



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y REDES DE
COMUNICACIÓN**

**TÍTULO: “SISTEMA ELECTRÓNICO DE ALARMA DE CAÍDAS
PARA ADULTOS MAYORES DEL CENTRO DE CUIDADO DEL
ADULTO MAYOR SAN MARTÍN”**

**TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN
ELECTRÓNICA Y REDES DE COMUNICACIÓN.**

AUTOR: KATHERINE PAMELA IZAMA FLORES.

DIRECTOR: ING. OMAR OÑA.

IBARRA-ECUADOR

2017



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA
AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN
A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	103333141		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Izama Flores Katherine Pamela		
DIRECCIÓN:	Princesa Cory Cory y Julio Andrade		
EMAIL:	kpizamaf@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:	062511059	TELÉFONO MÓVIL:	0996049416

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	“SISTEMA ELECTRÓNICO DE ALARMA DE CAÍDAS PARA ADULTOS MAYORES DEL CENTRO DE CUIDADO DEL ADULTO MAYOR SAN MARTÍN”
AUTOR (ES):	Katherine Pamela Izama Flores
FECHA: AAAAMMDD	2017-09-22
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TITULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero en Electrónica y Redes de Comunicación.
ASESOR /DIRECTOR:	Ing. Omar Oña

2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, Katherine Pamela Izama Flores, con cédula de identidad Nro. 1003333141, en calidad de autor y titular, de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 144.

3. CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 22 días del mes de septiembre del 2017.

EL AUTOR:



.....

Nombre: Katherine Pamela Izama Flores

Cédula: 1003333141



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Yo, KATHERINE PAMELA IZAMA FLORES, con cédula de identidad Nro. 1003333141, manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor de la obra o trabajo de grado denominado: **“SISTEMA ELECTRÓNICO DE ALARMA DE CAÍDAS PARA ADULTOS MAYORES DEL CENTRO DE CUIDADO DEL ADULTO MAYOR SAN MARTÍN”**, que ha sido desarrollado para optar por el título de: **INGENIERO EN ELECTRÓNICA Y REDES DE COMUNICACIÓN** en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

Ibarra, a los 22 días del mes de Septiembre 2017.

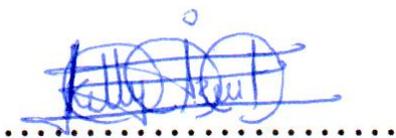
A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Katherine Pamela Izama Flores', is written over a dotted line.

Nombre: Katherine Pamela Izama Flores

Cédula: 1003333141.

DECLARACIÓN

Yo, Katherine Pamela Izama Flores con cédula de identidad Nro. 1003333141, estudiante de la carrera de Ingeniería en Electrónica y Redes de Comunicación, libre y voluntariamente declaro que el presente trabajo de investigación es de mi autoría, y no ha sido realizado, ni calificado por otro profesional, para efectos académicos y legales será de mi responsabilidad.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Katherine Pamela Izama Flores', is written over a horizontal dotted line.

Nombre: Katherine Pamela Izama Flores

Cédula: 1003333141

Ibarra a los 22 días del mes de Septiembre del 2017

CERTIFICACION

Certifico que el presente trabajo titulado “**SISTEMA ELECTRÓNICO DE ALARMA DE CAÍDAS PARA ADULTOS MAYORES DEL CENTRO DE CUIDADO DEL ADULTO MAYOR SAN MARTÍN**” fue desarrollado por la Señorita KATHERINE PAMELA IZAMA FLORES, bajo mi supervisión.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Omar Oña', is written over a horizontal dotted line. The signature is fluid and cursive.

Ing. Omar Oña
DIRECTOR DE TESIS

AGRADECIMIENTO

A Dios, por permitirme llegar a este momento tan especial de mi vida, por los triunfos y los momentos difíciles que me han enseñado a valorar mi existencia.

A la Universidad Técnica del Norte por abrirme las puertas de su casona y ser parte de ella, a todos mis docentes por brindarme sus conocimientos, esfuerzo, paciencia, dedicación, y sobre todo su apoyo constante en las diversas tareas diarias, por enseñarme a ser una mejor persona.

A mi familia por brindarme su apoyo incondicional en cada instante de mi vida y ser un pilar fundamental para la culminación de mi carrera.

Al Ing. Omar Oña, director de Tesis, al Ing. Jaime Michilena, al Ing. Carlos Vásquez por sus aportes y accesorias invaluable para la elaboración de éste proyecto.

Finalmente agradezco a todos mis amigos y a ti que estuvieron en este periodo de mi vida, por nuestras experiencias vividas las cuales nunca serán olvidadas.

A todos y cada uno de ustedes, nuevamente.

Gracias

Katherine Pamela Izama Flores.

DEDICATORIA

La presente tesis la dedico de manera especial a mis padres Anita Flores y Ramiro Izama quien han sido mi principal cimiento para la construcción de mi vida estudiantil, establecieron en mí el respeto, la responsabilidad y sobre todo el deseo de superación, gracias por su esfuerzo realizado día tras día,

A mis hermanas Daysi, Evelyn, Zamira y a mi cuñado Andrés Polo, por estar en los buenos y en los malos momentos apoyándome, y sobre todo por sus palabras de aliento, por sus consejos que han sabido guiarme para culminar mi carrera.

A mis sobrinos David, Paula, Said por ser mi alegría y brindarme su cariño todos los días de mi vida.

Katherine Pamela Izama Flores

INDICE DE CONTENIDO

1.Capítulo I	1
1.1Antecedentes	1
1.1.1Problema.....	1
1.1.2Objetivos.....	2
1.1.2.1Objetivo General.....	2
1.1.2.2Objetivo Específicos.....	3
1.1.3 Alcance.....	3
1.1.4 Justificación.....	5
2.Capítulo II	7
2.1Adultos Mayores.....	7
2.1.1Definición.....	7
2.1.2Antecedentes.....	7
2.1.3La vejez como fenómeno social.....	8
2.1.4Significados de la edad.....	8
2.1.5Calidad de vida.....	9
2.1.6Adulto Mayores en Ibarra y Ecuador.....	9
2.1.7Enfermedades.....	12
2.1.7.1Arthritis.....	12
2.1.7.2Artrosis.....	12
2.1.7.3Arteriosclerosis.....	13
2.1.7.4Alzheimer.....	13
2.1.7.5Parkinson.....	13
2.1.7.6Sordera.....	13

2.1.7.7Problemas visuales.....	13
2.1.7.8Demencia senil.....	14
2.1.7.9Osteoporosi.	14
2.1.8Caídas del adulto mayor.....	14
2.1.8.1Caídas de los adultos Mayores en el Ecuador.....	15
2.1.8.2Tipos de Caídas.....	17
2.1.8.3Causas de las caídas.	18
2.1.8.4Consecuencias de las Caídas.....	18
2.1.8.5Recurrencias de caídas.	19
2.1.8.1Imprentar medidas de detección y atención inmediatas cuando el adulto mayor sufre una caída.....	21
2.2 Componentes Eléctricos.....	24
2.2.1Voltaje.....	24
2.2.2Corriente.	25
2.2.3Potencia.....	26
2.2.4Conductores.	26
2.2.5Semiconductores.	26
2.2.6Elementos pasivos.....	27
2.2.6.1Resistores.....	27
2.2.6.2Resistores variables.....	28
2.2.6.3Capacitores.....	29
2.2.1Reguladores de Voltaje.....	30
2.2.2Sensores.....	31
2.2.2.1Sensores análogos.....	31
2.2.2.2Sensores digitales.....	32

2.3Hardware Open Source	33
2.3.1Plataformas de Open Source.....	33
2.3.1.1Arduino.....	33
Arduino Mini.....	35
Arduino Nano.....	36
Arduino Uno.....	39
Arduino Mega.....	40
Arduino YUN.....	42
Arduino Leonardo.....	43
2.4Redes Inalámbricas	45
2.5Módulos de Comunicación	46
2.5.1Bluetooth.....	46
2.5.2Zigbee.....	47
2.5.3WIFI.....	48
2.6Wearables.....	49
3.Capítulo III.....	51
3.1Situación Actual.....	51
3.1.1Entrevista.....	51
3.1.1.1Estado actual del centro de los adultos mayores.....	52
3.1.2Inspección.....	63
3.1.2.1Estado actual del espacio físico del centro de cuidado del adulto mayor San Martin.....	63
3.2Requerimientos del sistema	66
3.2.1Requerimientos de Stakeholder.....	67
3.2.2Requerimientos de arquitectura.....	68
3.2.3Requerimientos del Sistema.....	70

3.3Selección de Software y Hardware.	71
3.3.1Selección de software.	71
3.3.1.1Selección del IDE.	71
3.3.2Selección de hardware.	72
3.3.2.1Sensor Acelerómetro.....	72
3.3.2.2Selección del módulo WI-FI.....	73
3.3.2.3Tarjeta de adquisición de datos.....	74
3.4Elementos electrónicos a utilizar	77
3.4.1Sensor Acelerómetro MMA 7361.....	77
3.4.2Sensor de impacto.	80
3.4.3Módulo WIFI ESP8266-1.....	81
3.4.4Arduino Nano.....	82
3.4.5Shield Ethernet.....	84
3.4.6Módulo GSM SIM 900.	86
3.4.7Arduino Uno.	87
3.5Diagrama de bloques del sistema.....	89
3.5.1.1Módulo Central.	90
3.5.1.2Arduino uno.	91
3.5.1.3Shield Ethernet.....	91
3.5.1.4Router.....	93
3.5.1.5Módulo GSM SIM 900.....	96
3.5.1.6Indicadores de alerta.	97
3.5.1.7Diagrama de conexión del Módulo Central.	100
3.5.1.8Fuente de alimentación.	101
3.5.2Módulo Sensor.....	108

3.5.2.1 Arduino Nano.....	109
3.5.2.2 Sensor Acelerómetro MMA 7361.....	109
3.5.2.3 Sensor de impacto.....	112
3.5.2.4 Módulo WIFI ESP8266-1.....	114
3.5.2.5 Diagrama de conexión del Módulo Sensor.....	115
3.5.3 Fuente de alimentación.....	116
3.6 Diseño de software del sistema.....	120
3.6.1 Diagrama de flujo del Sistema.....	121
3.7 Implementado el Módulo sensor.....	131
3.8 Diseño de cobertura de red.....	126
4. Capítulo IV.....	131
4.1 Pruebas de funcionamiento prototipo inicial.....	133
4.1.1 Servidor Web.....	133
4.1.2 Prueba de Comunicación entre el módulo central y el módulo sensor.....	135
4.1.2.1 Existe comunicación entre el módulos central y módulos sensor.....	135
4.1.2.2 Falla de comunicación entre el módulo sensor y el módulo central.....	136
4.1.3 Pruebas de funcionamiento de los sensores.....	138
4.1.3.1 Sensibilidad del sensor de aceleración.....	138
4.1.3.2 Senilidad del sensor de impacto.....	139
4.1.4 Alarmas generadas por caída.....	139
4.1.4.1 Alarma Principal.....	139
4.1.4.2 Alarma secundaria.....	141
4.2 Corrección de Errores.....	141
4.3 Pruebas y Resultados del Prototipo Final.....	142
4.4 Análisis consto beneficio.....	148

