



**“Implementación de un dispositivo IoT a través de electrónica de bajo costo y software libre para el control gerontológico de personas de la tercera edad”**

Alvarez Jacho, Cristian David

Departamento de Eléctrica y Electrónica

Carrera de Tecnología Superior en Electromecánica

Monografía, previo a la obtención del título de Tecnólogo Superior en Electromecánica

Ing. Murillo Mantilla, Luis Alejandro

Latacunga, 19 de agosto del 2021



DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

CARRERA DE TECNOLOGÍA SUPERIOR EN ELECTROMECAÁNICA

### Certificación

Certifico que la monografía, **“Implementación de un dispositivo IoT a través de electrónica de bajo costo y software libre para el control gerontológico de personas de la tercera edad”** fue realizado por el señor **Alvarez Jacho, Cristian David** la cual ha sido revisada y analizada en su totalidad por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Latacunga, 19 de agosto del 2021

Firma:

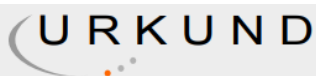


Firmado electrónicamente por:  
**LUIS ALEJANDRO  
MURILLO  
MANTILLA**

.....  
**ING. MURILLO MANTILLA, LUIS ALEJANDRO**

**C.C.: 180419672-1**

## Reporte de verificación



### Urkund Analysis Result

**Analysed Document:** MONOGRAFÍA ALVAREZ.pdf (D111986883)  
**Submitted:** 9/2/2021 7:38:00 PM  
**Submitted By:** jc.altamiranoc@uta.edu.ec  
**Significance:** 4 %

Sources included in the report:

<https://core.ac.uk/download/pdf/287191115.pdf>  
<http://dspace.espace.edu.ec/bitstream/123456789/5440/1/98T00093.pdf>

Instances where selected sources appear:

6



Firmado electrónicamente por:  
**LUIS ALEJANDRO  
MURILLO  
MANTILLA**

.....  
**ING. MURILLO MANTILLA, LUIS ALEJANDRO**

**C.C.: 180419672-1**



DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

CARRERA DE TECNOLOGÍA SUPERIOR EN ELECTROMECAÁNICA

**Responsabilidad de autoría**

Yo, **Alvarez Jacho, Cristian David** con cédula de ciudadanía N° 050388063-5, declaro que el contenido, ideas y criterios de la monografía: **“Implementación de un dispositivo IoT a través de electrónica de bajo costo y software libre para el control gerontológico de personas de la tercera edad”** es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos, y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Latacunga, 19 de agosto del 2021

Firma:

.....

**Alvarez Jacho, Cristian David**

**C.C.: 050388063-5**



**DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA**

**CARRERA DE TECNOLOGÍA SUPERIOR EN ELECTROMECAÁNICA**

**Autorización de publicación**

Yo **Alvarez Jacho, Cristian David** autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar la monografía: **“Implementación de un dispositivo IoT a través de electrónica de bajo costo y software libre para el control gerontológico de personas de la tercera edad”** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.

Latacunga, 19 de agosto del 2021

Firma:

.....

**Alvarez Jacho, Cristian David**

**C.C.: 050388063-5**

### **Dedicatoria**

El presente trabajo dedico Dios y a mis padres quienes son el eje central en mi vida y han sido mi fuente de inspiración para salir adelante y además porque día a día se preocupan por mi superación.

Durante este tiempo, buenos y malos momentos me ayudaron a fortalecer mi carácter, me brindaron una perspectiva de la vida mucho más amplia y me han enseñado a ser más cauteloso, pero sin dejar de ser auténtico. No puedo dejar de reconocer a mis padres ya que durante todo este tiempo estuvieron presentes de una u otra forma evitando que perdiera la noción en el proceso y eso permitió que saliera airoso de esta experiencia.

Con amor

**ALVAREZ JACHO, CRISTIAN DAVID**

## **Agradecimiento**

Los resultados de este presente proyecto, están dedicados a todas las personas que, de alguna u otra manera son parte de su culminación y como la gratitud es un don de las personas, por esta razón quiero expresar mi agradecimiento a la Universidad de las Fuerzas Armadas "ESPE", quién fue la que me abrió sus puertas para así brindarme todos los conocimientos que se implantan en ella.

A los distinguidos Ingenieros, que, con sus sabias enseñanzas, su nobleza y entusiasmo fueron los que me enseñaron a valorar mi estudio y mi enseñaron a superar cada día, ya que ellos fueron los que supieron brindarme todos sus conocimientos, quienes con sus sabios consejos supieron guiarme hasta el final.

Finalmente quiero agradecer a mi distinguido tutor Ing. Luis Murillo, quién fue la persona que supo brindarme todo su apoyo, conocimientos y me guio durante todo este tiempo que he estado realizando este trabajo.

Mil gracias a todos por haberme brindado su apoyo, les agradezco de todo corazón, nunca olvidaré los bellos momentos que pasé y viví junto con mis compañeros(as) en esta prestigiosa Institución.

Gracias mil gracias.

**ALVAREZ JACHO, CRISTIAN DAVID**

## Tabla de contenido

Carátula.....	1
Certificación .....	2
Reporte de verificación .....	3
Responsabilidad de autoría .....	4
Autorización de publicación .....	5
Dedicatoria.....	6
Agradecimiento .....	7
Tabla de contenido .....	8
Índice de tablas.....	11
Índice de figuras.....	12
Resumen .....	14
Abstract.....	15
El Problema .....	16
Antecedentes.....	16
Planteamiento del problema .....	17
Justificación .....	18
Objetivos .....	18
<i>Objetivo General</i> .....	18
<i>Objetivos Específicos</i> .....	19
Alcance .....	19
Estado del Arte .....	20
Bienestar de las personas adultas .....	20
<i>Estado de salud</i> .....	21
<i>Calidad de vida</i> .....	21
Problemas que poseen las personas de la tercera edad .....	22
Causas y consecuencias de las caídas en las personas de la tercera edad.....	22
<i>Causas de las caídas</i> .....	22
Factores Intrínsecos de caídas. ....	22
Factores extrínsecos de caídas.....	22



<i>Consecuencias de las caídas</i> .....	23
Consecuencias físicas. ....	23
Consecuencias psicológicas. ....	24
Frecuencia cardiaca .....	24
Internet de las cosas (IoT).....	25
<i>Características</i> .....	26
<i>Tecnologías para el desarrollo de IoT</i> .....	28
Plataformas. ....	29
Medios de comunicación.....	30
Plataforma Ubidots.....	30
Módulos de tarjeta SIM (GSM - GPRS).....	32
Los sensores.....	32
<i>Características estáticas</i> .....	34
<i>Clasificación de los sensores por el tipo de variable medida</i> .....	34
Sensores Inteligentes .....	35
<i>Sensores de temperatura</i> .....	36
Sensor de temperatura MXL – 90614. ....	36
Sensor de pulsos cardiacos B48 – B2 .....	37
Acelerómetro ADXL - 335 .....	38
Desarrollo del tema .....	39
Diseño del prototipo .....	39
Implementación del prototipo .....	41
<i>Implementación del sistema electrónico</i> .....	41
Acoplamiento tarjeta de Arduino Nano. ....	42
Acoplamiento del sensor de temperatura. ....	43
Acoplamiento del sensor de pulsos cardiacos. ....	44
Acoplamiento del acelerómetro. ....	44
Acoplamiento del módulo SIM 800L (GSM - GPRS). ....	45

Acoplamiento de la pantalla OLED.....	46
Acoplamiento de los pulsadores.....	47
Acoplamiento módulo de carga para batería. ....	47
<i>Desarrollo de la Programación</i> .....	48
Codificación de las librerías a utilizar. ....	49
Desarrollo de la programación para el menú.....	50
Desarrollo de la programación para el sensor de pulsos cardiacos. ....	51
Desarrollo de la programación para el sensor de temperatura.....	52
Desarrollo de la programación para el acelerómetro.....	53
Desarrollo de la programación para el Módulo SIM 800L.....	54
Desarrollo de la comunicación para la plataforma Ubidots.....	55
Pruebas de funcionamiento.....	56
<i>Conexión a red y subida de datos a la nube</i> .....	59
Análisis económico del proyecto.....	60
Conclusiones y Recomendaciones.....	62
Conclusiones .....	62
Recomendaciones .....	63
Bibliografía .....	64
ANEXOS.....	66

**Índice de tablas**

<b>Tabla 1.</b> <i>Clasificación de los sensores</i> .....	<b>35</b>
<b>Tabla 2.</b> <i>Lista de materiales</i> .....	<b>41</b>
<b>Tabla 3.</b> <i>Lista general</i> .....	<b>60</b>

## Índice de figuras

<b>Figura 1.</b> <i>Caída adulto mayor</i> .....	<b>21</b>
<b>Figura 2.</b> <i>Consecuencias de una caída</i> .....	<b>23</b>
<b>Figura 3.</b> <i>Rehabilitación adulto mayor</i> .....	<b>24</b>
<b>Figura 4.</b> <i>Medición de frecuencia cardíaca</i> .....	<b>25</b>
<b>Figura 5.</b> <i>Esquematización sobre IoT</i> .....	<b>26</b>
<b>Figura 6.</b> <i>Conexión y almacenamiento</i> .....	<b>28</b>
<b>Figura 7.</b> <i>Placa de Arduino</i> .....	<b>29</b>
<b>Figura 8.</b> <i>Conexiones permitidas por IoT</i> .....	<b>30</b>
<b>Figura 9.</b> <i>Pantalla principal de la plataforma</i> .....	<b>31</b>
<b>Figura 10.</b> <i>Módulo SIM con tarjeta Arduino</i> .....	<b>32</b>
<b>Figura 11.</b> <i>Funcionamiento de un sensor</i> .....	<b>33</b>
<b>Figura 12.</b> <i>Tipo de sensores</i> .....	<b>33</b>
<b>Figura 13.</b> <i>Funcionamiento sensor inteligente</i> .....	<b>36</b>
<b>Figura 14.</b> <i>Sensor de temperatura</i> .....	<b>37</b>
<b>Figura 15.</b> <i>Sensor de pulsos</i> .....	<b>38</b>
<b>Figura 16.</b> <i>Acelerómetro</i> .....	<b>38</b>
<b>Figura 17.</b> <i>Diseño carcasa</i> .....	<b>39</b>
<b>Figura 18.</b> <i>Diseño tapa superior</i> .....	<b>40</b>
<b>Figura 19.</b> <i>Diseño tapa inferior</i> .....	<b>40</b>
<b>Figura 20.</b> <i>Esquematización cicuito electrónico</i> .....	<b>42</b>
<b>Figura 21.</b> <i>Acople placa Arduino Nano</i> .....	<b>43</b>
<b>Figura 22.</b> <i>Acople sensor temperatura</i> .....	<b>43</b>
<b>Figura 23.</b> <i>Acople sensor pulsos cardíacos</i> .....	<b>44</b>
<b>Figura 24.</b> <i>Acelerómetro</i> .....	<b>45</b>
<b>Figura 25.</b> <i>Módulo SIM 800L</i> .....	<b>46</b>
<b>Figura 26.</b> <i>Pantalla OLED</i> .....	<b>46</b>
<b>Figura 27.</b> <i>Pulsadores</i> .....	<b>47</b>
<b>Figura 28.</b> <i>Módulo carga batería</i> .....	<b>48</b>
<b>Figura 29.</b> <i>Pantalla Arduino</i> .....	<b>49</b>
<b>Figura 30.</b> <i>Instalación librerías</i> .....	<b>50</b>
<b>Figura 31.</b> <i>Programación menú</i> .....	<b>51</b>
<b>Figura 32.</b> <i>Programación sensor pulsos</i> .....	<b>52</b>

<b>Figura 33.</b> <i>Programación sensor temperatura</i> .....	<b>53</b>
<b>Figura 34.</b> <i>Programación acelerómetro</i> .....	<b>54</b>
<b>Figura 35.</b> <i>Programación SIM 800L</i> .....	<b>55</b>
<b>Figura 36.</b> <i>Programación de comunicación</i> .....	<b>56</b>
<b>Figura 37.</b> <i>Visualización pantalla menú</i> .....	<b>57</b>
<b>Figura 38.</b> <i>Mensaje asistente</i> .....	<b>57</b>
<b>Figura 39.</b> <i>Mensaje temperatura</i> .....	<b>58</b>
<b>Figura 40.</b> <i>Mensaje pulso cardíaco</i> .....	<b>58</b>
<b>Figura 41.</b> <i>Conexión a la red</i> .....	<b>59</b>
<b>Figura 42.</b> <i>Envío de datos a la nube</i> .....	<b>60</b>

## Resumen

El proyecto de investigación e integración curricular propuesto, tiene como objetivo el desarrollo e implementación de un dispositivo inteligente basado en el internet de las cosas, que permita realizar el monitoreo y supervisión remota de personas adultas mayores, brindando mayor autonomía y seguridad, mejores controles de salud y mayor celeridad en la respuesta ante emergencias, mediante la interconectividad de las tecnologías actuales y vanguardistas y la generación de reportes y estados de alertas frecuentes a médicos, familiares y personal encargado. Una vez establecido todo lo antes mencionado se procederá a investigar y definir los parámetros de estudio, dentro de los cuales se considerará la determinación del estado fisiológico de la persona. Finalizado todo el estudio investigativo se procederá a realizar a realizar el diseño de la estructura mecánica del dispositivo considerando los parámetros de estudio a realizar. Como último punto se procederá a realizar el respectivo sistema electrónico el cual nos va a ayudar a enviar y recibir datos, utilizaremos dispositivos electrónicos de bajo costo y una vez culminado todo este procedimiento se realizará la validación de la funcionalidad del prototipo donde se hará sus respectivas pruebas de funcionamiento esperando considerar la participación de un posible usuario, donde comprobaremos la transmisión y generación de datos con sus respectivas alertas correspondientes.

