemas de telecomunicación, como resultado de la unión de ambas disciplinas. Por ejemplo: Cualquier tipo de comunicación a través de internet o los sistemas de posicionamiento global.

**Fisiología:** Es el estudio científico de las funciones o mecanismos que funcionan dentro de un sistema vivo. Es uno de los cimientos sobre los cuales se han construido todas las ciencias biológicas y médicas.

**Telemedicina (distancia + medicina):** Es la prestación de servicios médicos a distancia. Para su implantación se emplean tecnologías de la información y las comunicaciones.

**Computación ubicua:** Es un concepto en ingeniería de software y las ciencias de la computación. Es entendida como la integración de la informática en el entorno de la persona, de forma que los ordenadores no se perciban como objetos diferenciados, apareciendo en cualquier lugar y en cualquier momento.

**Redes móviles:** La conexión de nuestro teléfono también puede proporcionar acceso a la red a los dispositivos. Dependiendo del estándar habilitado (GPRS, 3G O 4G) a una velocidad u otra.

**GPRS (Servicio general de paquetes vía radio):** Es una tecnología inalámbrica utilizada por las redes GSM (sistema global de comunicaciones móviles) que permite el acceso a Internet y otros tipos de comunicación de datos.

**WiFi:** Es el estándar IEEE 802.11x y es la forma más común de conectar los dispositivos sin cables a internet. Nuestros portátiles, Smartphones o Tablets utilizan esta tecnología para conectarse al router WiFi que da acceso a internet.

**Bluetooth:** Es una especificación industrial para redes inalámbricas de área personal (WPAN) que posibilita la transmisión de voz y datos entre diferentes dispositivos mediante un enlace por radiofrecuencia en la banda ISM (Industrial, Scientific and Medical) de los 2,4 GHz.

**Diagnóstico médico:** Se establece a partir de síntomas, signos y los hallazgos de exploraciones complementarias, qué enfermedad padece una persona. Generalmente una enfermedad no está relacionada de una forma biunívoca con un síntoma, es decir, un síntoma no es exclusivo de una enfermedad.



### 13. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] KEN SCHWABER Y JEFF SUTHERLAND,

La Guía Definitiva de Scrum: Las Reglas del Juego,

Scrum.Org and ScrumInc,

2014.

[7] ALBERT GARRIGA

Metodología de gestión de proyectos

<http://www.rekursosenprojectmanagement.com/metodologia-de-gestion-de-proyectos/>

Último Acceso: Febrero, 2017

Plataforma e-Health Sensor Kit.

<http://www.cooking-hacks.com>