4.4.1Costo.....	149
4.4.2Beneficios.....	153
4.4.2.1A los adultos mayores.....	153
4.4.2.2A los familiares.....	154
4.4.2.3Al país.....	154
5.Capítulo V.....	156
5.1Conclusiones.....	156
5.2Recomendaciones.....	157

INDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1. Comparación entre hombres y mujeres de Imbabura asegurados.</i>	<i>10</i>
<i>Figura 2. Adulto mayor sufriendo una caída</i>	<i>15</i>
<i>Figura 3. a) Símbolo de la resistencia, b) Resistencia de carbón</i>	<i>28</i>
<i>Figura 4. Resistencia variable, a) símbolo, esquema, c) aspecto físico del potenciómetro</i>	<i>29</i>
<i>Figura 5. Capacitores: a) símbolo, b) cerámico, c) poliéster, d) electrolito, e) símbolo del electrolítico.</i>	<i>30</i>
<i>Figura 6. Regulador de voltaje.....</i>	<i>31</i>
<i>Figura 7. Diferentes tipos de sensores análogos.....</i>	<i>32</i>
<i>Figura 8. Diferentes sensores digitales.</i>	<i>32</i>
<i>Figura 9. Logo de Arduino.</i>	<i>34</i>
<i>Figura 10. a) Placa del Arduino Mini Física b) esquema de sus pines.</i>	<i>35</i>
<i>Figura 11. Esquema de pines del Arduino Nano.</i>	<i>37</i>
<i>Figura 12. Esquema de pines del Arduino Uno.....</i>	<i>39</i>
<i>Figura 13. Esquema de pines del Arduino Mega.</i>	<i>41</i>
<i>Figura 14. Esquema de pines del Arduino Yun.</i>	<i>42</i>
<i>Figura 15. Esquema de pines del Arduino Leonardo.</i>	<i>44</i>
<i>Figura 16. Clasificación de las redes inalámbricas.</i>	<i>45</i>
<i>Figura 17. Logo de Bluetooth.....</i>	<i>47</i>
<i>Figura 18. Logo ZigBee.....</i>	<i>47</i>
<i>Figura 19. Logo de Wi-Fi.....</i>	<i>48</i>
<i>Figura 20. Dibujo de una persona con diferentes dispositivos en su cuerpo llamados Wearebles.</i>	<i>50</i>
<i>Figura 21. Señora Josefina Ramírez administradora de la institución.....</i>	<i>52</i>
<i>Figura 22. a) Mapa de la ubicación del centro b) Imagen de la entrada principal del centro “San Martín”.....</i>	<i>53</i>
<i>Figura 23. Foto panorámica del Centro del cuidado del adulto mayor San Martín.</i>	<i>53</i>
<i>Figura 24. Asistente de Geriátrica realizando: a) Control de Signos Vitales, b) Suministrando alimentación. ...</i>	<i>54</i>
<i>Figura 25. Porcentaje del género de los adultos mayores</i>	<i>55</i>
<i>Figura 26. Porcentaje de las enfermedades de los adultos mayores del centro.....</i>	<i>56</i>
<i>Figura 27: Porcentajes de las enfermedades más frecuentes en los adultos mayores determinadas por áreas ...</i>	<i>57</i>
<i>Figura 28. Adultos Mayores que se encuentran : a) coverzando, b) con poca movilidad, c) mirando la televisión y dormida, c) sentada mirando a los demás.</i>	<i>58</i>
<i>Figura 29. Porcentaje de las causas de las caídas en el centro de cuidado del adulto mayor.</i>	<i>60</i>
<i>Figura 30. Ejemplos de fracturas luego de una caída (a) fractura de cabeza, (b) fractura pierna, (c) cadera, (d) fractura de tobillo, (e) fractura de muñeca, (d) llegar hasta la muerte.</i>	<i>61</i>
<i>Figura 31. Espacio Físico.</i>	<i>63</i>
<i>Figura 32. Plano de la distribución del Centro de cuidado del adulto mayor.</i>	<i>64</i>

<i>Figura 33. Ubicación del Modem de CNT</i>	65
<i>Figura 34. Placa de Acelerómetro MMA7361.</i>	78
<i>Figura 35. Sensor de Impacto</i>	80
<i>Figura 36. Módulo Wi-Fi ESP8266-1.</i>	81
<i>Figura 37. Esquema de pines del Arduino Nano</i>	83
<i>Figura 38. Esquema de pines del Shield Ethernet</i>	85
<i>Figura 39. Esquemas de Pines de módulo GSM SIM900.</i>	87
<i>Figura 40. Esquema de pines del Arduino Uno</i>	88
<i>Figura 42. Diagrama de bloques del Módulo Central.</i>	90
<i>Figura 43. Diagrama de conexión Arduino Uno-Shield Ethernet</i>	93
<i>Figura 44: Configuración del Router D-Link</i>	94
<i>Figura 45: Configuración del Router D-Link</i>	95
<i>Figura 46: Diagrama de conexión Shield Ethernet-Router.</i>	96
<i>Figura 47. Diagrama de conexión Arduino Uno-Módulo GSM.</i>	97
<i>Figura 48. Diagrama de conexión Arduino Uno-Indicadores de Alerta.</i>	99
<i>Figura 49. Diagrama de Conexión del Módulo Central</i>	100
<i>Figura 50. Diseño de los elementos de placa de Eagle.</i>	101
<i>Figura 51: Circuito regulador de voltaje de alimentación.</i>	103
<i>Figura 52. UPS Forza NT-761NT</i>	107
<i>Figura 53. Diagrama de bloques del módulo sensor</i>	108
<i>Figura 54. Diagrama de conexión entre el Arduino Nano-Sensor de Aceleración</i>	112
<i>Figura 55. Diagrama de conexión entre el Arduino Nano-Sensor de Impacto.</i>	113
<i>Figura 56. Diagrama de conexión entre el Arduino Nano Módulo WI-FI.</i>	115
<i>Figura 57. Diagrama esquemático del módulo sensor.</i>	116
<i>Figura 58. Diagrama de Flujo del Sistema</i>	125
<i>Figura 59. Planos del centro de cuidado del Adulto Mayor San Martin</i>	126
<i>Figura 60. Distribución de cuartos en el centro de cuidado del adulto mayor San Martin</i>	127
<i>Figura 61. Distribución de repetidores de señal.</i>	128
<i>Figura 62. Sensibilidad de cobertura</i>	129
<i>Figura 63. Conexión eléctrica</i>	130
<i>Figura 64. Implementación de módulo Sensor en el pecho del adulto mayor.</i>	132
<i>Figura 65: Página para visualización del cliente cuando no existe una caída</i>	134
<i>Figura 66. Página para visualización del cliente cuando existe una caída.</i>	134
<i>Figura 67. Página para visualización del cliente cuando exista falla de la comunicación</i>	135
<i>Figura 68. Comunicación entre el módulo central y sensor.</i>	136
<i>Figura 69: Alarma de falla de comunicación con auditiva y visual.</i>	137
<i>Figura 70: Botón para desactivar la alarma auditiva del módulo Central.</i>	138

<i>Figura 71:Alarma auditiva y Visual (a) Módulo Central (b)Módulo Sensor.</i>	139
<i>Figura 72. Desactivación de la alarma</i>	140
<i>Figura 73. Envío de mensaje de texto al encargado de la institución</i>	141
<i>Figura 74:Implementación del proyecto en el centro de cuidado del Adulto Mayor.</i>	142
<i>Figura 75:Elementos del módulo central.</i>	143
<i>Figura 76:Elementos del módulo indicador de alarma.</i>	143
<i>Figura 77. Diseño final del módulo sensor</i>	144
<i>Figura 78 Adulto Mayor Posición a) Sentada b) Parada c) Acostada</i>	145
<i>Figura 79: No existe una caída (a) Módulo Central (b)Módulo Sensor.</i>	146
<i>Figura 80. Adulto Mayor Caída</i>	147
<i>Figura 81. Alarma de caídas (a)Módulo Central, (b) Módulo Sensor</i>	148
<i>Figura 82:Detector personas caídas</i>	150
<i>Figura 83:Detector personas caídas</i>	151

INDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1. Datos del INEC Imbabura.....</i>	<i>10</i>
<i>Tabla 2. Ocurrencias de caídas adultos mayores.....</i>	<i>20</i>
<i>Tabla 3. Características del Arduino Mini Pro.....</i>	<i>36</i>
<i>Tabla 4. Características de Arduino Nano.....</i>	<i>37</i>
<i>Tabla 5: Características de Arduino Uno.....</i>	<i>40</i>
<i>Tabla 6. Características del Arduino Mega.....</i>	<i>41</i>
<i>Tabla 7. Características del Arduino Yun.....</i>	<i>43</i>
<i>Tabla 8. Características del Arduino Leonardo.....</i>	<i>44</i>
<i>Tabla 9. Comparación entre tecnologías inalámbricas.....</i>	<i>49</i>
<i>Tabla 10. Lista de Stakeholders.....</i>	<i>67</i>
<i>Tabla 11. Requerimientos de Stakeholder.....</i>	<i>68</i>
<i>Tabla 12. Requerimientos de arquitectura.....</i>	<i>69</i>
<i>Tabla 13. Requerimientos de funciones.....</i>	<i>70</i>
<i>Tabla 14. Selección de software según los requerimientos.....</i>	<i>71</i>
<i>Tabla 15. Comparación de las características entre tarjetas de adquisición de datos.....</i>	<i>74</i>
<i>Tabla 16. Selección de la tarjeta de adquisición de datos según los requerimientos.....</i>	<i>75</i>
<i>Tabla 17. Comparación de las características entre los distintos Arduinos.....</i>	<i>76</i>
<i>Tabla 18. Selección del Arduino según los requerimientos.....</i>	<i>76</i>
<i>Tabla 19. Comparación de las características entre los distintos Módulos WIFI.....</i>	<i>73</i>
<i>Tabla 20. Selección del módulo WI-FI según los requerimientos.....</i>	<i>74</i>
<i>Tabla 21. Comparación de las características de los sensores acelerómetros.....</i>	<i>72</i>
<i>Tabla 22 Selección del módulo WI-FI según los requerimientos.....</i>	<i>72</i>
<i>Tabla 23. Características de Arduino Uno.....</i>	<i>88</i>
<i>Tabla 24. Características de Arduino Nano.....</i>	<i>84</i>
<i>Tabla 25: Ajustes de Sensibilidad.....</i>	<i>79</i>
<i>Tabla 26: Tabla de los voltajes y corriente de los módulos del nodo central.....</i>	<i>102</i>
<i>Tabla 27: Característica de la fuente de alimentación RS 25-5.....</i>	<i>105</i>
<i>Tabla 28: Características del UPS Forza NT-761NT.....</i>	<i>106</i>
<i>Tabla 29: Sensibilidad de aceleración 6G.....</i>	<i>110</i>
<i>Tabla 30 Rango del convertor Análogo Digital.....</i>	<i>111</i>
<i>Tabla 31. Alimentación de la tarjeta electrónicas.....</i>	<i>118</i>
<i>Tabla 32: Costo sistema transmisor.....</i>	<i>149</i>

INDICE DE FORMULAS

<i>Ecuación 1. Formula de Voltaje</i>	24
<i>Ecuación 2. Formula de la Corriente</i>	25
<i>Ecuación 3. Ecuación de la Potencia</i>	26
<i>Ecuación 4. Ecuación de la resistencia</i>	27
<i>Ecuación 5; Ecuación del capacitor</i>	29
<i>Ecuación 6:Ley de Ohm</i>	98
<i>Ecuación 7:Calcular el Voltaje de CD</i>	103
<i>Ecuación 8. Consumo de la batería</i>	119
<i>Ecuación 9. Formula Vida de la Batería</i>	119

RESUMEN

El presente trabajo de titulación consiste en el desarrollo sistema electrónico de alarma de caídas para adultos mayores del centro de cuidado “San Martín” utilizando la tecnología wearable, este sistema servirá de ayuda a los adultos mayores, a sus familiares y a las instituciones encargadas de su atención, porque permitirá informar y alertar de este accidente producido por una caída.