Palabras Clave:

- **DISPOSITIVO ELECTRÓNICO**
- **ESTADO FISIOLÓGICO**
- **INTERCONECTIVIDAD**
- **SUPERVISIÓN REMOTA**
- **CELERIDAD**

**Abstract**

The proposed research and curricular integration project aims to develop and implement an intelligent device based on the Internet of Things, which allows remote monitoring and supervision of older adults, providing greater autonomy and security, better controls of health and greater speed in the response to emergencies, through the interconnectivity of current and cutting-edge technologies and the generation of reports and frequent alert states to doctors, family members and personnel in charge. Once all the aforementioned has been established, the study parameters will be investigated and defined, within which the determination of the physiological state of the person will be considered. Once the entire investigative study has been completed, the design of the mechanical structure of the device will be carried out, considering the study parameters to be carried out. As a last point, we will proceed to carry out the respective electronic system which will help us send and receive data, we will use low-cost electronic devices and once all this procedure is completed, the validation of the functionality of the prototype will be carried out where their respective ones will be made. performance tests waiting to consider the participation of a possible user, where we will verify the transmission and generation of data with their respective corresponding alerts.

Key words:

- **ELECTRONIC DEVICE**
- **PHYSIOLOGICAL STATUS**
- **INTERCONNECTIVITY**
- **REMOTE SUPERVISION**
- **CELERITY**

## Capítulo I

### 1. El Problema

#### 1.1 Antecedentes

El elemento central de la nueva tendencia en cuanto a redes, es el Internet de las Cosas (IoT), que representa la próxima evolución del Internet, que será un enorme salto en su capacidad para reunir, analizar y distribuir datos que podemos convertir en información, conocimiento y en última instancia, sabiduría. IoT llegó para cambiar todo, incluso a nosotros mismos. Si bien puede parecer una declaración arriesgada, hay que tener en cuenta el impacto que el internet ha tenido sobre la educación, la comunicación, la ciencia, y la humanidad en general. Claramente el internet es una de las creaciones más importantes y poderosas de toda la historia de la humanidad. (Coronel & Tenelanda, 2016)

Según los autores Coronel, V. y Tenelanda D. (2016) de acuerdo con su tema de tesis *“Análisis de Interoperabilidad de Plataformas IoT Aplicado al Desarrollo de un Sistema de Monitoreo”* nos menciona que debemos tener en cuenta que ha existido una evolución de tecnologías inalámbricas, desde tecnologías apenas recordadas como Irda (Infrared Data Association), que pese a no depender de cableado, tenía una limitación en cuanto a distancia, luego apareció WPAN para comunicaciones punto a punto, Bluetooth para redes de corto alcance, Zigbee para redes de alcance medio, además de otras tecnologías como Wifi, WLAN, WIMAX, M2M, hasta el actual avance que se le ha denominado Redes de Sensores Inalámbricos o WSN, estos estándares han sido empleados para innumerables aplicaciones incluso para la tendencia más actual que es el Internet de las Cosas. (Coronel & Tenelanda, 2016)

Las WSN están constituidas por sensores autónomos distribuidos espacialmente con el propósito de ser capaces de comunicarse entre sí con un mínimo de consumo de energía y entregando su colección de datos. En el contexto del Internet de las cosas (IoT) juegan un papel importante para incrementar la ubicuidad de las redes. (Cama, De la Hoz, & Cama, 2012)

El IoT se refiere a la interconexión en red de todos los objetos cotidianos, que a menudo están equipados con algún tipo de inteligencia. En este contexto, Internet puede



ser también una plataforma para dispositivos que se comunican electrónicamente y comparten información y datos específicos con el mundo que les rodea. Así, la IoT puede verse como una verdadera evolución de lo que conocemos como Internet añadiendo una interconectividad más extensa, una mejor percepción de la información y servicios inteligentes más completos. (Salazar & Silvestre, 2020)

## **1.2 Planteamiento del problema**

La necesidad de brindar a la sociedad una interacción más sofisticada con aplicaciones y/o dispositivos usados en entornos de vida asistidos, es un aspecto que debe ser considerado de manera primordial durante la incitación de requerimientos y que, durante la etapa de desarrollo debe ser implementada minuciosamente, puesto que las interacciones representan el canal de comunicación directo que van a tener las personas con dichas aplicaciones. En el contexto AAL, la interacción se produce entre las soluciones IoT y los usuarios que pueden ser adultos mayores y/o personas que posean algún tipo de discapacidad. (Garnica & Maita, 2018)

Estos usuarios, por lo general, no poseen todas las facilidades necesarias para interactuar con las aplicaciones de estos entornos, debido a ciertas limitaciones propias de su situación. Tales inconvenientes provocan que cada uno tenga disponible únicamente ciertas formas de interacción, usando el movimiento de sus ojos, mediante el habla, a través de gestos y en casos más extremos únicamente usando el pensamiento, es decir, los usuarios necesitan formas de interacción que se adapten a la necesidad, habilidad y que a su vez estos ayuden a superar las barreras físicas y cognitivas que posea la persona. (Garnica & Maita, 2018)

En la actualidad se han encontrado diferentes propuestas de diseños para aplicaciones IoT, sin embargo, cada una de ellas se enfoca en un solo tipo de participación para un grupo de usuarios, dejando de lado la posibilidad de que, bajo el mismo ambiente, puedan convivir varias personas con distintas necesidades de interacción. Por otro lado, se presenta un modelo para aplicaciones que ayudan a traducir las señales cerebrales a comandos que interactúan con el entorno mediante redes de actuación IoT, ejecutando las acciones pensadas por el usuario, como por ejemplo usando un sistema domótico, el cual controla el ambiente usando comandos de voz. (Garnica & Maita, 2018)

Un sistema IoT puede crear diversas soluciones que sirven para interactuar con los usuarios; sin embargo, de lo que se ha investigado, hace falta algo específico que permita hacer que estas áreas converjan de una manera integrada y centrada en conseguir una interacción natural y rápida con los usuarios que pertenecen a los sectores vulnerables específicos como son los adultos mayores y personas con alguna discapacidad. (Garnica & Maita, 2018)

### **1.3 Justificación**

Con el desarrollo e implementación que se va a realizar del dispositivo IoT daremos algunas soluciones rápidas, por ejemplo, nos permitirá realizar el monitoreo y supervisión de las personas adultas, brindando mayor autonomía y seguridad, mejores controles de salud y mayor celeridad en la respuesta ante emergencias, mediante la interconectividad de las tecnologías actuales y vanguardistas y la generación de reportes y estados de alertas frecuentes a médicos, familiares y personal encargado.

La utilización de un sistema electrónico el cual constará de sensores y su respectiva programación en el Arduino será de gran ayuda, ya que este nos facilitará enviar y recibir datos, en los cuales estos nos alertarán de algún inconveniente que esté existiendo con la persona adulta a la que se esté monitoreando como, por ejemplo, nos permitirá detectar si la persona sufre alguna caída, también podremos visualizar sus pulsaciones cardiacas y su temperatura corporal.

Este dispositivo se va a desarrollar pensando principalmente en el cuidado y en el bienestar de las personas adultas de la tercera edad, ya que estas personas de una u otra manera han aportado con el desarrollo y progreso de la sociedad y merecen vivir sus últimos años de vida de una manera sana y confiable. Adicionalmente este trabajo ha sido desarrollado con el fin de crear conciencia en las personas en cuanto al cuidado, comprensión, tolerancia y respeto que se merecen las personas de la tercera edad.

### **1.4 Objetivos**

#### **1.4.1 *Objetivo General***

- Implementar un dispositivo IoT mediante electrónica de bajo costo y software libre que permita realizar el control gerontológico de las personas de la tercera edad.

### **1.4.2 *Objetivos Específicos***

- Establecer los parámetros de estudio para la monitorización del estado fisiológico del adulto mayor.
- Implementar la estructura mecánica del dispositivo utilizando software de diseño y manufactura asistida por computador para asegurar la ergonomía con el usuario.
- Realizar el diseño del sistema electrónico y de control mediante la utilización software computacional de simulación para analizar el comportamiento de los elementos constitutivos.
- Validar la funcionalidad del dispositivo a través de pruebas en tiempo real para asegurar el correcto desempeño de los sistemas.

### **1.5 Alcance**

El presente proyecto tiene como alcance lograr el cuidado gerontológico de las personas de la tercera edad, mediante la implementación de dispositivos electrónicos del internet de las cosas (IoT), para garantizar la integridad y cuidado de los mismos.

El dispositivo contará con diversas funcionalidades plasmadas en un brazalete inteligente; éste dispondrá de un micro controlador que será un Arduino Nano. En dicho controlador irán acoplados diversos sensores para garantizar el adecuado funcionamiento del mismo, tales como son: sensor de temperatura, sensor de pulso cardíaco, acelerómetro y un módulo SIM el cual nos permitirá realizar la comunicación entre redes telefónicas.

Toda la información que los sensores previamente mencionados puedan recopilar, se almacenarán en una nube de datos para la visualización de todas las personas. Esto con la finalidad de mantener la transparencia en cuanto a la información recopilada y a su vez garantizar que, en caso de existir algún problema de salud, el personal encargado de la monitorización del paciente pueda acceder a la información mencionada.

## Capítulo II

### 2. Estado del Arte

En el presente capítulo se muestra información sobre el desarrollo de un dispositivo IoT mediante electrónica y software libre. Además, analizaremos los diferentes tipos de sensores, módulos GSM que vamos a utilizar para la implementación del mismo y también se abordará temas centrales como por ejemplo sobre las pulsaciones cardíacas, el control gerontológico de las personas y la programación que vamos a desarrollar para utilizar en este dispositivo.

#### 2.1 Bienestar de las personas adultas

El envejecimiento en su máxima expresión se ha definido como unas transformaciones morfológicas, psicológicas, funcionales que se originan con el pasar del tiempo en los seres vivos. Esto se va generando debido a la continua pérdida de la capacidad de reserva del organismo ante los cambios que suscitan diariamente. Los cambios que se observan al envejecer se podría decir que son resultados mentales, psicológicos, pero no netamente por cambios biológicos.

En la actualidad, la población presenta un alto número de personas de la tercera edad, por lo que la comunidad médica a impulsado nuevas estrategias para mejorar el cuidado y bienestar de estas personas, esto gracias a la evolución de la tecnología que poseemos hoy en día. Por otro lado, hay que tener en cuenta que no todas las personas adultas viven su vejez de la misma manera que viven otras, debido a muchos factores que intervienen en esta etapa de la vida, pues el funcionamiento de su organismo cada vez está más relacionado con las acciones y omisiones que realiza cada persona durante el transcurso de su vida, en otras palabras, podríamos decir que *“la vejez la vamos construyendo desde nuestra juventud”*.

El objetivo de hoy en día es garantizar una vida digna y de calidad para las personas mayores de edad, este es un reto que con el pasar de los días irá tomando mucha importancia gracias a la cooperación internacional que existe entre países.

### **2.1.1 Estado de salud**

El estado de salud de las personas de la tercera edad tiende a decaer con el pasar el tiempo, al igual que el estado de salud de una persona joven. Los adultos mayores, presentan condiciones médicas de deterioros ya sea por sus condiciones físicas, cognitivas o por presentar alguna discapacidad, esto se debe de monitorear constantemente de acuerdo al diagnóstico médico que lo hayan realizado.

### **2.1.2 Calidad de vida**

Con el pasar del tiempo y el aumento de la humanidad, se ha incrementado las esperanzas de vida de las personas, debido a la estabilidad y bienestar de la vida moderna que llevamos hoy en día.

La calidad de vida de los adultos mayores posee condiciones de bienestar, estado de salud, donde están relacionados los ámbitos sociales y ambientales. Dichos factores deben tener una garantía óptima que permita optar por una vida de calidad de las personas. El envejecimiento es un proceso en el cual se sumerge la pérdida de relaciones sociales, las cuales determinan su capacidad de percibir competencias, habilidades y aspectos positivos del entorno que los rodea, esto a su vez afecta a la autoestima de la persona que, en sí, viene a ser el eje fundamental de la calidad de vida. También hay que tomar en cuenta que la calidad de una persona se ve afectada por las personas con las que convive y las que les rodea.

### **Figura 1**

Cuidado adulto mayor



*Nota.* La figura representa una esquematización del cuidado que debe tener una persona adulta de la tercera edad. Tomado de Ayuda Familiar, *Cuidados para el verano: 10 consejos para el cuidado de mayores en verano*, por Ayudafamiliar, 2019.

## **2.2 Problemas que poseen las personas de la tercera edad**

Según un artículo publicado por la OMS, el mayor problema que enfrentan este tipo de personas son los *resbalones* o comúnmente conocidas como *caídas*. Estas caídas pueden traer consigo unas causas muy graves hacia la persona, como es el caso de lesiones, fracturas, esguinces o a su vez causando hasta la muerte de la misma.

La OMS define a las caídas como un suceso involuntario, se trata de un desequilibrio que tiene el cuerpo humano al realizar cualquier actividad o movimiento, esto hace que el cuerpo se impacte contra el suelo, superficie o contra cualquier objeto.