El sistema tiene dos tipos de alarmas; una alarma principal en donde se activa una alerta sonora y una alerta visual dentro de la institución donde se instala el prototipo; la alarma secundaria envía un mensaje de texto a un familiar informando que el adulto mayor ha sufrido una caída, puede estar dentro o fuera de la institución. Además, al momento de producirse una caída el adulto mayor será atendida inmediatamente; el tiempo transcurrido desde el instante que se generó la caída hasta su atención es primordial para que las lesiones causadas por este accidente no sean mayores.

El prototipo consiste en dos procesos muy importantes: el módulo central o estación base y el módulo sensor o estación portátil; el módulo sensor está compuesto por un sensor de aceleración, un sensor de impacto, arduino nano, dispositivo WI-FI y una batería de Lipo, todos estos elementos electrónicos permiten al módulo detectar que se generó una caída, los sensores son los encargados de generar datos; estos datos son procesados almacenados y comparados en el Arduino Nano, permitiendo determinar si existe una caída, si se define que es una caída se procede al envía de la información al módulo central mediante comunicación inalámbrica (dispositivo Wi-Fi), en cambio el módulo central tiene un Arduino Uno, un Shield Ethernet, un dispositivo GSM y una fuente de voltaje, este módulo recibe los datos enviados por el módulo sensor, luego los procesa, compara y emite la alarma principal y la alarma secundaria.

Como pruebas de funcionamiento del sistema electrónico de alarma de caídas para adultos mayores, se tomó en cuenta todas la posiciones y actividades que realizan los adultos mayores

teniendo un prototipo final seguro, fiable al momento de detectar una caída (no se tiene falsas alarmas ni caídas no detectadas).

Permite al centro de cuidado “San Mártir” fortalecer la atención y cuidado que reciben los adultos mayores, en donde las personas que residen en la institución y sus familiares se sienten más seguros e informados a tiempo porque ellos recibirán un mensaje de texto cuando su familiar haya sufrido una caída y sabrá que fue atendido a tiempo por los geriatras.

ABSTRACT

The present work of degree consists of the development of the electronic system of alarm of falls for older adults of the center care of the older adults "San Martin" using the wearable technology, this system will help older adults, their families and the institutions responsible for their care, because it will inform and alert of this accident caused by a fall

The system has two types of alarms; a main alarm where activates a sound alert and a visual alert inside the institution where the prototype is installed; the secondary alarm, sends a text message to a relative informing that the older adult suffered a fall, can be inside or outside the institution. The time of a fall the older adult will be attended immediately; the elapsed time from the moment the fall was generated to your attention is essential for the injuries caused by this accident are not worse.

The prototype consists of two very important processes: the central module or base station and the sensor module or portable station; the sensor module is composed of acceleration and impact sensors, arduino nano, WI-FI module and a Lipo battery, all these electronic elements allow the module to detect that a fall was generated, the sensors are responsible for generating data; these data are processed stored and compared in the Arduino Nano, allowing to determine if there is a fall, if it is defined as a fall, proceed to send the information to the central module by wireless communication (Wi-Fi device),the central module has an Arduino One, an Ethernet Shield, a GSM device and a voltage source, this module receives the data sent by the sensor module, then processes, compares and emits the main alarm and the secondary alarm.

How functional testing of the electronic fall alarm system for older adults, it was taken into account all positions and activities realize by older adults having a final prototype safe, reliable at the time of detecting a fall (no false alarms or undetected fall).

Permit to the care institution "San Martin" to improve the care that only the older adults, where people residing in the institution and their relatives feel more secure and informed in time because they will receive a text message when their family member has suffered a fall and will know that it was attended in time by geriatricians

1. Capítulo I

Para este primer capítulo se procederá a la explicación del porqué la elaboración de este proyecto, los objetivos que desean alcanzar con la ejecución del proyecto, y la debida delimitación del trabajo.

1.1 Antecedentes

1.1.1 Problema.

El Centro de cuidado del adulto mayor “San Martín” de la ciudad de Ibarra, es una institución que se dedica al cuidado de los adultos mayores, posee personas auxiliares y ayudantes con alta vocación y experiencia, en esta entidad se atienden a 20 personas estables (que viven en el centro) y dos ocasionales (que pasan solo la mañana y la tarde). Los adultos mayores que se encuentran todo el día en el centro sufren riesgos, ocasionados por enfermedades como Artritis, Alzheimer, Sordera, Problemas Visuales, características de su edad. La Doctora Salomé Gordillo propietaria de la institución manifiesto que la mayor recurrencia de atención en el centro, se relacionan a las lesiones ocasionadas por caídas. Constituyen uno de los más graves problemas epidemiológicos¹, generador de una cascada de consecuencia de todo tipo, incluyendo social y económico.

En la actualidad las caídas son un problema de salud frecuentemente ignorado por los adultos mayores y sus familiares. A mayor edad, la probabilidad de caerse también se incrementa, las enfermedades aumentan, sumándose a esta problemática una serie de factores de riesgos que existen en la institución.

En el centro de cuidado del adulto mayor no existe ningún sistema de alarma o alerta que permita avisar a las personas encargadas de su cuidado si un adulto mayor sufrió una

¹ Epidemiológicos: es una disciplina científica que estudia la distribución, la frecuencia, los factores determinantes, las predicciones y el control de los factores relacionados con la salud y con las distintas enfermedades existentes en poblaciones humanas definidas.

caída y a causa de este accidente se encuentre mal herido. Por esta razón existe muchas personas que no han podido ser atendidos de manera inmediata, no existe la demanda necesaria de personal que atienda a una sola persona y este con el todo el tiempo.

Mediante el desarrollo de un sistema electrónico de alarma de caídas para adultos mayores en el Centro de cuidado del adulto mayor “San Martín” busca tener un control inmediato y permanente de los adultos mayores que sufrieron una caída por medio de la generación de varios tipos de alertas como: activación de una alarma local y llamada de emergencia al encargado del centro, esto permitirá una intervención oportuna de auxilio temprano. Los encargados de esta institución y los familiares del adulto mayor podrán tener un aviso inmediato y saber si fueron atendidos a tiempo.

Se han venido registrando caídas en los adultos mayores en el centro de cuidado del adulto mayor con gran frecuencia se puede decir que de 20 personas que viven en el centro 15 personas han sufrido una caída, actualmente se busca implementar la tecnología ya que facilita y agiliza la atención de ciertas emergencias, como en este caso que tiene como objetivo un aviso rápido, acción que deriva en tomar medidas inmediatas de auxilio, aprovechando las diferentes herramientas tecnológicas de acceso a la información y satisfaciendo las necesidades del centro.

1.1.2 Objetivos.

1.1.2.1 Objetivo General.

Diseñar un sistema electrónico de alerta de caídas para adultos mayores mediante la utilización de un sistema electrónico, para mejorar el control y la asistencia inmediata a las personas que viven en el centro de cuidado de adultos mayores San Martín de la ciudad de Ibarra al momento de sufrir una caída

1.1.2.2 *Objetivo Específicos.*

- Recolectar y desarrollar la fundamentación teórica de las caídas en los adultos mayores, mediante la revisión de documentos válidos para implementar medidas de intervención inmediatas para su detección y atención temprana.
- Analizar la situación actual de las caídas en los adultos mayores, mediante estudios realizados y documentos para tener un diagnóstico que ayude a conocer las necesidades del paciente y encargados del cuidado.
- Diseñar del sistema electrónico de alarma de caídas mediante la selección de los elementos electrónicos aptos, que se utilizarán, basándose en sus características, funcionamiento y las necesidades de los pacientes, la realización de la programación idónea, para la creación del proyecto.
- Implementar el proyecto y realizar las pruebas de funcionamiento para la corrección de los errores que se pueden presentar y así tener un sistema electrónico óptimo.
- Realizar el análisis de costo beneficio que puede ofrecer la implementación del Sistema electrónico de alarma de caídas para adultos mayores para verificar la factibilidad del proyecto.

1.1.3 Alcance.

El presente proyecto tiene como objetivo realizar un sistema electrónico de alarma de caídas para el Centro de cuidado de adultos mayores “San Martín”. El dispositivo portátil propuesto tiene un concepto de aplicación “wearables” (computadora vestible), esta palabra hace referencia al conjunto de aparatos y dispositivos electrónico que lleva una persona y que lo puede portar debajo, junto o por encima de su prenda de vestir, posee una batería recargable para garantizar su movilidad. Se plantea la creación de un sistema electrónico que permita la comunicación inalámbrica, el mismo que admite de una manera más eficiente la interacción con sensores externos como el acelerómetro y el de impacto.

Se tomará como ejemplo principal los tres tipos de movimiento o posiciones más usadas en los adultos mayores para determinar los problemas que se puedan generar al momento que un adulto mayor presente uno de estos, según la doctora Salome Gordilla se deben tomar en cuenta los siguientes posiciones para realizar el proyecto: posición de pie, posición acostada, posición sentada, las cuales servirán como ejes para el desarrollo del proyecto ya que en estas tres posiciones el sistema no se activará, o se activará solamente al momento de sufrir una caída.

El módulo central será el encargado, procesar y analizar las diferentes señales transmitidas mediante la conexión Wi-Fi² del módulo portátil usado en el adulto mayor, en sus prendas de vestir, al determinar la existencia de una caída, comunicará de manera automática la alerta del suceso. Esta señal de alerta será de tipo local y remoto, emitiendo una alarma auditiva en la central que se encontrará en el centro de adultos mayores “San Martín” y mediante mensajes de texto o correo registrados y configurados previamente, con lo que se garantiza que la persona que reciba la alerta pueda estar dentro o fuera de la vivienda.

Todo el hardware y software es desarrollado en plataformas libres para evitar principalmente los costos de licencias y promover el uso de open source. Por presupuesto el diseño de la red y el sistema será solo para un adulto mayor del Centro de cuidado del adulto mayor “San Martín”.

Este proyecto está basado en la innovación tecnológica de nuevos sistemas y aparatos ya que en la actualidad no existe un proyecto semejante al que se realizará. Se procederá a realizar pruebas de funcionamiento del sistema para la corrección de errores, y así poseer un sistema de manera seguro y confiable al momento de ser usado en el Centro de cuidado del adulto mayor “San Martín”.

² WI-FI: Wireless Fidelity (Fidelidad inalámbrica)

1.1.4 Justificación.

El Centro de cuidado del adulto mayor “San Martín” de la ciudad de Ibarra, al ser una entidad privada sin fines de lucro donde se brinda principalmente atención médica, alimentación, limpieza, higiene y atención personal, a los adultos mayores, cuenta con auxiliares y ayudantes que están pendientes del cuidado. El centro busca una solución al problema que atraviesa el cual son las frecuentes caídas de los adultos mayores sufren en el centro y al no tener un sistema de aviso o alerta de las mismas. Para solucionar este problema se implementará un sistema de alerta de caídas para así poder mejorar la calidad de vida, brindar atención oportuna y eficiente a los adultos mayores que se brinda actualmente en el centro.

Por efecto de situaciones biológicas propias de la edad, las condiciones de fragilidad y vulnerabilidad expone a la persona a enfermedades derivadas del proceso biológico de envejecimiento; según el estudio realizado por Dr. Wilman B. Freire mediante la encuesta SABE Ecuador se conoce que el 69% de adultos mayores han recibido atención médica, el 38,7% son presentadas por caídas (Villacis, 2011) que pueden llevar a producir hasta la muerte. Razón por la cual el proyecto constituye un aporte a la disminución de falta de atención al adulto mayor cuando sufrió una caída; dando una solución prioritaria a una necesidad que en la actualidad se atraviesa en el cuidado del adulto mayor, por lo que constituye una prioridad social que merece la atención necesaria para este sector social.

Como futuros profesionales de la carrera de Ingeniería Electrónica en Redes de Comunicaron de la Universidad Técnica del Norte se busca contribuir con ideas e investigaciones que permitan contribuir en el desarrollo de la sociedad, empresas, y centros de la zona norte del país, y a su vez poner en práctica los conocimientos adquiridos en el transcurso de la carrera.

Para la realización de este dispositivo se realizará la creación de un sistema electrónico la que permita comunicarnos con la central mediante comunicación

inalámbrica, este dispositivo será de bajo costo, que ofrece un eficiente desempeño y durabilidad, además de admitir una gama de software y sistemas operativos, muy robusta y muchas más funciones que posibilitan satisfacer las necesidades de diferentes clientes.

Con este proyecto se desea ayudar a los adultos mayores, con un sentido de responsabilidad y solidaridad social, y a la vez contribuir con la investigación de nuevas tecnologías e innovando los conocimientos, y generar un servicio tecnológico sustentable que sirva al desarrollo del país como dice el objetivo 11 del plan del buen vivir (Plan Nacional del buen vivir , 2013) mediante la implementación de un sistema de apoyo en el cuidado del adulto mayor, del cual en la actualidad no se dispone y que es imprescindible para que existan posibilidades de atención oportuna en casos de caídas del adulto mayor.

El proyecto puede ser usado para una nueva propuesta con la autorización del autor, la misma que será escalable, se procederá a dejar puertos, pines en los cuales puedan conectar otros sensores, es decir, se diseñará el proyecto con la ventaja que será un sistema flexible con el fin de que se dé soluciones de acuerdo a las necesidades que generen los adultos mayores, logrando así una mejor calidad de vida.

2. Capítulo II

En este capítulo se encuentran el fundamento teórico, necesario para la realización de este proyecto, en el cual se inicia con conceptos básicos de los adultos mayores, la calidad de vida, el porcentaje de adultos mayores que existen en el Ecuador, las enfermedades más frecuentes a esta edad, las caídas que se producen en las personas de tercera edad, sus causas, sus consecuencias la recurrencia de las mismas. Luego se recopila información para realizar el análisis y la elección de los componentes electrónicos, hardware y software libre, módulos de comunicación, red de sensores, y la plataforma en la nube, que se utilizara en la implementación del proyecto.

2.1 Adultos Mayores

2.1.1 Definición.

(Pérez Ortiz, 1997, p. 96) manifiesta que:

“La vejez, como una etapa más en un proceso que constituye la totalidad del ciclo vital, no implica una ruptura en el tiempo, una etapa terminal, sino que es parte de un proceso (y también un proceso en sí misma) en que el individuo se relaciona con la estructura social con el mismo sentido con que lo hizo en otras etapas de su vida, aunque varíen las formas sociales, por definición, no se debe considerar que la pobreza, la dependencia, la enfermedad o la incapacidad son características inherentes a la vejez; si estas condiciones están presentes, tal situación está determinada por una serie de variables sociales, económicas y culturales distintas a la edad cronológica.”

2.1.2 Antecedentes.

La persona considerada como adulto mayor o tercera edad es la última etapa de vida por el deterioro de las capacidades del cuerpo que superan los 60 años de edad. Para el año 2025 se estima que existirán 1200 millones de ancianos, además actualmente se considera otra distribución de personas consideradas como “muy viejos” que superan los 80 años y en los próximos años serán el 30% de los adultos mayores en países desarrollados y el 12% en países en vías de desarrollo. (Albán, Sansó, & Díaz Canel, 2007).

El afán de conservar la vida se ha realizado muchas investigaciones para cuidar la salud de las personas, pero no solo se depende físicamente, es necesario conocer condiciones que puedan exponer algún riesgo, donde existen dos tipos de envejecimiento, el individual de solo una persona, y la demográfica³. (Albán, Sansó, & Díaz Canel, 2007).

El envejecimiento de la población trae cambios sociales por las modificaciones en diferentes sistemas, teniendo en cuenta que en Europa ya existió este fenómeno. Latinoamérica tiene alrededor de 50 años para adaptar estas modificaciones, especialmente por la exclusión de ciertos sectores y la pobreza, ya que entre el 40% y el 60% no tienen propios ingresos, para ello las políticas internas de cada país son primordiales y diferentes, con relación a las trayectorias demográficas y socioeconómicas, en Europa las políticas hacia los adultos mayores empezaron en la década de los años 70, y es muy diferente las condiciones que viven actualmente. (Aranibar, 2001).

2.1.3 La vejez como fenómeno social.

La vejez como un fenómeno social se tienen dos variables: la edad y la estructura social, ya que se puede determinar en la mayoría de los casos su condición de salud y la estructura social es quien impone las reglas y normativas que el adulto mayor vive en relación de la sociedad, la teoría de la modernización intenta homogeneizar⁴ a los ancianos para poder determinar conductas en la sociedad sin hacer relación a las diferentes culturas de un país sino solo a base de su edad, por otra parte, existe una teoría de la desvinculación, ya que busca parámetros de exclusión por la vejez y permite intervenir socialmente de mejor manera según el sentir de cada adulto mayor. (Aranibar, 2001).

2.1.4 Significados de la edad.

(Aranibar, 2001) manifiesta que:

³ Demográfica: Estudio estadístico de la población de un país, región o ciudad.

⁴ Homogeneizar: Hacer que una cosa sea homogéneo haciendo uniformes los elementos que la componen.

La edad social y cronológica contribuye para conocer la forma de vida del adulto mayor y sus capacidades funcionales en relación con sus reducciones físicas.

- **Edad cronológica** Es la edad biológica, es decir, se refiere el número de años cumplidos, según esta edad definen responsabilidades y privilegios de las personas como las de votar, casarse, etc.
- **Edad social** Se refiere a las actitudes y conductas, sobre sus capacidades de aprendizaje, está relacionado con el número de años trabajando o su experiencia profesional.

2.1.5 Calidad de vida.

Según el Plan Nacional del Buen Vivir 2013-2017 en sus políticas y lineamientos la calidad de vida se basa en la obtención de servicios de educación, salud, atención con profesionales calificados con sistemas de calidad para prevenir riesgos en la salud donde cada persona tenga una satisfacción por la vida y felicidad moral. (Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, 2014)

2.1.6 Adulto Mayores en Ibarra y Ecuador.

Según el INEC en la provincia de Imbabura en el año 2013 se registró un total de 44 mil adultos mayores que equivale un 11% de la población de esta provincia, además se puede ver en la Figura 1 que en la provincia solo el 1% de la población es jubilada, es decir, que existe un número importante de adultos mayores que no cuentan con el servicio del seguro.

(Social, 2016) dice que:

“Pensión para adultos mayores: En un aseguramiento mínimo para quienes no tienen ninguna jubilación o atraviesan una calamidad doméstica. Adultos mayores y personas con discapacidad que no tiene un seguro. Personas que están en riesgo, son víctimas de desastres o calamidad doméstica.”

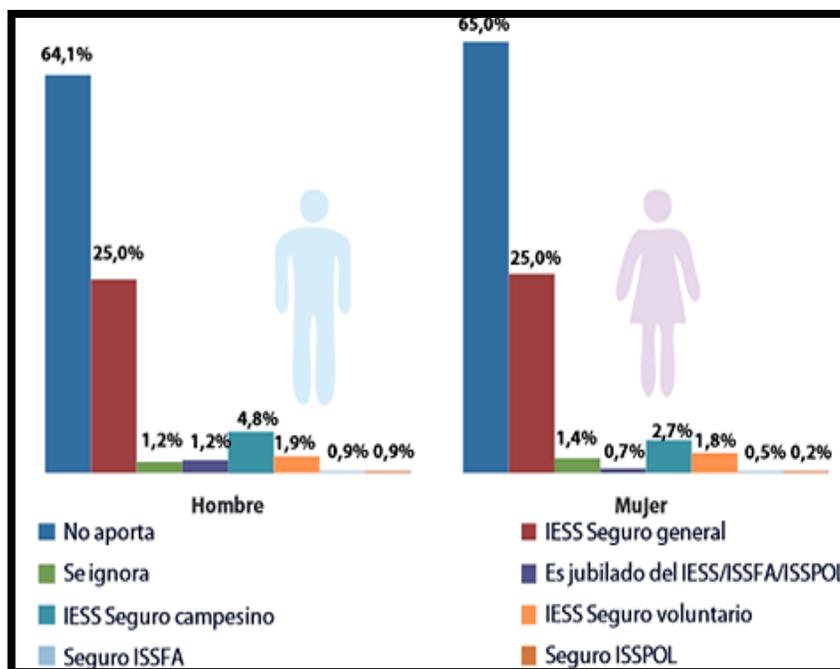


Figura 1. Comparación entre hombres y mujeres de Imbabura asegurados.