## **2.3 Causas y consecuencias de las caídas en las personas de la tercera edad**

### **2.3.1 Causas de las caídas**

Las causas para que una persona llegue a caerse, en especial personas de la tercera edad son múltiples. A continuación, detallaremos cada una de ellas:

#### **A. Factores Intrínsecos de caídas.**

Estos factores se presentan cuando las caídas ocurren por problemas propios de la persona adulta, es decir presentan algún problema o enfermedad. Entre los factores más frecuentes, tenemos los siguientes:

- Problemas del Sistema Nervioso
- Problemas de Visión
- Problemas de Audición
- Problemas Cardiovasculares
- Problemas Musculares
- Problemas por consumo de Medicamentos

#### **B. Factores extrínsecos de caídas.**

Estos tipos de factores son externos, esto quiere decir que están relacionados con el entorno que lo rodea o en el que habita la persona adulta.

## Figura 2

Consecuencias de una caída



*Nota.* La figura representa la dificultad de recuperación que poseen las personas adultas luego de haber sufrido algún accidente. Tomado de Geriatricarea, *Caídas en personas mayores: riesgos, causas y prevención*, 2016.

### 2.3.2 Consecuencias de las caídas

Las consecuencias cuando un adulto mayor llega a sufrir una caída pueden generar limitaciones físicas o psicológicas graves que afectan a la persona. Existen problemas severos como secuelas de una caída que principalmente vienen a ser las lesiones, fracturas o traumatismos craneoencefálicos que llega a afectar al adulto mayor, estos a su vez causan ansiedad y depresión en la misma.

Hay que tener en cuenta que no todas las caídas producen lesiones o fracturas, sin embargo, una caída de un adulto mayor es mucho más propenso a recibir las consecuencias antes mencionadas.

Según estudios realizados por expertos en el área de la medicina, nos comentan que existen dos tipos de consecuencias que puede llegar a obtener una persona adulta como son las consecuencias físicas y psicológicas.

#### A. Consecuencias físicas.

Una caída tiene como consecuencia física lesiones moderadas o graves. Entre las lesiones más comunes tenemos los hematomas, fracturas de extremidades y en algunos casos traumatismos craneoencefálicos, que en ocasiones se necesita de un periodo largo

para su recuperación o a veces estas causan una muerte prematura de la persona (estado vegetal).

### **B. Consecuencias psicológicas.**

Las personas adultas que han sufrido alguna caída, con el pasar del tiempo pueden llegar a presentar algunos cambios en su comportamiento, esto a su vez hace que disminuya su actividad física y social, debido a que el adulto mayor empieza a aislarse de su familia y amigos por el simple temor de volver a caerse en cualquier momento.

### **Figura 3**

Rehabilitación de un adulto mayor



*Nota.* En la figura se observa las consecuencias físicas que puede llegar a poseer una persona adulta, luego de sufrir alguna caída. Tomado de Geriatricarea, *Consecuencias de las caídas en las personas mayores*, 2018

### **2.4 Frecuencia cardiaca**

La frecuencia cardiaca o también conocida como pulso cardiaco es uno de los signos vitales más importantes de la salud del cuerpo humano. La frecuencia cardiaca viene a ser el número de latidos o veces que se contrae el corazón por minuto (lpm).

La velocidad de los latidos del corazón varía de acuerdo a la actividad física que realice la persona y a las respuestas emocionales que posea la misma. La frecuencia normal de una persona después de los 10 años siempre debe de estar en el rango de 60 y 100 lpm mientras esta se encuentre en reposo.



**Figura 4**

Medición de frecuencia cardiaca



*Nota.* En la figura se observa como es el proceso para obtener la frecuencia cardiaca de una persona. Tomado de Fundación Española del Corazón, *Frecuencia Cardíaca*, 2019.

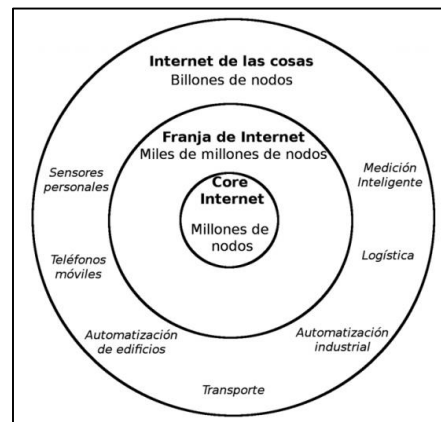
**2.5 Internet de las cosas (IoT)**

Con el transcurrir del tiempo, el IoT ha ido evolucionando de acuerdo a la necesidad de los seres humanos, netamente se ha convertido en una tecnología que se relaciona con la conexión de objetos a internet, que a su vez estos permiten intercambiar, agregar y procesar información entorno a un estado físico proporcionando servicios de calidad implementado a cualquier usuario. Este avance tecnológico nos ha permitido que se puedan reconocer eventos o cambios para que ciertos sistemas puedan reaccionar de una forma apropiada e independiente. En sí, el objetivo del IoT es brindarnos una infraestructura que supere barreras entre los objetos dentro del mundo físico y la representación en los sistemas de información.

Según un artículo publicado por Puyol Montero nos redacta que la incorporación de sensores y dispositivos en nuestros objetos cotidianos que quedan conectados a internet a través de redes alámbricas e inalámbricas ha sido de mucha ayuda en los avances tecnológicos, debido a que todo esto se ha convertido en una interacción dentro del mundo físico, permitiendo una inspiración en la idea de la ubicuidad y facilitando el desarrollo de las TIC y la industria de la electrónica.

**Figura 5**

Esquematación sobre IoT



*Nota.* La figura representa la esquematización de las funciones que puede llegar a cumplir una plataforma IoT. Tomado de Repositorio Universidad Técnica del Norte, 2017.

El término Internet de las Cosas (IoT) fue acuñado por primera vez por el pionero de la tecnología británica, Kevin Ashton en una presentación que realizó en 1999 para la multinacional Procter & Gamble, donde describía un sistema en el cual los objetos en el mundo físico podrían conectarse a Internet a través de sensores para automatizar la recogida de datos, propugnando sus aplicaciones en la cadena de suministro añadiéndose etiquetas RFID (o identificación por radiofrecuencia, *Radio Frequency Identification*) (Moisés, INTERNET DE LAS COSAS, 2018)

En la actualidad, además de los sistemas de etiquetas, tarjetas y transpondedores RFID, los datos también se recaban mediante los sensores Wireless, las cookies, así como otras tecnologías de seguimiento y captación de datos. Así, en su origen, el IoT nace como una forma de facilitar información, en la cadena de suministros, de bienes a las empresas. Pero, con posterioridad, se extiende a todo tipo de objetos físicos y digitales, a los animales, a las personas y a los entornos ambientales. (Moisés, INTERNET DE LAS COSAS, 2018)

### **2.5.1 Características**

Los sistemas IoT disponen de una amplia característica de red con distintos fines. En algunos casos, estas plataformas usan tipos de redes privadas virtuales (VPNs) que se conectan por encima de internet, en otras palabras, los objetos que usan este tipo de tecnología se conectan automáticamente al servidor de internet.

Con el avance de la tecnología y el perfeccionamiento de estas plataformas IoT, podrían llegar a disponer de grandes capacidades de seguridad, análisis y administración. Esto permitiría que el IoT llegue a ser una herramienta muy útil y de gran importancia, porque se trataría de una evolución real de Internet.

Cabe mencionar, que ahora en la actualidad el IoT ya es una plataforma sensorial porque nos permite obtener datos de temperatura, presión, vibración, entre otras actividades más, lo que produce una ganancia mayor en proactividad y se consigue una menor reactividad. Y es también *ubicuo*: el hecho de que internet esté presente en todas partes gracias a las tecnologías inalámbricas (*3G, 4G, 5G, wifi, wimax, conexiones satelitales, etc.*) permite que la implantación masiva de esta tecnología sea más factible. (Moisés, INTERNET DE LAS COSAS, 2018)

Por otro lado, tenemos que analizar y tomar como punto de partida los rasgos más característicos que poseen estas plataformas, a continuación, se detallara cada una de ellas:

- a) **Comunicación y Cooperación:** Los dispositivos tienen la necesidad de estar netamente conectados a una red, utilizando recursos de internet y a su vez haciendo uso de los datos y servicios que estos poseen.
- b) **Identificación:** Los dispositivos deben ser identificados de forma única mediante redes de comunicación de tipo RFID (Radio Frequency Identification), NFC (Near Field Communication) y algunos códigos que poseen barras ópticas legibles, esto a su vez permitirá una identificación singular sin importar que el objeto no posea recursos energéticos integrados.
- c) **Direccionamiento:** Los dispositivos pueden ser rastreados a través de servidores de investigación o búsqueda como ONS, EPC Discovery Services o DNS, los cuales van a ser configurados.
- d) **Detección:** Los dispositivos recogen información mediante el accionar de sensores, estos a su vez almacenan y reenvían datos directamente a un servidor.
- e) **Actuación:** Los dispositivos integran consigo actuadores que permiten manipular físicamente el entorno, esto quiere decir que transforman señales eléctricas en movimientos mecánicos, esto se lo realiza mediante procesos reales a través de una red de internet.
- f) **Procesamiento de Información Integrado:** Los dispositivos inteligentes traen consigo una capacidad técnica de un procesador o un microcontrolador con amplios

espacios de almacenamiento. Su respectivo hardware incorporado puede utilizarse para procesar o almacenar información de sensores de acuerdo al uso que se le esté dando.

- g) **Localización y Rastreo:** Los dispositivos inteligentes permiten procesar la ubicación en tiempo real, lo cual permiten ser geográficamente ubicados mediante el uso de tecnologías como el GPS (Global Positioning System). El IoT es una plataforma tecnológica muy utilizada en aplicaciones donde se observa un servicio basado en localización (LBS), recolección de datos de una forma más pasiva y poco intrusa a comparación de otras plataformas.
- h) **Interfaces de Usuario:** Los dispositivos inteligentes logran comunicarse con los usuarios de una manera rápida, ya sea de forma directa o a distancia. Cabe destacar que aquí intervienen los llamados *paradigmas de interacción innovadores* tales como son las interfaces de usuarios tangibles, pantallas flexibles, métodos de reconocimiento de voz, gestos y los sistemas de realidad virtual.

## Figura 6

Conexión y almacenamiento



*Nota.* En la figura se puede apreciar las diferentes actividades que se puede realizar mediante esta plataforma. Tomado de ITChronicles, *Examples & Applications of IoT*, por J. Horowitz, 2020.

### 2.5.2 Tecnologías para el desarrollo de IoT

Como ya lo hemos mencionado anteriormente el objetivo principal del IoT es conectar la mayor parte de objetos hacia una red, para ello es inevitable contar con tecnologías que permitan desarrollar esta interconectividad. Para ello es necesario partir

desde las características que deben cumplir los diferentes dispositivos, como por ejemplo su tamaño, peso.

### A. Plataformas.

Hoy en la actualidad, la mayor parte de las empresas e industrias desarrollan plataformas dirigidas hacia el IoT, los avances tecnológicos han permitido diseñar componentes en un tamaño reducido con capacidades de un procesamiento limitado pero lo suficientemente ágiles para poder cumplir con el objetivo que tiene el IoT.

Empresas como *MEMSIC*, que es fabricante de MICAz y TelosB, *LIBELIUM* fabricante de Waspote, e *INTEL* fabricante de Galileo y Edison, entre otras, se dedican netamente a la fabricación de dispositivos enfocados a todo lo referente del IoT.

No obstante, a pesar de que estas empresas están enfocadas netamente al desarrollo del IoT, el alcance hacia el público se ve un poco limitado debido al factor económico o porque en el mercado existen plataformas abiertas que generan un buen respaldo y soporte como es el caso de RASPBERRY o ARDUINO. Las placas de Arduino generan una mayor aceptación en el mercado, debido a que en la actualidad han sabido adaptarse a desarrollar proyectos enfocados con el IoT.

### Figura 7

Placa de Arduino



*Nota.* En la figura se puede apreciar una placa de Arduino Uno que posee un microcontrolador re-programable. Tomado de Arduino.cl, 2019.

## B. Medios de comunicación.

Permiten captar información del entorno la cual es procesada de una manera limitada, pueden utilizarse medios de comunicación tradicionales como es el caso del cable vía Ethernet, pero hay que tener en cuenta el objetivo y la inclinación de las tecnologías inalámbricas que es utilizar protocolos inalámbricos que posean bajo consumo de energía; para ello se han creado tecnologías como Zigbee, 6LowPan o Bluetooth las cuales permiten extender el tiempo de funcionamiento de cada plataforma existente.

**Figura 8**

Conexiones permitidas por IoT



*Nota.* La figura muestra las actividades que puede realizar la plataforma IoT mediante una conectividad a Internet. Tomado de Tecnología XAKATA, *Las 3 tecnologías clave para el IoT*, por P. Espeso 2015.

## C. Plataforma Ubidots

Ubidots en la actualidad es una plataforma de IoT de gran importancia que empodera a miles de personas innovadoras y también a varias industrias. Esta red de comunicación se ha enfocado a facilitar un mejor desarrollo y escalamiento de prototipos para mejorar la producción de los mismos.

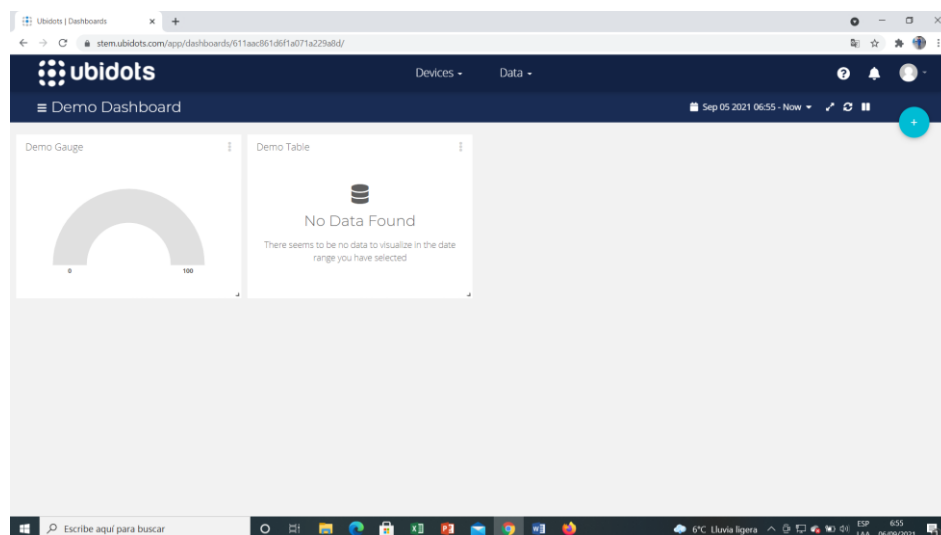
En otras palabras, esta plataforma ayuda a enviar datos a una nube desde cualquier dispositivo que esté conectado a una red de internet. Esto nos permite visualizar y generar datos en tiempo real, enfocándose principalmente en la configuración de acciones o alertas basadas en un análisis de datos.

Nosotros como usuarios de esta plataforma podemos configurar permisos para generar módulos requeridos para nuestros proyectos y esto a su vez hace que estemos seguros de que la información esté disponible para usuarios que deseen hacer uso de la misma de una manera correcta.

Para poder hacer uso de esta plataforma, como cualquier otra, lo primero que debemos hacer es crear nuestra propia cuenta. Una vez realizado esto podremos tener muchas oportunidades para apoyarnos de las diversas herramientas que posee la plataforma y así podremos empezar a desarrollar cualquier proyecto basado en el IoT.

### Figura 9

Pantalla principal de la plataforma



*Nota.* En la presente figura podemos visualizar la pantalla principal de Ubidots una vez que hayamos creado nuestra propia cuenta. Tomado de ubidots.

#### ➤ **Compatibilidad con Arduino**

Como lo mencionamos anteriormente, la información que es enviada al servidor de la nube de Ubidots puede procesar sin ningún problema mediante su aplicación. Por lo tanto, esta plataforma prácticamente es compatible con cualquier microcontrolador o tarjeta de Arduino.

Dentro de la misma plataforma de Ubidots podemos acceder a las diferentes librerías para la creación de nuestros proyectos, ahí encontraremos un apoyo para el desarrollo de los mismos en más de 100 tarjetas que están enfocadas al IoT.

## 2.6 Módulos de tarjeta SIM (GSM - GPRS)

Estos módulos son tarjetas que nos permiten realizar una comunicación mediante llamadas telefónicas, mensajería instantánea y mediante conexión a la interfaz de internet. A su vez, también accede a la ubicación de usuario mediante el uso del GPRS.

Son módulos que se pueden utilizar o programar mediante una tarjeta de Arduino, esto se lo hace a través de los comandos AT, quienes permiten comprobar la disponibilidad del dispositivo y a su vez verifican que todo el proceso se vaya dando de una manera correcta.

### Figura 10

Módulo SIM con tarjeta Arduino



*Nota.* En la figura se puede observar el cableado entre un módulo SIM 900 y una tarjeta de Arduino Uno. Tomado de PROMETEC, *Módulo GSM/GPRS: Llamar y enviar SMS*, 2018.

## 2.7 Los sensores

Son dispositivos de entrada que proporcionan una salida manejable de la variable física medida. Este dispositivo está netamente cualificado para detectar acciones o estímulos externos que a su vez permiten responder de una manera consecuente, es decir, captan de una manera rápida la información del medio físico que nos rodea.

El objetivo de los sensores es medir las magnitudes físicas del entorno como por ejemplo temperatura, presión atmosférica, ritmo cardiaco, entre otras cosas. Una vez que el



sensor capta estas magnitudes procede a transformarlas en señales eléctricas capaces de ser comprendidas por microcontroladores.

### Figura 11

Funcionamiento de un sensor

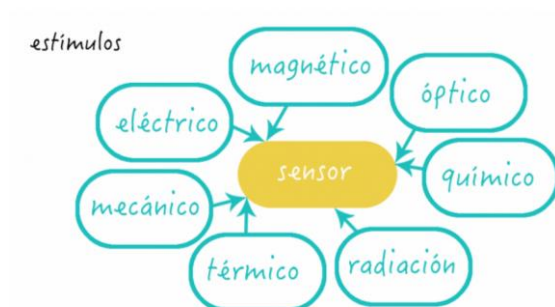


*Nota.* En la figura se puede apreciar una esquematización del funcionamiento que cumple un sensor. Tomado de Guimeráns, 2018.

Una magnitud eléctrica es considerada como una resistencia eléctrica, capacidad eléctrica, corriente eléctrica, etc. Los sensores se clasifican de acuerdo a la función de sus datos de salida como son digitales o analógicos que sirven para desplegar interfaces físicas, sistemas robóticos y también se usan en proyectos vinculados dentro del campo de los textiles y la tecnología vestible.

### Figura 12

Tipos de sensores



*Nota.* La siguiente figura muestra un esquema de los diferentes tipos de sensores que existen. Tomado de Guimeráns, 2018.

Un controlador es un elemento que nos permite recibir información, este a su vez decide la actividad que va a realizar un actuador y todo esto se realiza mediante un programa el cual viene dado con sus respectivas instrucciones.

### **2.7.1 Características estáticas**

- **Sensitividad:** Se define como una entrada mínima que tiene un sensor para lograr originar una salida detectable. El cambio de la representación gráfica de la salida con respecto a la entrada se la conoce como curva de salida, donde la pendiente de la recta tangente constituye la sensibilidad del sensor.
- **Rango:** Se define como un intervalo entre el valor mínimo y máximo de una variable física que puede medir un sensor.
- **Precisión:** Se define como el grado de repetividad que posee una medida, esto quiere decir que, si medimos una variable física con el mismo valor, el sensor siempre va a leer la misma salida cada prueba que se realice.
- **Exactitud:** Se define como la diferencia máxima entre una salida actual y un valor real de la variable medida.
- **Linealidad Estática:** Se define como una desviación que llega a presentar el sensor entre la curva proporcionada en condiciones controladas y la curva de salida actual, esto depende principalmente de los factores ambientales que se presenten.
- **Offset:** Se define como un deslizamiento entre el eje y la curva de salida, y se caracteriza por siempre ser igual en algunas condiciones de operación.
- **Resolución:** Se define como un cambio pequeño en la variable física el cual es posible registrar su valor.
- **Error Estático:** Se define como un problema de medición que llegan a tener los sensores al momento de realizar una lectura.

### **2.7.2 Clasificación de los sensores por el tipo de variable medida**

La clasificación de los sensores que se detalla en la tabla 1 suelen ser los más comunes; sin embargo, llegan a tener una cierta desventaja debido a que provocan una cierta confusión en el lector, esto se produce porque un sensor puede ser utilizado para realizar mediciones de diferentes variables físicas.

**Tabla 1**

Clasificación de los sensores

<b>Clasificación de los Sensores según la Variable Física a medir</b>	De posición, velocidad y aceleración
	De nivel y proximidad
	De humedad y temperatura
	De fuerza y deformación
	De flujo y presión
	De color, luz y visión
	De gas y pH
	Biométricos
	De corriente

*Nota.* La presente tabla muestra la clasificación de los sensores de acuerdo a la variable física. Tomado de Sensores y actuadores, *Clasificación de los sensores por el tipo de variable medida*, por L. Corona, G. Abarca, J. Carreño, pág. 18, 2014.

## 2.8 Sensores Inteligentes

El objetivo de la electrónica hoy en día ha sido elaborar sensores inteligentes con tamaños reducidos y a su vez minimizar el costos de los mismos; esto trae consigo la creación de una tecnología cada vez más incorporada, con una reducción considerable en el número de elementos integrados, que en conjunto alcancen una función más sofisticada, ya que la acción mutua de muchos elementos necesitan de un mayor número de interconexiones, originando que las placas de los circuitos impresos se hagan más complicadas y más costosas debido a la complejidad que se da al momento de realizar el respectivo ensamble.

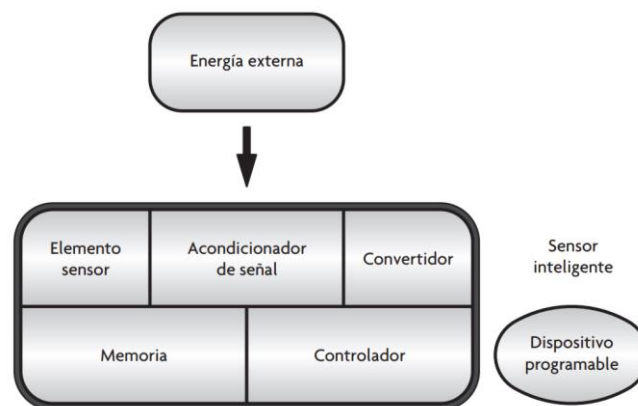
Los sensores inteligentes aparecen con una idea de minimizar los problemas que representa el diseño de circuitos impresos y los altos costos de manufactura al momento de ensamblar ciertos componentes en un circuito. Los sensores inteligentes surgen bajo la hipótesis de una mayor practicidad para el diseño de sistemas más complejos, ya que estos componentes ahora en la actualidad integran un solo elemento que cumple varias

funciones, antes se requería de varios dispositivos discretos, que en ocasiones dependía de una escala de integración que tenga el sensor inteligente, dichas funciones ahora se logran integrar en un solo chip o vienen inmersos en una sola tarjeta.

Un sensor inteligente incorpora básicamente una sección del sistema de control requerido para una cierta aplicación, protocolos especiales de comunicación, memoria, convertidores digitales - analógicos o analógicos - digitales, etc.

**Figura 13**

Funcionamiento sensor inteligente



*Nota.* En la siguiente figura se puede observar cómo funciona un sensor. Tomado de *Sensores y actuadores, Sensores inteligentes*, por L. Corona; G. Abarca; J. Carreño, pág. 21, 2014.

### **2.8.1 Sensores de temperatura**

Son dispositivos utilizados en aplicaciones de edificación para medir la temperatura de un fluido, normalmente aire o agua. Habitualmente, se los conoce también por el nombre de sondas de temperatura.

#### **A. Sensor de temperatura MXL – 90614.**

Este sensor de temperatura es infrarrojo, su máxima ventaja es que no necesita estar en contacto con la persona u objeto para obtener su dato de temperatura, poseyendo una distancia máxima de 4,3 cm de medida del sensor hacia la persona. Posee un interfaz de comunicación digital de SMBus/I2C, es decir, la salida de sensor es lineal y se acopla de

acuerdo a la variación de la temperatura ambiente, lo cual facilita la obtención de datos precisos.

#### **Figura 14**

Sensor de temperatura



*Nota.* Se puede apreciar en la figura el sensor de temperatura infrarrojo MXL – 90614 el cual trabaja mediante salidas I2C.

#### **2.8.2 Sensor de pulsos cardiacos B48 – B2**

Es un sensor de pulsos Amped de tipo plug and play, que sirve para obtener datos de la frecuencia cardiaca. Este dispositivo es muy fácil de utilizarlo, ya que trasmite los datos de una manera rápida y puede ser manipulado por cualquier persona. Su simple combinación de sensor con un amplificador y un circuito de cancelación de ruido, hace que las lecturas de pulsos sean más confiables, rápidas y factibles al momento de obtener los datos, debido a que únicamente se utiliza la salida analógica que posee el mismo.

**Figura 15**

Sensor de pulsos



*Nota.* En la siguiente figura observamos un sensor de pulsos cardiacos, el cual posee una salida analógica.

### **2.8.3 Acelerómetro ADXL - 335**

Posee una estructura física de 3 ejes (X, Y, Z), este dispositivo permite medir la aceleración dinámica ya sea un movimiento, choque o vibración y la aceleración estática como la inclinación o gravedad. Posee un margen de no linealidad del 0,3% y un 0,01% de estabilidad de temperatura en grados Celsius.

**Figura 16**

Acelerómetro



*Nota.* En la figura podemos observar el acelerómetro ADXL – 335, el cual posee 3 ejes analógicos para la obtención de datos de coordenada.

## Capítulo III

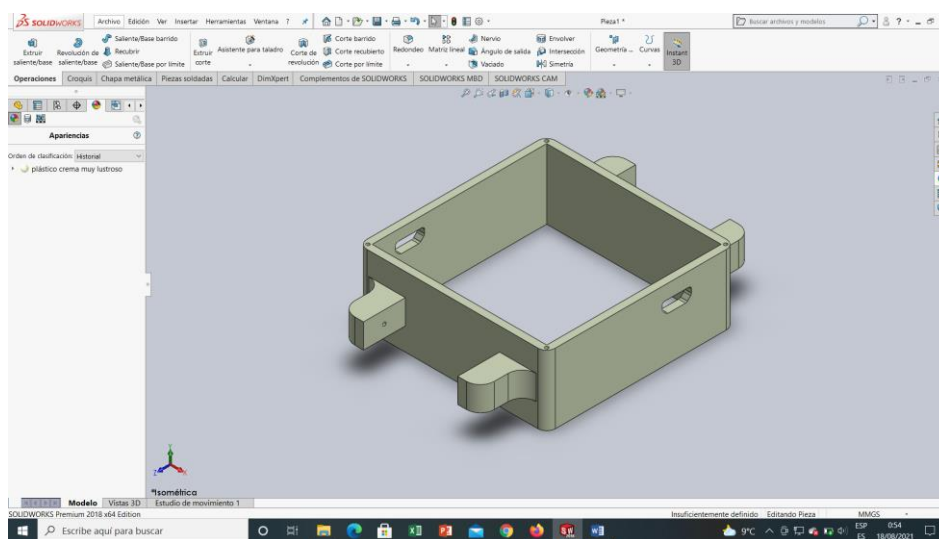
### 3. Desarrollo del tema

#### 3.1 Diseño del prototipo

Para el diseño del presente prototipo se necesitó delimitar el tamaño y modelo adecuado de la carcasa que vamos a utilizar para el desarrollo de nuestro dispositivo inteligente, para lo cual se consideró necesario utilizar un software de dibujo en 3D, en el cual vamos a ir desarrollando las partes más esenciales del prototipo. En este caso, vamos a hacer uso del software SOLIDWORKS, en el cual diseñaremos la carcasa (figura 16), la tapa superior (figura 17) y la tapa inferior, la cual servirá de soporte para los sensores de temperatura y pulsos cardiacos (figura 18).