Referencia: (INEC, 2015)

Ya que el presente trabajo se encuentra en la provincia de Imbabura es necesario conocer su estado, como se puede ver en la Tabla 1 donde según el INEC (Instituto Nacional de Estadística y Censos) indica la densidad poblacional del 2001 y del 2010 dividiendo a las edades en rangos, en los porcentajes se puede observar que los adultos mayores del 2001 al 2010 han ido aumentando.

Tabla 1. Datos del INEC Imbabura

Rango de edad	2001	%	2010	%
De 95 y más años	714	0,2%	308	0,1%
De 90 a 94 años	1.120	0,3%	849	0,2%
De 85 a 89 años	1.979	0,6%	2.158	0,5%
De 80 a 84 años	3.157	0,9%	4.180	1,0%
De 75 a 79 años	4.930	1,4%	6.057	1,5%
De 70 a 74 años	6.551	1,9%	8.109	2,0%

De 65 a 69 años	8.272	2,4%	10.566	2,7%
De 60 a 64 años	9.451	2,7%	12.029	3,0%
De 55 a 59 años	10.500	3,1%	13.777	3,5%
De 50 a 54 años	13.394	3,9%	15.478	3,9%
De 45 a 49 años	14.252	4,1%	19.891	5,0%
De 40 a 44 años	17.285	5,0%	21.832	5,5%
De 35 a 39 años	20.603	6,0%	24.305	6,1%
De 30 a 34 años	23.013	6,7%	26.659	6,7%
De 25 a 29 años	24.684	7,2%	30.720	7,7%
De 20 a 24 años	30.087	8,7%	34.518	8,7%
De 15 a 19 años	34.419	10,0%	39.840	10,0%
De 10 a 14 años	40.140	11,7%	44.326	11,1%
De 5 a 9 años	40.175	11,7%	43.646	11,0%
De 0 a 4 años	39.318	11,4%	38.996	9,8%
Total	344.044	100,0%	398.244	100,0%

Referencia: (INEC, 2015)

Él (INEC, 2015) explica que:

“En el Ecuador hay 1’229.089 adultos mayores (personas de más de 60 años), la mayoría reside en la sierra del país (596.429) seguido de la costa (589.431). En su mayoría son mujeres (53,4%) y la mayor cantidad está en el rango entre 60 y 65 años de edad.

El 11% de los adultos mayores vive solo, esta proporción aumenta en la costa ecuatoriana (12,4%); mientras que los adultos mayores que viven acompañados en su mayoría viven con su hijo (49%), nieto (16%) y esposo o compañero (15%). La satisfacción en la vida en el adulto mayor ecuatoriano aumenta considerablemente cuando vive acompañado de alguien (satisfechos con la vida que viven solos: 73%, satisfechos con la vida que viven acompañados: 83%). El 69% de los adultos mayores han requerido

atención médica los últimos 4 meses, mayoritariamente utilizan hospitales, subcentral de salud y consultorios particulares. El 28% de los casos son ellos mismos los que se pagan los gastos de la consulta médica, mientras que en un 21% los paga el hijo o hija.

Las enfermedades más comunes en el área urbana son: osteoporosis (19%), diabetes (13%), problemas del corazón (13%) y enfermedades pulmonares (8%).

El 42% de los adultos mayores no trabaja y la mayor parte de ellos solo han cursado el nivel primario en su educación. A pesar de que desean trabajar los hombres mencionan que dejaron de trabajar por: problemas de salud (50%), jubilación por edad (23%), y su familia no quiere que trabaje (8%). En el caso de las mujeres dejan de trabajar debido a: problemas de salud (50%), su familia no quiere que trabaje (20%) y jubilación por edad (8%).”

2.1.7 Enfermedades.

2.1.7.1 Arthritis.

Presencia de inflamación en las articulaciones⁵ en el área de los huesos, existen más de 100 tipos, sus síntomas el dolor, la hinchazón y problemas en el movimiento de la articulación (Starkebaum, 2016).

2.1.7.2 Artrosis.

Es el desgaste del cartílago que limita los movimientos donde puede ocurrir un derrame articular⁶, algunas personas pueden sufrir deformaciones con mucho dolor, generalmente están en las manos, cadera, rodilla y columna. (DMEDICINA, 2016)

⁵Inflamación en las articulaciones: se caracteriza por dolor, hinchazón, calor y limitación de movimientos.

⁶ Derrame articular: Cuando hay acumulación de líquido sinovial o sangre excesiva en la articulación.

2.1.7.3 Arteriosclerosis.

Es la acumulación de una sustancia pegajosa compuesta por grasa, calcio, colesterol y otras más que se endurecen en forma de placas y limita el flujo de oxígeno en la sangre que generalmente afectan al corazón y no es muy fácil detectarlo. (Starkebaum, 2016)

2.1.7.4 Alzheimer.

Es una enfermedad del cerebro que causa problemas con la memoria y actividades del cerebro como el comportamiento, es una enfermedad a causa del envejecimiento, es la forma más común de la demencia y es de una de las más populares en personas de mayor edad (Nationa, 2016).

2.1.7.5 Parkinson.

Es un trastorno del movimiento, es un problema cerebral donde las células nerviosas no producen dopamina⁷ y producen temblor en extremidades, rigidez en piernas y brazos y problemas de equilibrio, no existe cura y con el avance de la edad la enfermedad se hace más dañina al cerebro (DMEDICINA, 2016).

2.1.7.6 Sordera.

Según la OMS⁸ es la pérdida leve, moderada, grave o profunda a la capacidad de percibir señales sonoras desde nuestros órganos auditivos, esta enfermedad puede ser por causas congénitas, infecciones, envejecimiento, accidentes, etc.

2.1.7.7 Problemas visuales.

Son problemas oculares que evitan tener una visión adecuada, estos pueden ser: visión borrosa o puntos ciegos. Existen muchos problemas visuales y la edad no es un factor tan influenciado en la enfermedad. (DMEDICINA, 2016)

⁷ Dopamina: Neurotransmisor que está presente en diversas áreas del cerebro.

⁸ OMS: Organización Mundial de la Salud.

2.1.7.8 Demencia senil.

(Naciona, 2016) manifiesta que:

“La demencia senil es un término que describe un conjunto de síntomas que incluyen la disminución del funcionamiento intelectual que interfiere con las funciones normales de la vida y se utiliza generalmente para describir a las personas que tienen dos o más funciones importantes de la vida impedidas o perdidas como la memoria, lenguaje, percepción, juicio o razonamiento , ya que pueden perder el control emocional y de comportamiento, cambios de personalidad y desarrollar habilidades para resolver problemas tienen reducido o perdido.”

2.1.7.9 Osteoporosi.

Es la enfermedad que debilita lo huesos a causa de la descalcificación⁹ de los mismos, siendo propenso a desfiguraciones o roturas que afecta a casi el 50% de mujeres mayores de 50 años. La osteoporosis es una enfermedad silenciosa. Tal vez no sepa que la padece hasta que se fracture un hueso. (DMEDICINA, 2016)

2.1.8 Caídas del adulto mayor.

Las caídas del adulto mayor se pueden definir como el descenso abrupto hacia el suelo o una superficie inferior como se observa en la Figura 2 de una persona mayor de 60 años y es la causa de más morbimortalidad¹⁰ por lesiones

Un quinto de la población entre 65 y 69 años y hasta dos quintos de los mayores de 80 sufren una caída por años, donde el 80% se produce en el hogar y el otro 20% se produce en diferentes partes como en la calle o lugares públicos, la principal afectación es en la parte psicológica del paciente al miedo de sufrir otra caída. (Moncayo, 2016)

⁹ Descalcificación: Pérdida del calcio que contiene un hueso u otro tejido orgánico.

¹⁰ Morbimortalidad: Enfermedades causantes de la muerte en determinadas poblaciones



Figura 2. Adulto mayor sufriendo una caída
Referencia: Cuidando la salud del adulto mayor

(Gac Espinola, 2010, p. 1) manifiesta los datos siguientes:

“En EE. UU, los accidentes constituyen la séptima causa de muerte en ancianos y se estima que el 50% de las muertes están relacionadas de alguna forma u otra con caídas. El gasto que se produce por este concepto en el sistema de salud de dicho país es de 12.600 millones de dólares al año. Se sabe, por ejemplo, que en la década de los 90 en el estado de Washington el 5% de los gastos totales de los hospitales correspondió a lesiones debidas a caídas en adultos mayores que requirieron manejo intrahospitalario, y que quienes se institucionalizaron estuvieron una media de 8 días en estos centros asistenciales. En Chile, los accidentes y traumatismos ocupan el sexto lugar como causa de muerte en el adulto mayor, según informe del Ministerio de Salud 1993. Se estima que aproximadamente el 10% de las caídas conducen a fracturas, siendo las más frecuentes antebrazo, cadera y húmero.”

2.1.8.1 Caídas de los adultos Mayores en el Ecuador.

(Bravo, 2016) expresa que:

“En el Ecuador en los últimos informes, según los datos del Instituto Ecuatoriano de Estadística y Censos, el año pasado murieron 201 adultos mayores por caídas. La Dirección Nacional de Muertes Violentas y Desapariciones de la Policía Nacional reportó

99 fallecidos por este motivo en lo que va de este año. Los mayores de 60 años son quienes sufren más caídas mortales.

Existen muchos casos de muerte por una caída como, por ejemplo: una mujer, de 89 años, que murió tras perder el equilibrio mientras caminaba en el barrio San Blas en Otavalo, Imbabura. Y el de un hombre, de 69 años, que se encontraba en una cosecha de fréjol en las periferias de Riobamba, en Chimborazo, y rodó una ladera de 80 metros. Sus familiares lo encontraron sin vida. Su hijo contó que no resistió a los golpes tras el impacto.

Diego Martínez es médico geriatra¹¹ del Hospital Eugenio Espejo de Quito y presidente de la Asociación Ecuatoriana de Geriatría. Cuenta que semanalmente hay un promedio de tres operaciones de cadera en pacientes adultos mayores, que incluyen la implantación de prótesis. Que es producida por una caída tanto en sus domicilios, sus trabajos, en la calle, etc.

En el área de fisioterapia también existen una gran demanda adultos mayores que asisten a diario para ser atendidos por diferentes lesiones causadas por una caída, las mismas que deben seguir una fisioterapia para su recuperación. Por ejemplo, Luz Santacruz, de 66 años, quien se tropezó en una vereda y se lesionó la rodilla. Cada dos meses acude al hospital al área de fisioterapia. Tiene miedo de volver a perder el equilibrio y trata de ser más precavida al caminar.

Decenas de adultos mayores también son atendidos en los centros de salud de todas las ciudades, donde los médicos aseguran que cada día recibe a dos pacientes por caídas (40 mensuales). Marcia Araujo, de 77 años, se cayó la semana pasada y se torció el pie.

¹¹ Geriatra: Es una rama de la medicina que atiende a los ancianos o adulto mayores.

Ocurrió mientras bajaba las gradas de su casa para salir a hacer diligencias personales. Ahora, ella se recupera satisfactoriamente y cambiará de calzado para evitar nuevos contratiempos a futuro.”

En el Ecuador, como en otros países las caídas que se producen en los adultos mayores es un grave problema, ya que no existe forma de prevenir una caída, existen miles de personas miles de casos que afectan no solo a los adultos mayores sino también a sus familiares.

Los adultos mayores acuden todos los días a centros de salud, hospitales, clínicas a ser atendidos por las lesiones que se han causado al momento de caer, las áreas más visitadas de estas instituciones antes mencionadas, son: el área de curaciones, área de fisioterapia, al área de geriatría, área de emergencias, etc. Hay caídas que no solo causan lesiones leves o graves, sino que causan hasta la muerte.

2.1.8.2 Tipos de Caídas.

Existen diferentes tipos de caídas en los adultos mayores a continuación se mencionará algunos:

- **Caída Accidental:** Es la que se produce por un origen ajeno al adulto mayor, están se originan por el piso mojado, un resbalón, un tropiezo con un objeto que se encuentre en su camino, etc.
- **Caída Prolongada:** Es aquella en la que el adulto mayor permanecerá entre 15 y 20 minutos en el lugar donde se cayó puede ser en el suelo, en las gradas, en la ducha, etc. Esto se da con más frecuencia cuando los adultos mayores viven solos y no tiene un cuidado de su familia.
- **Caída en el mismo lugar:** También se las dice dicen que son caídas en un mismo nivel estas caídas ocurren con frecuencia por resbalones, tropiezos, en los baños etc.

- **Caídas en un nivel elevado:** Estas caídas se producen en escaleras, elevadores, techos, escaleras, por subirse en sillas.
- **Caídas de repetición:** Son aquellas caídas constantes o persistentes, afectadas por los medicamentos que el adulto mayor toma y otros factores.

2.1.8.3 Causas de las caídas.

(Moncayo, 2016) indica las causas:

- Como consecuencia de inestabilidad de la marcha.
- A las pérdidas o disminuciones de los sentidos (audición, la vista).
- Pérdida del equilibrio, reflejos nerviosos alterados, patologías propias de la edad.
- Hipertensión Arterial, Deshidratación, Infecciones, Desnutrición, Artrosis, Diabetes Mellitus, Arritmias Cardíacas, Bloqueos de conducción cardíacos.
- Depresión, Insomnio, abandono, vivir solo, cambios de domicilio
- Espacios físicos inadecuados, como ambientes oscuros o muy iluminados.
- Dificultad para levantarse de una silla.
- Incapacidad para caminar a paso rápido en tándem (sobre una línea).
- Reducción de agudeza visual.
- Múltiples caídas durante el año anterior.

Como se puede ver en las causas de una caída antes mencionadas existen diversas procedencias que producen una caída desde el espacio físico inadecuado, la inestabilidad que poseen al caminar, por la pérdida de los sentidos, por las diferentes enfermedades que poseen, el consumo de fármacos, actividades de riesgo.

2.1.8.4 Consecuencias de las Caídas.

Existen diferentes consecuencias de las caídas en los adultos mayores que pueden ser:

- **Consecuencias Físicas:** Se produce fracturas que pueden ser en huesos, costillas, traumas craneales, lesiones de partes blandas heridas, hematomas. El 90% de las fracturas de cadera, antebrazo, humero y pelvis son más frecuentes o producidas por una caída en los adultos mayores las cuales pueden causar lesiones que pueden requerir de un médico, de ir al centro de salud, hasta intervenciones quirúrgicas. (Espinoza & Patricia, 2013)

- **Consecuencias Sociales:** Afecta a los adultos mayores, a su familia, ya que necesitan una ayuda para realizar sus actividades diarias. A consecuencia de esta se produce la mudanza de vivienda, ya que no pueden vivir solos, deben vivir con sus familiares o en centros de cuidado de adultos mayores.

- **Consecuencias Económicas:** Se genera en el momento que se debe cubrir los costos de la hospitalización, de la rehabilitación, de la fisioterapia, del cuidado de las enfermeras en su vivienda, etc.

- **Consecuencias Psicológicas:** También se la conoce como el síndrome post-caída, donde se restringen a realizar actividades, por el miedo a volver a caer. Se producen cambios en su comportamiento y en las actividades que realizaban a diario. Esto ocasiona tristeza, depresión, ansiedad en no poder realizar sus actividades que antes ejecutaban, luego se procede el dolor de contusiones, alteraciones de movilidad, etc. (Vellas & Faisant.C, 1995)

2.1.8.5 Recurrencias de caídas.

Las recurrencias se presentan en la Tabla 2, donde se le divide en masculino y femenino y un total de los dos, en el cual explica estadísticamente, los porcentajes de ocurrencias en lo local, en la hospitalizados, que tipo de caída tuvo, y unas pocas consecuencias que causa.

Tabla 2. Ocurrencias de caídas adultos mayores

Variables	Masculino		Femenino		Total	
	N	%	N	%	N	%
LOCALES						
Patio	5	15,6	14	18	18	22,5
Cocina	0	0	12	15	12	15
Hall de entrada	1	3,1	1	1,2	2	2,5
Dormitorio/ Cuartos	5	15,6	12	15	17	21,3
Sala	2	6,3	5	6,2	7	8,8
Baño	6	18,7	12	15	18	16,3
Vereda	2	6,3	11	14	13	21,3
Calles /Avenidas	9	28,1	8	10	17	3,8
Jardín	0	0	3	3,8	3	5
A subir o bajar del carro	2	6,3	2	2,5	4	
HOSPITALIZACION						
Si	4	16	6	11	10	12,5
No	21	84	49	89	70	87,5
TIPO						
Cama	3	11,1	6	10	9	11,3
Silla o Sillón	2	7,4	1	1,7	3	3,8
Silla de baño o wáter	2	7,4	2	3,5	4	5
Propia altura	20	74,1	47	81	67	83,8
Escalera	0	0	1	1,7	1	1,3
Tejado	0	0	1	1,7	1	1,3
CONSECUENCIAS						
Escoriaciones	12	50	25	66	37	51,6
Heridas con puntos	3	3	4	11	7	8,8
Factura tipo cerrada	0	0	4	11	4	4
Esguince y luxación	10	45	2	5,7	12	31,6
Muerte	2	2	2	5,7	4	4

Referencia: (Gac Espinola, 2010)

2.1.8.6 *Imprimir medidas de detección y atención inmediatas cuando el adulto mayor sufre una caída.*

No existe ninguna medida que el familiar pueda implementar para detectar una caída antes de producirse. Si se desea que el adulto mayor reciba atención inmediata y la caída sea detectada a tiempo se debe implementar un sistema electrónico que comunique, alerte e informe a sus familiares o personas encargadas de su cuidado que se generó un accidente. No existe ninguna otra medida de intervención temprana. Lo único que se puede establecer es tomar las medidas básicas de prevención como se muestra a continuación.

Sugerencias para disminuir el riesgo de una caída

(Savio & Sollazzo) nos dicen que las medidas que se deben tomar en los adultos mayores antes de una caída son las siguientes:

- Realizar ejercicio físico regular ayuda a mantenerse fuerte y mejorar el tono muscular. También mantiene la flexibilidad de las articulaciones. Un ejercicio mínimo como caminar y subir escaleras puede incluso retardar la pérdida de hueso por osteoporosis.
- Realizar exámenes de vista y audición al menos una vez al año. Recuerde que cambios en la visión y audición pueden afectar su estabilidad.
- Averigüe acerca de los posibles efectos secundarios de los medicamentos que toma, ya que algunas medicinas podrían afectar su coordinación y equilibrio.
- No consuma alcohol porque hasta una pequeña cantidad puede afectar el equilibrio y los reflejos.
- Recuerde que siempre debe levantarse con lentitud después de comer, acostarse o descansar. El levantarse muy rápido puede hacer que la presión arterial baje mucho y esto podría darle mareos e inestabilidad.
- Si tiene problemas de estabilidad solicite a su médico le indiquen un bastón o andador para sentirse más estable cuando camina.

- Utilice zapatos de suela de goma antideslizante y con taco bajo.
- En la calle utilice evite los tramos con desnivel o en mal estado. Tenga cuidado con las superficies mojadas.
- Sujétese a los pasamanos cuando utilice escaleras.
- No corra riesgo, manténgase alejado de los pisos húmedos o encerados

(Savio & Sollazzo) indica cómo se puede prevenir las caídas también mejorando el lugar físico donde vive el adulto mayor, tomando en cuenta lo siguiente:

- Mantenga limpias y libre de objetos las áreas donde camina. Acomode los muebles, especialmente mesas pequeñas o de centro de forma que no estén en medio de su camino.
- Evite encerar los pisos o utilice cera antideslizante.
- Evite utilizar alfombras.
- Instale pasamanos en todo el trayecto de las escaleras y de ambos lados de las mismas.
- Instale barras o agarraderas en los inodoros, así como dentro y fuera de la bañera y ducha.
- Ponga lámparas, veladoras e interruptores cerca de la cama.
- Mantenga el teléfono cerca de la cama.
- Mantenga los cables eléctricos cerca de las paredes y alejados de dónde camina.
- Asegúrese de que la altura de sillas y sofá sean adecuadas
- Mantenga bien iluminado su hogar.
- Mantenga los números de emergencia de tamaño grande anotados en un lugar en que se vean fácilmente, cerca de cada teléfono.

- Coloque un teléfono cerca del piso para el caso que se caiga y no se pueda levantar.

Medidas que se debe tomar ante una caída.

(Secretaria de estado de servicios sociales e igualdad , 2015) nos dice que las medidas que se deben tener al momento de una caída son las siguientes:

1. El enfermero/a valorará las consecuencias de la caída y avisará al médico si está indicado clínicamente.
2. En función de la valoración, dirigirá las maniobras de atención al accidentado.
3. Practicará las curas oportunas que estén bajo su competencia técnica.
4. En caso necesario, el enfermero/a coordinará el traslado de la persona usuaria a los servicios de urgencia del hospital.
5. Controlará el estado de la persona usuaria en horas sucesivas, si no ha sido derivado al hospital.
6. Lo más importante al momento de una caída es que el adulto mayor tenga una atención temprana lo más rápido posible para evitar que las fracturas causadas empeoren con el paso del tiempo.
7. En el registro de enfermería se anotará la fecha, hora, lugar, causa, estado general de la persona usuaria, antes y después del accidente, médico que fue requerido (en su caso) y consecuencias inmediatas de la caída.