**Figura 17**

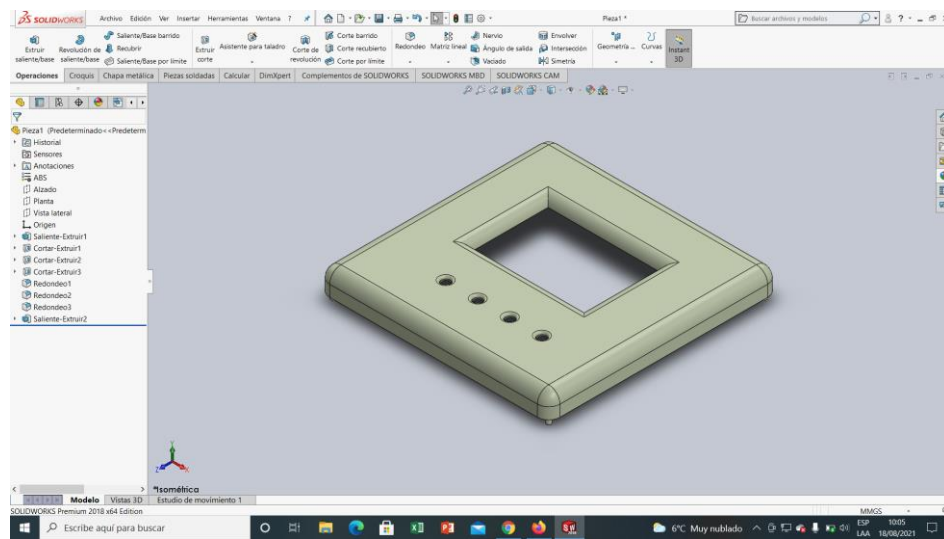
Diseño carcasa



*Nota.* En la siguiente figura se puede observar el diseño de la carcasa que vamos a implementar para el prototipo.

**Figura 18**

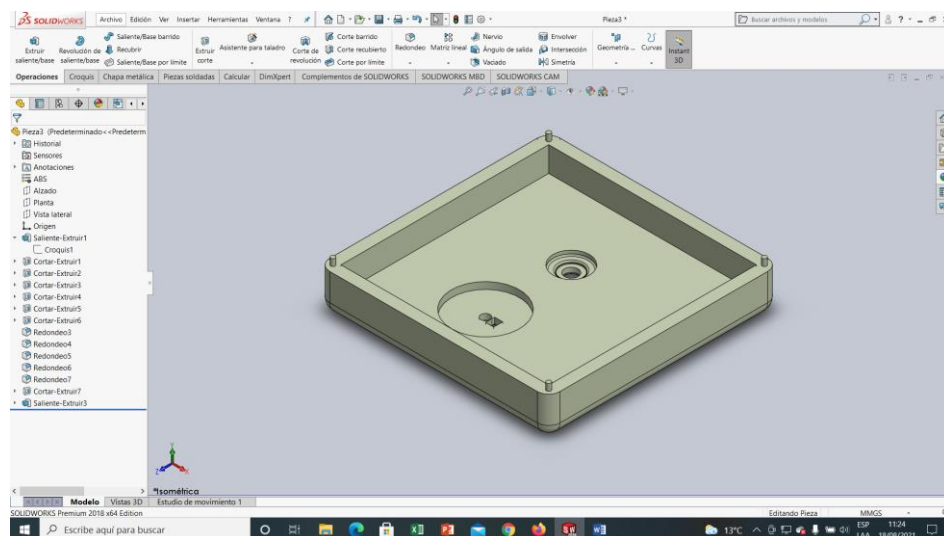
**Diseño tapa superior**



*Nota.* En la presente figura se puede apreciar el diseño final de la tapa superior que vamos a utilizar para el ensamble de nuestro dispositivo, la misma que va acoplada al diseño anterior.

**Figura 19**

**Diseño tapa inferior**



*Nota.* En la figura se puede observar el diseño de la tapa inferior donde van a ir colocados los sensores de pulsos y temperatura.



### 3.2 Implementación del prototipo

Para la implementación del prototipo, se consideró necesario el uso de sensores inteligentes, los cuales nos van a ayudar a obtener datos como temperatura, pulsos cardiacos y la aceleración del movimiento de la persona adulta a la cual vamos a estar monitoreando constantemente. Para la recepción de datos, tanto como mensajes de alerta y ubicación se utilizó un módulo GSM-GPRS, el cual va a estar enlazado a una red telefónica.

**Tabla 2**

Lista de materiales

<b>Cantidad</b>	<b>Material</b>
<b>1</b>	Pantalla OLED 0,96"
<b>1</b>	Módulo de pulsadores
<b>1</b>	Arduino Nano
<b>1</b>	Sensor de temperatura
<b>1</b>	Sensor de pulsos cardiacos
<b>1</b>	Acelerómetro
<b>1</b>	Módulo SIM 800L GSM/GPRS
<b>1</b>	Módulo de Carga
<b>1</b>	Batería Lipo (1 A)
<b>0,50</b>	Alambre de red flexible
<b>1</b>	Placa Baquelita

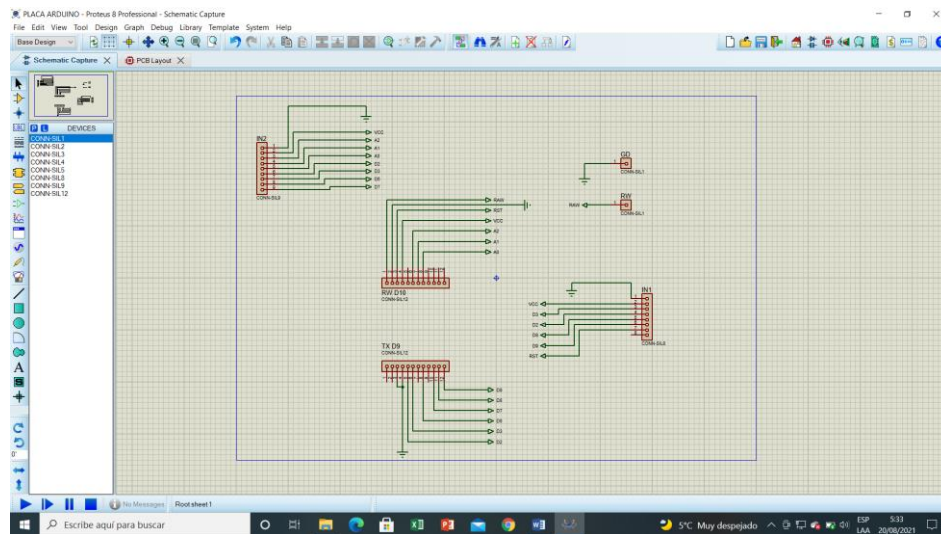
*Nota.* En la siguiente tabla se puede observar la lista de materiales que vamos a utilizar para la implementación de nuestro dispositivo.

#### 3.2.1 Implementación del sistema electrónico

Para ejecutar el sistema electrónico se lo realizó mediante cableado, debido a la dimensiones y tamaño del dispositivo. Se procedió a identificar los pines los pines a usar, tanto del Arduino, como de los sensores, módulo y pantalla OLED.

Figura 20

Esquematación circuito electrónico



*Nota.* En la presente figura se puede observar una simulación del funcionamiento del circuito electrónico que tenemos que realizar a nuestro dispositivo.

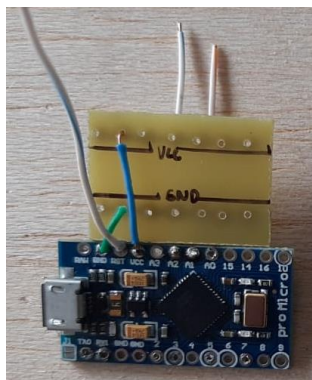
#### A. Acoplamiento tarjeta de Arduino Nano.

La tarjeta de Arduino es utilizada como el controlador principal, ya que en este se realiza las conexiones de todos los elementos electrónicos que se va a utilizar para el correcto funcionamiento del dispositivo IoT.

Para la alimentación para esta tarjeta se utilizará una fuente de 3.7 voltios y 50 mA, la cual se encarga de distribuir la energía a los demás dispositivos electrónicos que se va a utilizar.

**Figura 21**

Acople placa Arduino Nano



*Nota.* Se puede visualizar un puente que existe entre la placa de Arduino y una placa independiente para la conexión de VCC y GND de los demás dispositivos.

### **B. Acoplamiento del sensor de temperatura.**

Para el acoplamiento del sensor de temperatura se utilizó un cable de red flexible, el mismo que ayudará a la conexión hacia las entradas GND, VCC e I2C del Arduino. El sensor de temperatura utilizado es infrarrojo (*Figura 21*), lo cual facilita la obtención de datos precisos.

**Figura 22**

Acoplamiento sensor de temperatura



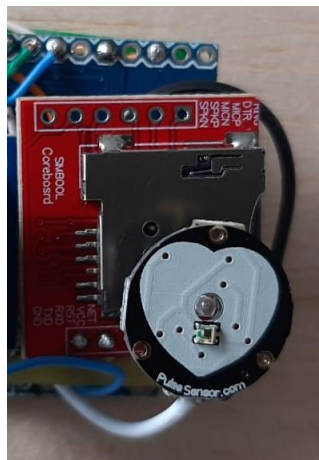
*Nota.* En la siguiente figura se aprecia cómo se está realizando el proceso de soldadura o acople de los alambres a los pines del sensor.

### C. Acoplamiento del sensor de pulsos cardiacos.

Para el acoplamiento del sensor de pulsos cardiacos se utilizó un cable de red flexible, el mismo que ayudará a la conexión hacia las entradas GND, VCC y al pin A0 (Entrada analógica) del Arduino. Este dispositivo sirve para obtener datos de la frecuencia cardiaca de una manera rápida y puede ser manipulado por cualquier persona.

#### Figura 23

Acople sensor pulsos cardiacos



*Nota.* En la presente figura se aprecia el acople del sensor al diseño final del sistema electrónico del prototipo.

### D. Acoplamiento del acelerómetro.

Para el acoplamiento del acelerómetro se utilizó un cable de red flexible, el mismo que ayudará a la conexión hacia las entradas GND, VCC y a los pines A1 y A2 (Entradas analógicas) del Arduino. Este dispositivo permite medir la aceleración dinámica ya sea un movimiento, choque o vibración y la aceleración estática como la inclinación o gravedad, ya posee un margen de no linealidad del 0,3% y un 0,01% de estabilidad de temperatura en grados Celsius.

**Figura 24**

Acelerómetro



*Nota.* En la siguiente figura se observa el proceso de soldadura del alambre a los pines de uso del acelerómetro.

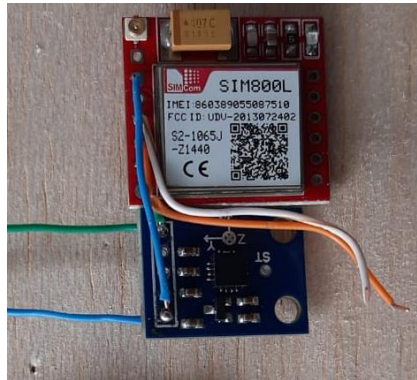
**E. Acoplamiento del módulo SIM 800L (GSM - GPRS).**

Para el acoplamiento del módulo se utilizó un cable de red flexible, el mismo que ayudará a la conexión hacia las entradas GND y a los pines 5 y 7 (Entradas digitales) del Arduino. Este elemento electrónico permite enviar datos mediante mensajería instantánea al dispositivo móvil del usuario que está monitoreando a la persona adulta y a su vez también permitirá acceder a la ubicación mediante el GPRS. Este módulo cuenta con una alimentación individual de 3,7 voltios y 1 A.

Hay que tener en cuenta que este módulo trabaja con pines digitales por lo que al momento de conectar a la placa de Arduino se utiliza estos pines y mas no los pines Tx y Rx como se realiza las conexiones de salida del módulo SIM.

**Figura 25**

Módulo SIM 800L



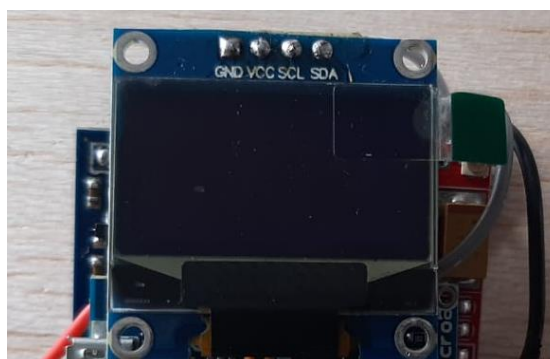
*Nota.* En la presente figura se puede apreciar el módulo SIM listo para ser acoplado a los pines de la tarjeta de Arduino.