Lo que se debe hacer luego de una caída

Después de una caída se producen cambios importantes en el adulto mayor ya que hay reducción de la movilidad y aumento de la dependencia para las actividades cotidianas, al principio por el dolor y más tarde por el temor a caer o síndrome post-caída. Según la gravedad de las lesiones causadas se sigue diferentes tratamientos como terapia física, apoyo psicológico, etc. (Secretaria de estado de servicios sociales e igualdad , 2015) Siempre que se haya producido este accidente se debe revisar la historia clínica de la persona, comprobando y anotando:

- Si estaba evaluado el riesgo de caída y se habían establecido las medidas preventivas.
- Si hay que establecer nuevos elementos de prevención de caída para las personas usuarias, ya sea por su nueva situación de salud o por fallo detectado en la prevención.
- Del suceso y las modificaciones del plan de prevención.

2.2 Componentes Eléctricos

Se va a considerar todo sobre los componentes eléctricos que se puede utilizar para la implementación del proyecto, se realizara un análisis de los materiales, con el fin de elegir los mejores.

2.2.1 Voltaje.

Para mover el electrón en un conductor en una dirección particular es necesario que se transfiera cierto trabajo o energía. Este trabajo lo lleva a cabo una fuerza electromotriz externa habitualmente representado por la batería.

Esta fuerza externa también se la conoce como tensión, voltaje, o diferencia de potencia. Es la energía requerida para mover una carga unitaria a través de un elemento, se indica en la Ecuación 1 como encontrar el valor del voltaje (Charles & Matthew, 2006.)

$$V_{ab} \triangleq \frac{dw \text{ [Joule]}}{dq \text{ [Coulomb]}} \text{ [Volts]} \quad \text{Ecuación 1}$$

Ecuación 1. Formula de Voltaje

Donde:

- V_{ab} = Al voltaje entre dos puntos o simplemente

- dw = Es la energía
- dq = Es la carga

El voltaje se mide en volts [V]:

$$1V = \frac{1 \text{ Joule}}{1 \text{ Coulomb}} = \frac{1 \text{Newton} * \text{Metro}}{\text{Coulomb}}$$

2.2.2 Corriente.

Es la velocidad de cambio de la carga respecto al tiempo que recorre un material, esto se debe al movimiento de electrones dentro de un material, se indica en la Ecuación 2 como encontrar el valor de la corriente (Cogdell, 2000).

$$i \triangleq \frac{dq \text{ [coulomb]}}{dt \text{ [segundos]}} \quad [\text{Ampere}] \quad \text{Ecuación 2}$$

Ecuación 2. Formula de la Corriente

Donde:

- i =Corriente
- dq = Es la carga
- dt =Es el tiempo

La corriente se mide en amperes(A):

$$1 \text{ Ampere} = \frac{1 \text{ Coulomb}}{1 \text{ Segundo}}$$

2.2.3 Potencia.

La potencia es la variación respecto del tiempo de entrada o absorción de la energía. Aunque la corriente y la tensión son las dos variables básicas en un circuito eléctrico, no son suficientes por sí mismas, siempre se necesita saber cuánta potencia puede manejar un dispositivo eléctrico. se indica en la Ecuación 3 como encontrar el valor de la potencia (Charles & Matthew, 2006)

$$P \triangleq \frac{dw \text{ [joules]}}{dt \text{ [segundos]}} \text{ [Watts]} \quad \text{Ecuación 3}$$

Ecuación 3. Ecuación de la Potencia

Donde:

- P= Es la potencia
- dw= Es la energía
- dt= Es el tiempo

La potencia se mide en watts(W):

2.2.4 Conductores.

Son materiales cuya limitación al paso de electrones es muy baja, son metales como el cobre, el hierro, el aluminio, el oro y la plata, existen materiales no metálicos como el grafito; tienen de uno a tres electrones en su última órbita. (Cogdell, 2000)

2.2.5 Semiconductores.

Es un elemento que se comporta como un conductor o un aislante¹² dependiendo de diversos factores, uno de ellos es el campo eléctrico o magnético, la presión, la radiación

¹² Aislante: Material no conductor de cargas.

que le incide, o la temperatura del ambiente en el que se encuentre; estos elementos tienen impurezas que son átomos de otro elemento, pueden ser dopados para evitar esa impureza y ser más o menos conductores, tienen 4 electrones de su última órbita (Boylestad, 1997).

2.2.6 Elementos pasivos.

2.2.6.1 Resistores.

Se define como la limitación de corriente de un material, se fabrican de materiales conductores de electricidad pero que poseen una resistencia mayor al resto de componentes en el circuito. Se indica en la Ecuación 4 como encontrar el valor de la resistencia.

$$R = \frac{V \text{ [volts]}}{i \text{ [ampere]}} \text{ [Ohm]} \quad \text{Ecuación 4}$$

Ecuación 4. Ecuación de la resistencia

Donde:

- R=resistencia
- V= voltaje
- I= Corriente

La resistencia se mide en Ohm [Ω]:

Como se observa en la Figura 3 indica el símbolo de la resistencia y una tabla donde se puede mirar los valores de las resistencias según los colores que poseen por ejemplo la primera resistencia tiene rojo que equivale a 2 la segunda línea es verde que equivale a 5, la tercera es tomate que equivale a 103 y la última línea que es marrón que equivale a 5%

de tolerancia esto significa que es una resistencia de $25k\Omega \pm 5\%$. Están son las resistencias de carbón que son las utilizadas.

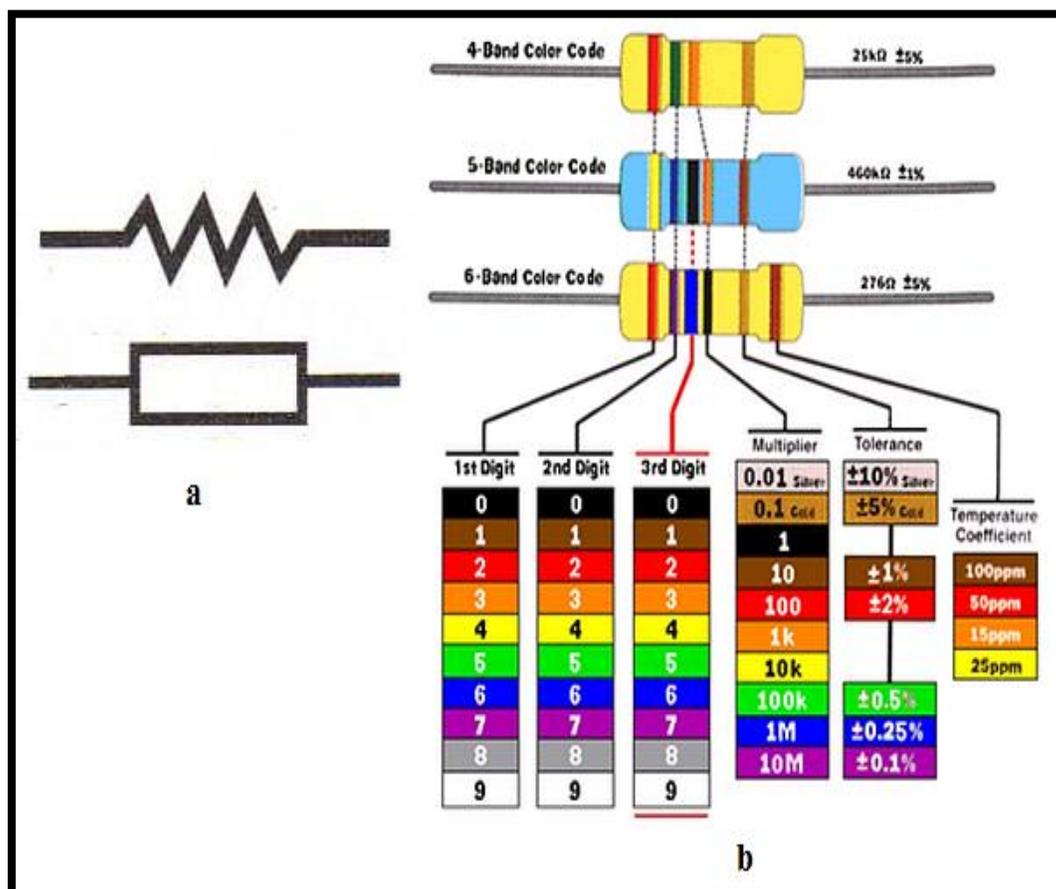


Figura 3. a) Símbolo de la resistencia, b) Resistencia de carbón

Referencia: (Rodríguez, 2001, p. 7)

2.2.6.2 Resistores variables

Los resistores variables (Figura 4) permiten cambiar su valor óhmico entre diferentes rangos establecidos por el mismo material, para cambiar este valor generalmente poseen una perilla para poder variar su valor, los materiales generalmente de los que son fabricados es el alambre y los de carbón. (Rodríguez, 2001)

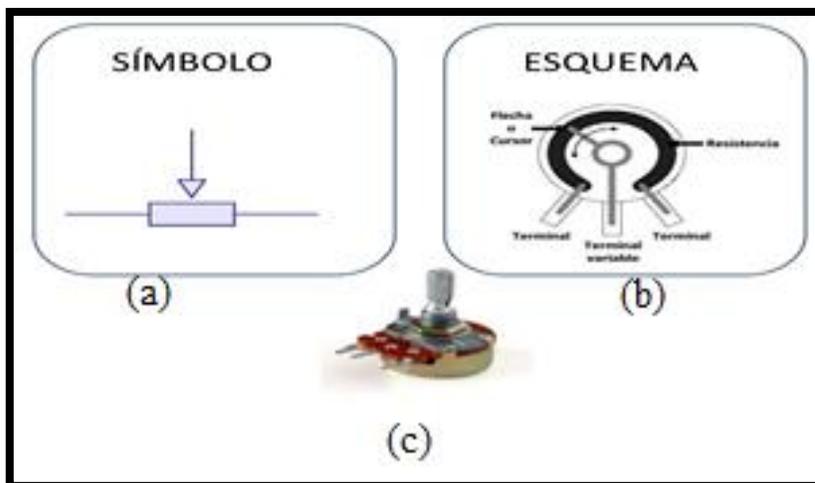


Figura 4. Resistencia variable, a) símbolo, esquema, c) aspecto físico del potenciómetro

Referencia: (Rodríguez, 2001, p. 8)

2.2.6.3 Capacitores.

(Charles & Matthew, 2006, p. 216). Manifiesta que:

“Un capacitor es un elemento pasivo diseñado para almacenar energía en su campo eléctrico. Un capacitor está compuesto por dos placas conductoras separadas por un aislante (o dieléctrico). Junto con los resistores, los componentes eléctricos más comunes son los capacitores, los cuales son de amplio uso en electrónica, comunicaciones, computadoras y sistemas de potencia.

Por ejemplo, se emplean en los circuitos sintonizadores de radioreceptores y como elementos de memoria dinámica en sistemas de computación.” Se indica en la Ecuación 5 como encontrar el valor del capacitor.

$$C = \frac{q \text{ [coulomb]}}{V \text{ [volt]}} \quad \text{[Farads]} \quad \text{Ecuación 5}$$

Ecuación 5: Ecuación del capacitor

Donde

- C= la constante de proporcionalidad, o también conocida como capacitancia del capacitor
- q= carga
- V= voltaje

La unidad de medida son los Faradios (F):

$$1 \text{ Faradio} = \frac{1 \text{ Coulomb}}{1 \text{ Volts}}$$

Como se observa en la Figura 5 tenemos los diferentes capacitores que existen y el símbolo que se utiliza.