#### **F. Acoplamiento de la pantalla OLED.**

Para el acoplamiento de la pantalla OLED se utilizó un cable de red flexible, el mismo que ayudará a la conexión hacia las entradas GND, VCC e I2C del Arduino. En este dispositivo se desplegará un menú, donde se seleccionará el parámetro que se desee utilizar, siendo estos: temperatura, pulsos y posicionamiento.

**Figura 26**

Pantalla OLED



*Nota:* En la siguiente figura se puede observar el acople final de la pantalla OLED al sistema electrónico del dispositivo.

### G. Acoplamiento de los pulsadores.

Para el acoplamiento de los pulsadores se utilizó un cable de red flexible, el mismo que ayudará a la conexión hacia las entradas GND, pin 8 y 9 (Entradas digitales) del Arduino. Se utilizó 3 de los 4 pulsadores, el primero (k1) realiza la función de movimiento (arriba y abajo) dentro del menú, el segundo (k2) servirá para seleccionar la acción a realizarse y el tercero (k4) que permitirá regresar al menú principal. Cabe recalcar que k3 no está configurado.

**Figura 27**

Pulsadores



*Nota.* Se puede observar el acople de los pulsadores, los mismos que servirán para realizar la acción de selección dentro del menú de inicio.

### H. Acoplamiento módulo de carga para batería.

Este módulo permitirá cargar la batería de la alimentación del sistema dependiendo del uso que se le dé a la misma a través de una conexión por cable USB de 5 voltios. Para el acoplamiento de este componente se realizó una conexión directa de los pines positivo y negativo de la batería hacia el módulo.

**Figura 28**

Modulo carga de batería



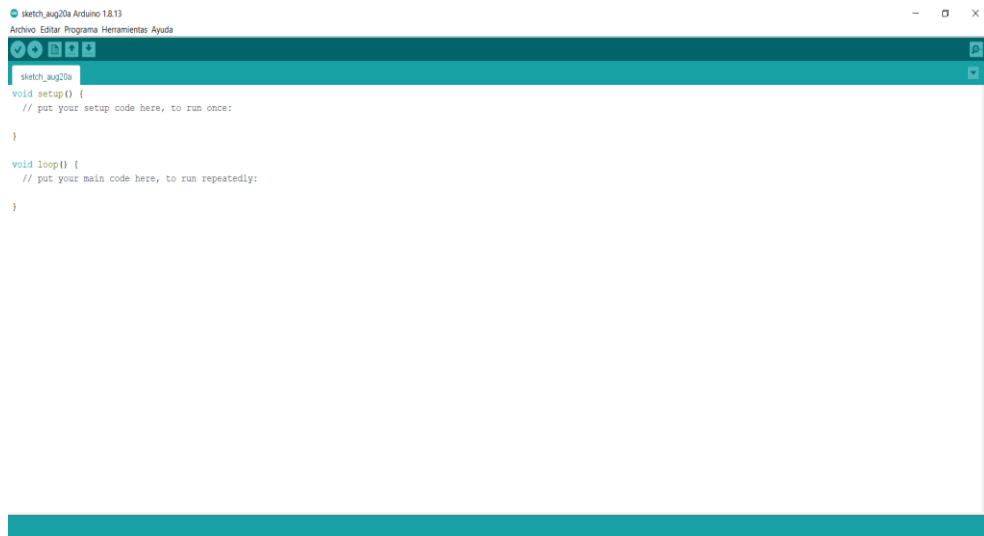
*Nota:* Se puede visualizar acople entre el módulo de carga y la batería que vamos a utilizar para la alimentación de nuestro dispositivo.

### **3.2.2 Desarrollo de la Programación**

Para el desarrollo del programa se utilizó la interfaz de programación Arduino. Se tomó en cuenta este software, ya que permite realizar aplicaciones de cualquier índole gracias a que posee un lenguaje fácil de entender y utilizar.

La programación dentro del software se realizó tomando en consideración las condiciones de funcionamiento requeridas para el dispositivo IoT. Dicha programación en su parte inicial consta de la declaración de las librerías, así como de las variables a utilizar.



**Figura 29****Pantalla Arduino**

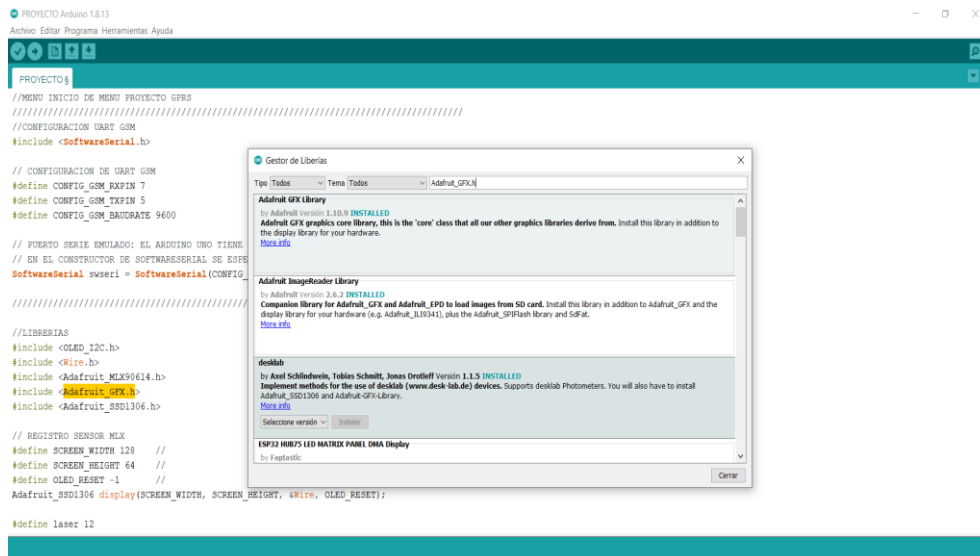
*Nota.* En la siguiente figura se puede observar la pantalla de inicio del software Arduino, en la cual realizaremos nuestra programación.

**A. Codificación de las librerías a utilizar.**

Las librerías que vamos a utilizar para el desarrollo de la programación son las siguientes: *SoftwareSerial.h*, *wire.h*, *Adafruit.SSD1036.h*, *Adafruit\_MLX90614.h*, *Adafruit\_GFX.h*, estas librerías netamente son propias con las que trabajan los sensores, acelerómetro, pantalla, pulsadores. Estas librerías en ocasiones ya vienen descargas en el software y en otras no, en caso de no tener instalada alguna de estas se procederá a descargar las restantes dentro del mismo software o si no se lo realizará directamente desde la página de Arduino.

Figura 30

## Instalación de librerías



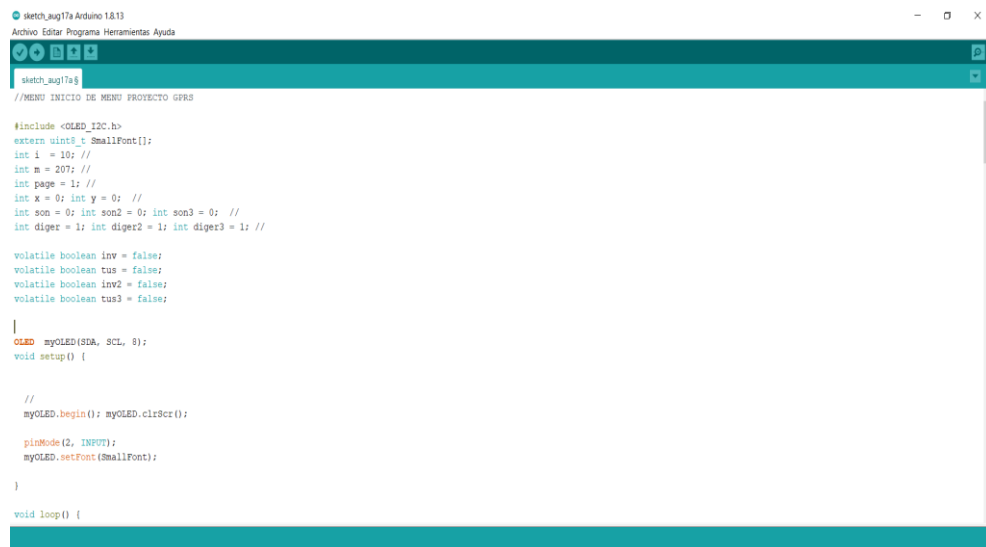
*Nota.* En la presente figura se puede visualizar la instalación y codificación de las librerías que vamos a utilizar en nuestra programación.

## B. Desarrollo de la programación para el menú.

En la figura 31, se muestra el código de programación empleado para el desarrollo del menú de selección de la actividad que se requiera realizar, ya sea medición de temperatura, pulsos cardiacos y posicionamiento. Para el desarrollo de la programación se utilizó las condiciones *int e if*, las mismas que servirán para declarar las variables de tipo entero, evaluar si se cumple o no una condición y para evitar copia de las variables compartidas, haciendo que únicamente se lean los valores desde la memoria principal.

Figura 31

## Programación menú



```

sketch_aug17a Arduino 1.8.13
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda
sketch_aug17a
//MENU INICIO DE MENU PROYECTO GPRS

#include <OLEDD_I2C.h>
extern uint8_t SmallFont[];
int i = 10; //
int m = 20; //
int page = 1; //
int x = 0; int y = 0; //
int son = 0; int son2 = 0; int son3 = 0; //
int diger = 1; int diger2 = 1; int diger3 = 1; //

volatile boolean inv = false;
volatile boolean tus = false;
volatile boolean inv2 = false;
volatile boolean tus3 = false;

|
OLEDD myOLEDD(SDA, SCL, 8);
void setup() {

//
myOLEDD.begin(); myOLEDD.clrScr();

pinMode(2, INPUT);
myOLEDD.setFont(SmallFont);

}

void loop() {

```

*Nota.* En la siguiente figura se puede observar la codificación de la programación que vamos a utilizar para nuestro menú de inicio.

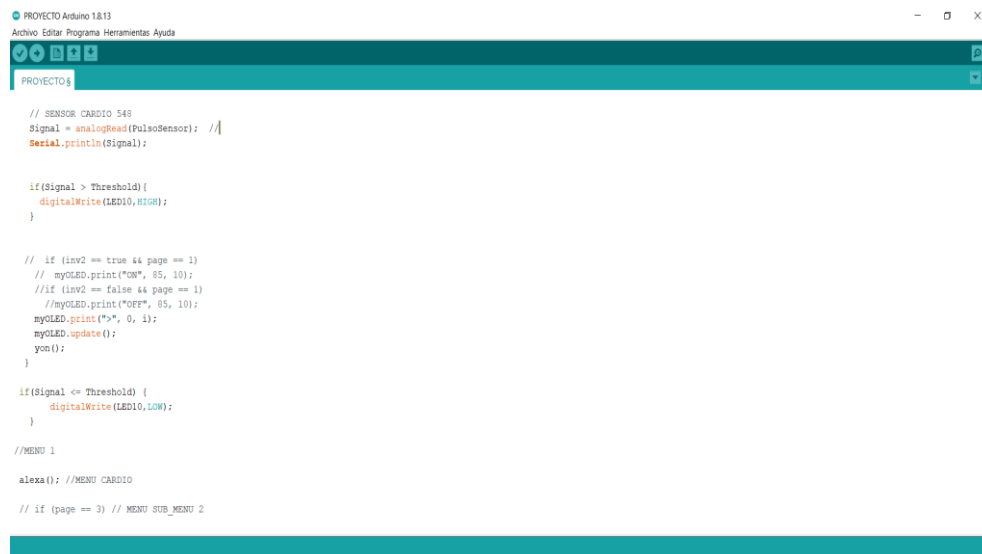
### C. Desarrollo de la programación para el sensor de pulsos cardiacos.

En la figura 32, se observa el código de programación empleado para el funcionamiento del sensor de pulsos cardiacos, cuando este elemento empiece a trabajar, enviará los datos obtenidos al dispositivo móvil mediante la aplicación de mensajería instantánea.

El sensor enviará dos tipos de alertas, la primera cuando el valor sea mayor a los 100 lpm y la segunda cuando el valor sea menor a los 60 lpm, siendo este el rango normal de pulsos que puede tener una persona adulta.

Figura 32

## Programación sensor pulsos



```

PROYECTO Arduino 1.8.13
Archivo Editor Programa Herramientas Ayuda
PROYECTO$

// SENSOR CARDIO 548
signal = analogRead(PulsoSensor); //|
Serial.println(signal);

if(signal > Threshold){
  digitalWrite(LED10,HIGH);
}

// if (inv2 == true && page == 1)
// myOLED.print("ON", 85, 10);
//if (inv2 == false && page == 1)
//myOLED.print("OFF", 85, 10);
myOLED.print(">", 0, 1);
myOLED.update();
yon();
}

if(signal <= Threshold) {
  digitalWrite(LED10,LOW);
}

//MENU 1
alex1(); //MENU CARDIO

// if (page == 3) // MENU SUB_MENU 2

```

*Nota.* En la figura se puede apreciar la programación que se realizó para el funcionamiento de nuestro sensor de pulsos cardiacos.

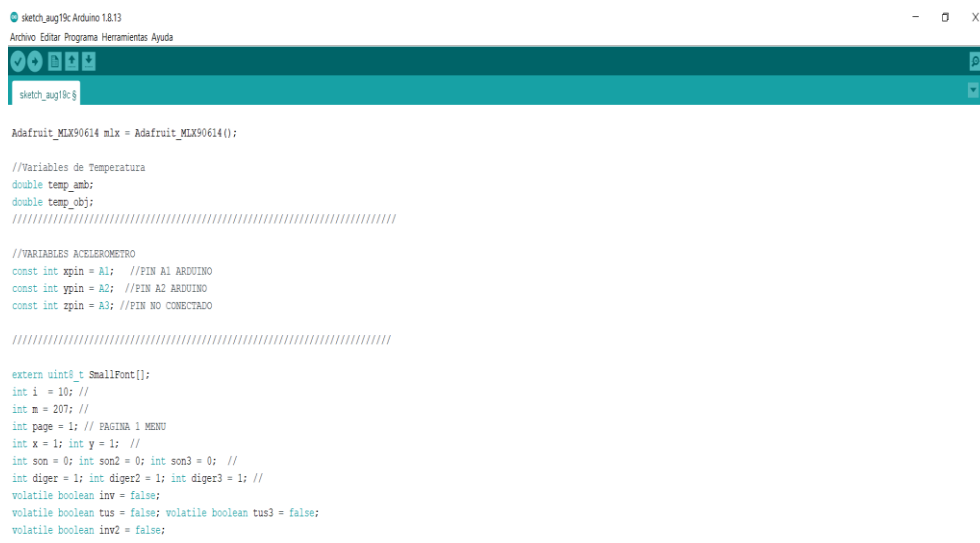
#### D. Desarrollo de la programación para el sensor de temperatura.

La figura 33 muestra la codificación utilizada para el funcionamiento de este sensor, cuando este dispositivo empiece a trabajar, enviará los datos obtenidos al teléfono mediante un mensaje de texto.

Al igual que el sensor de pulsos, este también enviará dos tipos de alertas, la primera cuando el valor de la temperatura corporal sea mayor a los 37,2 °C y la segunda cuando el valor sea menor a los 36,1 °C, siendo este el rango normal de temperatura corporal que posee una persona.

Figura 33

## Programación sensor temperatura



```

sketch_aug18:~$
Adafruit_MLX90614 mlx = Adafruit_MLX90614();

//Variables de Temperatura
double temp_amb;
double temp_obj;
////////////////////////////////////

//VARIABLES ACCELEROMETRO
const int xpin = A1; //PIN A1 ARDUINO
const int ypin = A2; //PIN A2 ARDUINO
const int zpin = A3; //PIN NO CONECTADO

////////////////////////////////////

extern uint8_t SmallFont[];
int i = 10; //
int m = 207; //
int page = 1; // PAGINA 1 MENU
int x = 1; int y = 1; //
int son = 0; int son2 = 0; int son3 = 0; //
int diger = 1; int diger2 = 1; int diger3 = 1; //
volatile boolean inv = false;
volatile boolean tus = false; volatile boolean tus3 = false;
volatile boolean inv2 = false;

```

*Nota.* En la siguiente figura se puede apreciar la codificación que se realizó para el respectivo funcionamiento del sensor de temperatura.

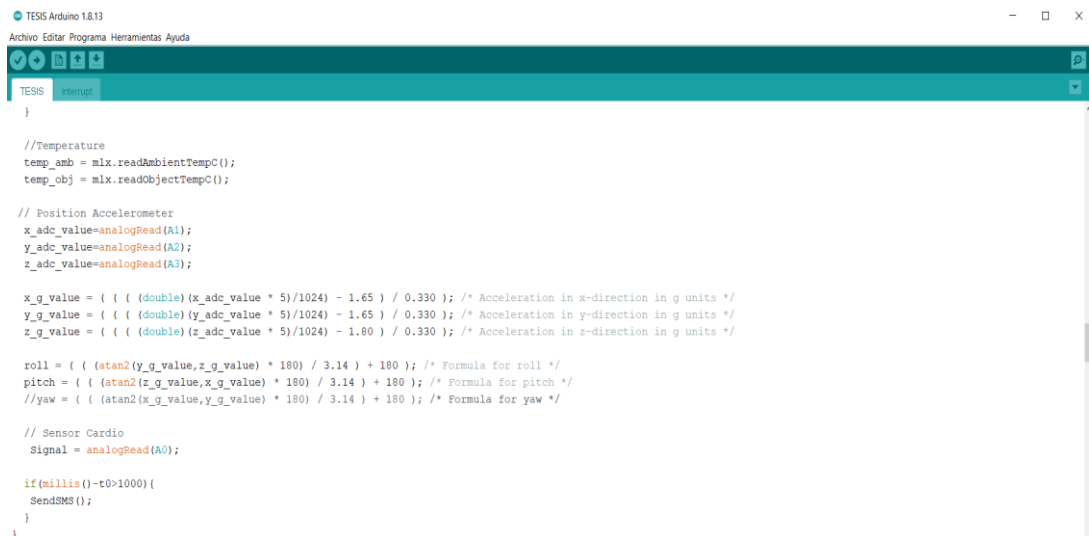
### E. Desarrollo de la programación para el acelerómetro.

La figura 34 muestra las líneas de programación empleadas para el funcionamiento de este dispositivo, al igual que los sensores tanto de pulsos como de temperatura, este emitirá un mensaje de texto cuando empiece a funcionar.

Este elemento enviará una alerta al móvil cuando la persona sufra algún accidente como por ejemplo una caída, así como también enviará dicho aviso con sus respectivas coordenadas de ubicación en el eje X y Y.

Figura 34

## Programación acelerómetro



```

TESSIS
  interrupt
}

//Temperature
temp_amb = mlx.readAmbientTempC();
temp_obj = mlx.readObjectTempC();

// Position Accelerometer
x_adc_value=analogRead(A1);
y_adc_value=analogRead(A2);
z_adc_value=analogRead(A3);

x_g_value = ( ( (double)(x_adc_value * 5)/1024) - 1.65 ) / 0.330 ); /* Acceleration in x-direction in g units */
y_g_value = ( ( (double)(y_adc_value * 5)/1024) - 1.65 ) / 0.330 ); /* Acceleration in y-direction in g units */
z_g_value = ( ( (double)(z_adc_value * 5)/1024) - 1.80 ) / 0.330 ); /* Acceleration in z-direction in g units */

roll = ( ( atan2(y_g_value,z_g_value) * 180 ) / 3.14 ) + 180 ); /* Formula for roll */
pitch = ( ( atan2(z_g_value,x_g_value) * 180 ) / 3.14 ) + 180 ); /* Formula for pitch */
//yaw = ( ( atan2(x_g_value,y_g_value) * 180 ) / 3.14 ) + 180 ); /* Formula for yaw */

// Sensor Cardio
Signal = analogRead(A0);

if(millis()-t0>1000){
  SendSMS();
}
}

```

**Nota.** En la presente figura se puede observar la programación que se realizó para el funcionamiento del acelerómetro.

#### F. Desarrollo de la programación para el Módulo SIM 800L.

En la figura 35 se muestra la programación utilizada para el funcionamiento de este módulo, el mismo que cumple con el protocolo de comunicación para enviar las alertas de los datos obtenidos de todos los sensores y acelerómetro. Este módulo será el encargado de alertar cuando la persona tenga algún problema con la temperatura, pulsos o sufran alguna caída, en caso de que suceda algo con el adulto mayor, el será el encargado de enviar un SMS al número del dispositivo móvil que esté programado.

Figura 35

## Programación SIM 800L

```

TESS Arduino 1.8.13
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda
TESS [upload]
display.setTextColor(WHITE);
display.println(F("SMART"));
display.setCursor(30,40);
display.setTextSize(2);
display.print(F("WATCH"));
display.display();
delay(2000);

Serial.println("prepara mensaje");
sim800L.print(F("AT+CMGF=1")); //set sms to text mode
sim800L.print(F("AT+CMGS=\"\"); // command to send sms
sim800L.print(F("+593987133798")); // Send to number
sim800L.print(F("\r\n"));
sim800L.print(F("BOY SU ASISTENTE SMART LISTO PARA ENVIAR DATOS...!")); //message
delay(100);
sim800L.print((char)26); //end message
delay(100);
Serial.println("envia mensaje");

interruptSetup(); // Configura la interrupcion para leer el sensor de pulsos cada 2ms
t0=millis();
t1=millis();
}

void loop() {
// put your main code here, to run repeatedly:
if (millis()-t1>500){
Escene();
t1=millis();
}
}

```

*Nota.* En la siguiente figura se puede visualizar la codificación para el uso de la tarjeta SIM, la misma que se encargará de realizar el envío de mensajes de alertas.

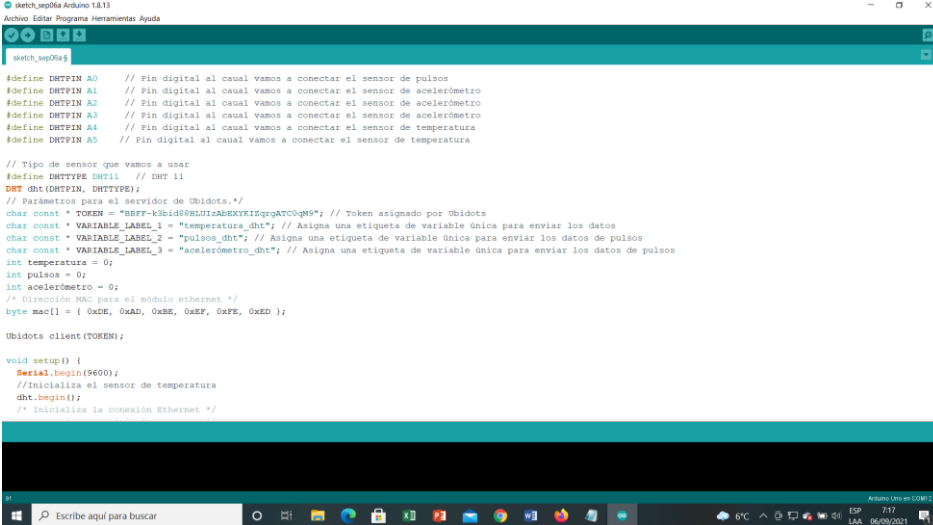
### I. Desarrollo de la comunicación para la plataforma Ubidots

En la figura 36 se muestra una parte de la programación que se realizó para el desarrollo de la comunicación entre la tarjeta de Arduino y la plataforma de Ubidots. Se procedió definiendo los puertos digitales a los cuales están conectados los sensores y acelerómetro, mediante los cuales se va hacer el envío de los datos obtenidos hacia la nube.

Hay que tener en cuenta que una vez que el módulo SIM esté conectado a red de comunicación telefónica se podrá proceder a utilizar esta plataforma, debido a que la transferencia de datos se los hace vía internet. Toda la programación de comunicación está realizada mediante seriales y comandos AT, los cuales permiten realizar una conexión un poco más rápida.

Figura 36

## Programación de comunicación



```

sketch_sep06a Arduino 1.8.13
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda

sketch_sep06a

#define DHTPIN A0 // Pin digital al cual vamos a conectar el sensor de pulsos
#define DHTPIN A1 // Pin digital al cual vamos a conectar el sensor de acelerómetro
#define DHTPIN A2 // Pin digital al cual vamos a conectar el sensor de acelerómetro
#define DHTPIN A3 // Pin digital al cual vamos a conectar el sensor de acelerómetro
#define DHTPIN A4 // Pin digital al cual vamos a conectar el sensor de temperatura
#define DHTPIN A5 // Pin digital al cual vamos a conectar el sensor de temperatura

// Tipo de sensor que vamos a usar
#define DHTTYPE DHT11 // DHT 11
DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);
// Parametros para el servidor de Ubidots.*/
char const * TOKEN = "8BFF-k3bid498LUIzAbEKYKIzqrqAT00qM9"; // Token asignado por Ubidots
char const * VARIABLE_LABEL_1 = "temperatura_dht"; // Asigna una etiqueta de variable única para enviar los datos
char const * VARIABLE_LABEL_2 = "pulsos_dht"; // Asigna una etiqueta de variable única para enviar los datos de pulsos
char const * VARIABLE_LABEL_3 = "acelerómetro_dht"; // Asigna una etiqueta de variable única para enviar los datos de pulsos
int temperatura = 0;
int pulsos = 0;
int acelerómetro = 0;
// Dirección MAC para el módulo ethernet */
byte mac[] = { 0xDE, 0xAD, 0xBE, 0xEF, 0xFE, 0xED };

Ubidots client(TOKEN);

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  //Inicializa el sensor de temperatura
  dht.begin();
  /* Inicializa la conexión Ethernet */

```

*Nota.* En la presente figura se puede verificar una parte de la programación que se utilizó para realizar la comunicación entre Arduino y Ubidots.

### 3.3 Pruebas de funcionamiento

Las pruebas de funcionamiento se realizaron de manera independiente, esto quiere decir que se fue obteniendo los datos de manera que se iba realizando la programación para cada sensor, acelerómetro y módulo.

Algo muy importante que hay que recalcar en esto es que cada sensor y acelerómetro son dispositivos análogos, por lo que sus valores se van a reflejar en datos altos, siendo en este caso el valor mínimo 255 y el valor máximo en un rango entre los 500. Esto varía de acuerdo al tipo de actividad que se vaya a realizar ya que en este tipo de dispositivos se podría decir que se omite el valor de los rangos estipulados para las mediciones físicas.

A continuación, en las presentes imágenes se observará el funcionamiento independiente de cada dispositivo electrónico, donde se podrá visualizar unos mensajes emitidos por el módulo hacia el número de la persona que está programado:



**Figura 37**

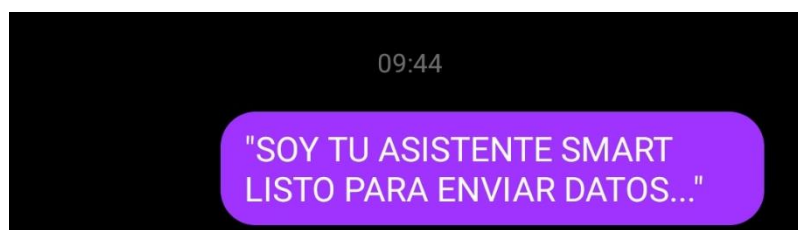
Visualización pantalla de menú



*Nota.* En la siguiente figura se puede visualizar el menú programado para el funcionamiento del dispositivo.

**Figura 38**

Mensaje asistente



*Nota.* En la siguiente figura se puede visualizar un mensaje por parte de la asistente smart.

**Figura 39**

Mensaje temperatura



*Nota.* En la siguiente figura se puede visualizar el mensaje de alerta del rango de temperatura corporal.

**Figura 40**

Mensaje pulsos cardiacos



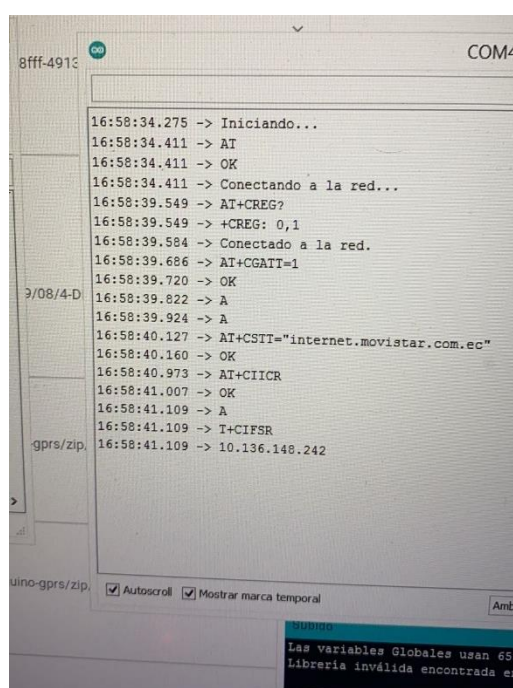
*Nota.* En la siguiente figura se puede visualizar el mensaje de alerta del rango de pulsaciones cardiacas.

### 3.3.1 Conexión a red y subida de datos a la nube

En la presente figura 41, se puede visualizar el envío de datos y la conexión a la red telefónica mediante la cual vamos a utilizar nuestro módulo SIM. Esta conexión nos permitirá realizar el envío de datos hacia la nube Ubidots, en la cual se almacenará los datos obtenidos de los sensores y acelerómetro.

**Figura 41**

Conexión a la red



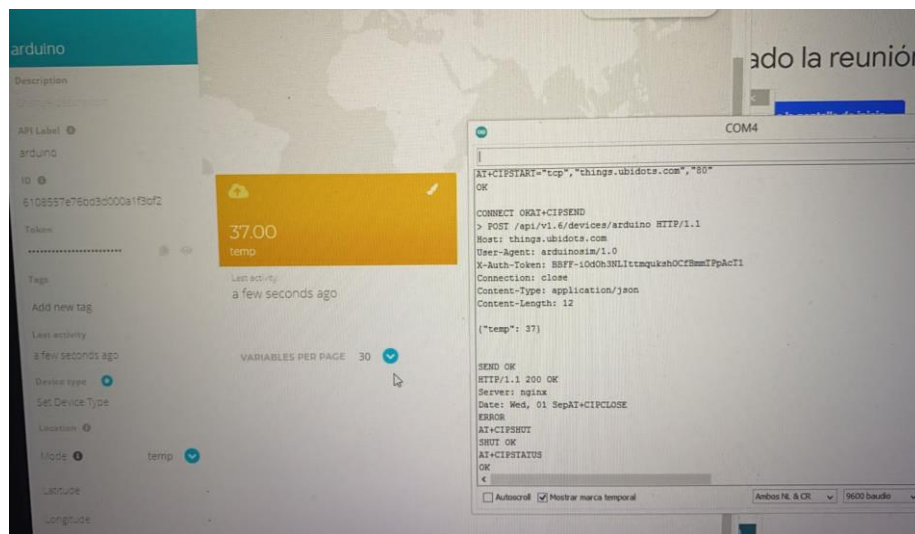
```
8fff-4913 COM4
16:58:34.275 -> Iniciando...
16:58:34.411 -> AT
16:58:34.411 -> OK
16:58:34.411 -> Conectando a la red...
16:58:39.549 -> AT+CREG?
16:58:39.549 -> +CREG: 0,1
16:58:39.584 -> Conectado a la red.
16:58:39.686 -> AT+CGATT=1
16:58:39.720 -> OK
16:58:39.822 -> A
16:58:39.924 -> A
16:58:40.127 -> AT+CSTT="internet.movistar.com.ec"
16:58:40.160 -> OK
16:58:40.973 -> AT+CIICR
16:58:41.007 -> OK
16:58:41.109 -> A
16:58:41.109 -> T+CIFSR
16:58:41.109 -> 10.136.148.242
gprs/zip.
Autoscroll [x] Mostrar marca temporal [x] Ambos
```

*Nota.* En la figura se puede visualizar la conexión que se realiza a la red telefónica.

En la figura 42 se puede visualizar la conexión de Arduino y la plataforma de Ubidots, y a su vez se puede visualizar como se van enviando y almacenando los datos obtenidos de temperatura y pulsos. Como lo mencionamos anteriormente, esta plataforma nos permite visualizar los datos en tiempo real, donde se enfoca en la configuración de acciones o alertas del análisis de datos.

Figura 42

Envío de datos a la nube



*Nota.* En la figura se observa como se está enviando datos obtenidos por los sensores hacia la plataforma de Ubidots.

### 3.4 Análisis económico del proyecto

Como se había estipulado desde un principio el costo del proyecto iba a ser mínimo, por lo que el valor de sus componentes no tiene un precio de compra muy elevado. A continuación, se presentará una tabla general donde se detallará el valor y la cantidad de los materiales e impresiones que se utilizó para el desarrollo del prototipo.

Tabla 3

Lista general

Lista de Materiales			
Descripción	Cantidad	Valor Unitario	TOTAL
Sensor de Temperatura	1	\$ 10,49	\$ 10,49
Sensor de Pulsos	1	\$ 4,02	\$ 4,02
Acelerómetro	1	\$ 6,25	\$ 6,25
Módulo SIM 800L	1	\$ 10,71	\$ 10,71

<b>Lista de Materiales</b>			
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor Unitario</b>	<b>TOTAL</b>
<b>Antena Módulo SIM</b>	1	\$ 4,02	\$ 4,02
<b>Módulo de Carga</b>	1	\$ 3,13	\$ 3,13
<b>Tarjeta Arduino</b>	1	\$ 6,61	\$ 6,61
<b>Pantalla OLED</b>	1	\$ 6,03	\$ 6,03
<b>Módulo de Pulsadores</b>	1	\$ 6,00	\$ 6,00
<b>Batería Lipo 1 A</b>	1	\$ 12,95	\$ 12,95
<b>Placa Baquelita</b>	1	\$ 1,25	\$ 1,25
<b>Ácido para Placa</b>	1	\$ 1,00	\$ 1,00
<b>Cable flexible</b>	2	\$ 0,80	\$ 1,60
<b>Correas Reloj</b>	1	\$ 5,00	\$ 5,00
<b>Impresión Carcasa</b>	1	\$ 8,00	\$ 8,00
<b>TOTAL</b>			<b>\$ 87,06</b>

*Nota.* Se desarrolló una tabla de costos generales de todos los implementos que se utilizó para el desarrollo del prototipo.

## Capítulo IV

### 4. Conclusiones y Recomendaciones

#### 4.1 Conclusiones

- Los parámetros que se estudió para desarrollar el funcionamiento de este prototipo fueron las pulsaciones o ritmo cardiaco, temperatura y estabilidad del adulto mayor. Cabe recalcar que estos aspectos son los más importantes en los cuales hay que tener mucha precaución al momento de cuidar a una persona adulta.
- El diseño de la estructura física se lo realizó en el software de diseño 3D SOLIDWORKS. Hay que tener en consideración que se está realizando el diseño de un prototipo, por lo sus medidas van a ser un poco amplias debido al dimensionamiento que poseen sus elementos eléctricos y electrónicos.
- El diseño del sistema electrónico se lo realizó en el software PROTEUS, el mismo que nos ayudó con la simulación del sistema de control, que en este caso viene a ser la tarjeta de Arduino, donde pudimos simular el funcionamiento de los sensores y acelerómetro, a la vez, también se pudo identificar los pines de uso de cada elemento.
- Se realizaron pruebas de funcionamiento de manera independiente de cada dispositivo electrónico y módulos que se utilizaron. Para la recepción de mensajes y alertas se fueron realizando pruebas instantáneas mientras se iba realizando la respectiva programación, debido a que en determinados momentos se iban recepiendo fallas de señal de comunicación entre en módulo SIM y la operadora.

## 4.2 Recomendaciones

- Para poder realizar la respectiva programación de cualquier dispositivo electrónico, se recomienda descargar las actualizaciones más recientes de librerías o software en general, debido a que los dispositivos electrónicos hoy en día vienen incorporadas funciones mejoradas para su desempeño.
- En caso de no recibir la señal adecuada para el funcionamiento o comunicación del módulo SIM 800L, es necesario cambiar de antena debido a que en los lugares que residimos no existe la recepción de señal adecuada y por ende es necesario buscar alternativas para solucionar estos inconvenientes.
- Se puede tomar como un ejemplo el desarrollo de este prototipo para en un futuro realizar un diseño más sofisticado, una mejor programación y así incorporar mejoras para el funcionamiento del mismo.
- Para armar nuestro sistema eléctrico y electrónico es necesario verificar bien el tipo de material que vamos a utilizar para el desarrollo del mismo, debido a que en ocasiones se llegan a romper los alambres que se utilizando para las conexiones por estar manipulando de manera constante.

## Bibliografía

- ARDUINO.cl. (2019). *¿Qué es Arduino?* Recuperado el 22 de Junio de 2021, de <https://arduino.cl/que-es-arduino/>
- Ayuda Familiar. (6 de Noviembre de 2019). *Cuidados para el verano: 10 consejos para el cuidado de mayores en verano*. Recuperado el 15 de Junio de 2021, de <https://www.ayudafamiliar.es/blog/cuidado-mayores-verano/>
- Cama, A., De la Hoz, E., & Cama, D. (01 de 10 de 2012). Las redes de sensores inalámbricos y el Internet de las cosas. *INGE CUC*, 8(1), 165. Recuperado el 27 de Mayo de 2021, de <https://repositorio.cuc.edu.co/handle/11323/1546>
- Corona, L., Abarca, G., & Carreño, J. (2014). Clasificación de los sensores por el tipo de variable medida. En *Sensores y actuadores* (pág. 18). México: PATRIA, S.A. Recuperado el 27 de Junio de 2021
- Corona, L., Abarca, G., & Carreño, J. (2014). Sensores inteligentes. En *Sensores y actuadores* (pág. 21). México: PATRIA, S.A. Recuperado el 27 de Junio de 2021
- Coronel, V., & Tenelanda, D. (2016). *Repositorio Escuela Superior Politécnica de Chimborazo*. Recuperado el 27 de Mayo de 2021, de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/5440/1/98T00093.pdf>
- Espeso, P. (12 de Mayo de 2015). XATAKA. Recuperado el 27 de Junio de 2021, de <https://www.xataka.com/internet-of-things/las-3-tecnologias-clave-para-el-internet-de-las-cosas>
- Fundación Española del Corazón. (2019). *Frecuencia Cardíaca*. Recuperado el 15 de Junio de 2021, de <https://fundaciondelcorazon.com/prevencion/riesgo-cardiovascular/frecuencia-cardiaca.html>
- Garnica, F., & Maita, E. (2018). *Repositorio Institucional Universidad de Cuenca*. Recuperado el 27 de Mayo de 2021, de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/31536>
- Geriatricarea. (Marzo de 2016). *Caídas en personas mayores: riesgos, causas y prevención*. Recuperado el 15 de Junio de 2021, de <https://www.geriatricarea.com/2016/03/16/caidas-en-personas-mayores-riesgos-causas-y-prevencion/>



- Geriatricarea. (Febrero de 2018). *Consecuencias de las caídas en las personas mayores*. Recuperado el 15 de Junio de 2021, de <https://www.geriatricarea.com/2018/02/20/consecuencias-las-caidas-las-personas-mayores/>
- Horowitz, J. (19 de Noviembre de 2020). *Examples & Applications of IoT*. Recuperado el 22 de Junio de 2021, de <https://itchronicles.com/iot/examples-applications-of-iot/>
- Moisés, A. (2018). INTERNET DE LAS COSAS. Madrid: REUS. Recuperado el 22 de Junio de 2021
- Moisés, A. (2018). INTERNET DE LAS COSAS. Madrid: REUS. Recuperado el 22 de Junio de 2021
- PROMETEC. (2018). *MÓDULO GSM/GPRS: llamar y enviar SMS*. Recuperado el 27 de Junio de 2021, de <https://www.prometec.net/gprs-llamar-enviar-sms/>
- Salazar, J., & Silvestre, S. (2020). Internet de las cosas. Madrid: TECH pedia. Recuperado el 27 de Mayo de 2021
- ubidots. (s.f.). *ubidots*. Recuperado el 2021 de Agosto de 23, de <https://stem.ubidots.com/app/dashboards/611aac861d6f1a071a229a8d/>

# ANEXOS