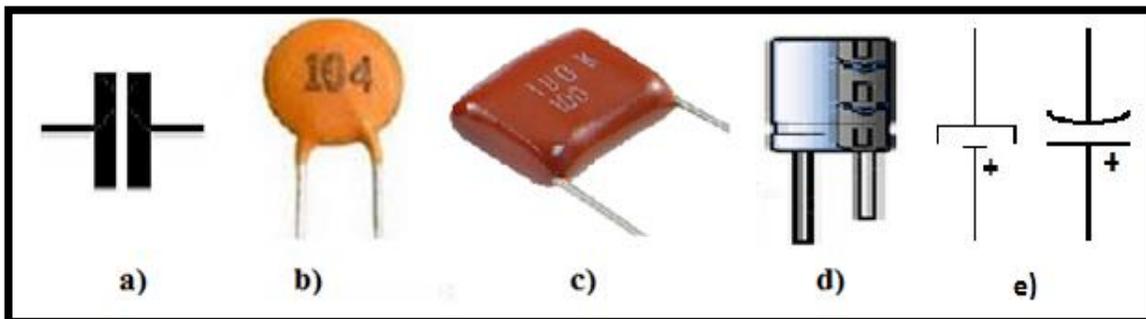


Figura 5. Capacitores: a) símbolo, b) cerámico, c) poliéster, d) electrolito, e) símbolo del electrolítico.

Referencia: (Rodríguez, 2001, p. 20).

2.2.1 Reguladores de Voltaje

El LM7805 es un regulador de voltaje que entrega 5 voltios y una corriente máxima de un Amperios a partir de un voltaje de entrada entre 7 y 25 voltios. Pertenece a la serie de los

reguladores LM78XX y se utiliza principalmente para alimentar microcontroladores, circuitos integrados y otros elementos electrónicos activos. Como se puede observar en la Figura 6 el regulador de voltaje cuenta con 3 pines: el primer pin que es la tensión de entrada, el segundo que es la masa y el tercero que es la tensión de salida. (Arroyo, 2014).

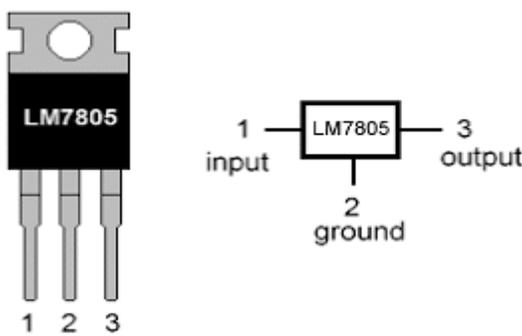


Figura 6. Regulador de voltaje.

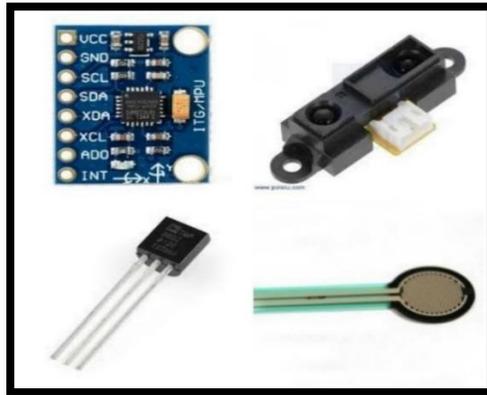
Referencia: <http://www.electrontools.com/Home/WP/2016/03/09/regulador-de-voltaje-7805/>.

2.2.2 Sensores.

Los sensores son dispositivos que se encargan de capturar y convertir un tipo de energía física, química o biológica a otro tipo de energía que por lo general es eléctrica. Estos dispositivos posibilitan la comunicación entre el mundo físico y los sistemas de medición o de control, tanto eléctricos como electrónicos, utilizándose extensivamente en todo tipo de procesos industriales y no industriales para propósitos de monitoreo, medición, control y procesamiento. En la actualidad los sensores son muy usados en las aulas para las prácticas en la enseñanza de electrónica digital y análoga. (López, 2006)

2.2.2.1 Sensores análogos.

Los sensores analógicos como se observa en la Figura 7 son aquellos que dan como salida un valor de tensión o corriente variable en forma continua en el tiempo dentro del campo de medida. Normalmente, en electrónica este tipo de sensores proporcionan salidas analógicas entre 0 y 5 voltios. (Cabrera, 2014)



*Figura 7. Diferentes tipos de sensores análogos.
Referencia: Diseño por autor en software Photoshop.*

2.2.2.2 Sensores digitales.

Los sensores digitales como se mira en la Figura 8 son aquellos que dan como resultado una salida codificada en forma de pulsos o en forma de una palabra digital codificada en binario, BCD¹³ u otro sistema cualquiera. Es decir, de un sensor digital únicamente se puede obtener dos valores lógicos 1 o 0, estos sensores se basan en un umbral o límite para arrojar cualquiera de los dos resultados dependiendo de la función y configuración del sensor. En electrónica generalmente se conoce a 5 voltios como un 1 lógico y a 0 voltios como un 0 lógico. (López, 2006).



*Figura 8. Diferentes sensores digitales.
Referencia: (Murillo, 2015)*

¹³ BCD= Decimal codificado en binario

2.3 Hardware Open Source

Se hace uso de la herramienta de hardware ya que es de acceso al público esto quiere decir que no es pagado y que posee una amplia información disponible para la realizar proyectos. También conocido como hardware libre es de código abierto cuyo diseño está a disposición del público para: estudiar, modificar, distribuir, realizar, y vender el diseño o hardware basado en ese diseño”. La fuente de hardware, y el diseño del que está hecho, está disponible en el formato preferido para hacer modificaciones (Russell, 2012).

2.3.1 Plataformas de Open Source.

Al hablar sobre plataformas libres o de código abierto, se puede mencionar a muchos existentes en el mercado de la electrónica. Estas plataformas son elegidas de acuerdo al uso, necesidad, tecnología, características que cumplan con las perspectivas necesarias para desarrollar proyectos.

La plataforma más usada en la actualidad en el mercado, por su buen funcionamiento, facilidad, sus diferentes características que poseen y las que pueden ayudar al momento de construir, diseñar un proyecto es Arduino, esta posee una gama de placas, las cuales tienen diferentes usos, funcionalidad según las necesidades de los proyectos.

2.3.1.1 *Arduino.*

(Arduino, 2015) manifiesta:

“Arduino es una plataforma de creación de prototipos de código abierto basado en hardware y software fácil de usar. A través de los años Arduino ha sido el cerebro de miles de proyectos, a partir de objetos cotidianos a los instrumentos científicos complejos. Una comunidad mundial de los fabricantes, estudiantes, aficionados, artistas, programadores y profesionales ha reunido en torno a esta plataforma de código abierto, sus contribuciones han añadido hasta una increíble cantidad de conocimiento accesible que puede ser de gran

ayuda para los principiantes como para expertos en la Figura 9 se observa el Logo de Arduino.



Figura 9. Logo de Arduino.

Referencia: (Arduino, 2015)

Arduino nació en el Instituto de Diseño de Interacción Ibero como una herramienta fácil para el prototipo rápido, dirigido a estudiantes sin experiencia en electrónica y programación. Tan pronto como llegó a una comunidad más amplia, la placa Arduino comenzó a cambiar para adaptarse a las nuevas necesidades y retos.

Todas las placas Arduino son completamente de código abierto, permitiendo a los usuarios crear de forma independiente y, finalmente, adaptarlos a sus necesidades particulares. El software también es de código abierto, y está creciendo a través de las contribuciones de los usuarios en todo el mundo”.

Existen un gran número de placas de Arduino, en la que se diferencian por el procesador a utilizar, número de pines, entradas análogas, salidas digitales, tamaño, etc. A continuación, se mencionará los más utilizados.

Arduino Mini.

El Arduino Mini es una placa electrónica basada en el microcontrolador ATmega328. Cuenta con 14 pines digitales de entrada y salida, 6 entradas analógicas, un botón de reinicio y los agujeros para el montaje de pines.

La placa Arduino Mini Pro está diseñada para la instalación permanente o semipermanente en objetos o exposiciones. El tablero viene sin zócalos pre-instalados, permitiendo el uso de varios tipos de conectores o soldadura directa de cables. (Arduino, 2015). Como se puede ver en la Figura 10 indica el esquema de los pines del Arduino pro mini.

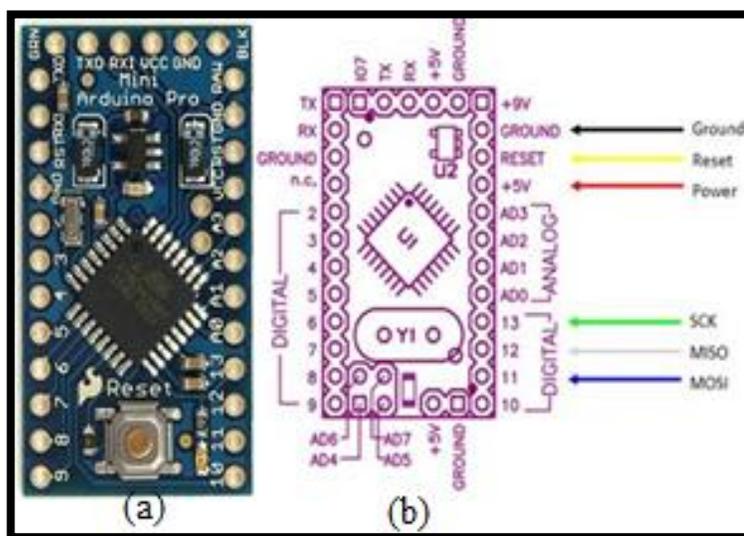


Figura 10. a) Placa del Arduino Mini Física b) esquema de sus pines.

Referencia: (Vilamil, s.f.)

En la Tabla 3 se puede observar las características del Arduino Mini en las cuales se puede ver que microcontrolador contiene, cuantas entras y salidas digitales, si posee PWN¹⁴, sus pines de entrada analógica, la corriente, etc.

¹⁴ PWM= Modulación por Ancho de Pulso.

Tabla 3. Características del Arduino Mini Pro

Características	Descripción
Microcontrolador	ATmega328
Power Supply Board	3,35 -12 V (modelo 3,3 V) o 5-12 V (modelo 5V)
Voltaje	3,3 V o 5 V (según el modelo)
E / S digitales prendedores	14
PWM prendedores	6
UART	1
SPI	1
I2C	1
Pines de entrada analógica	6
Las interrupciones externas	2
Corriente continua para pin I/O	40 Ma
Memoria flash	32 KB de los cuales 2 KB utilizado por el gestor de arranque
SRAM	2 KB
EEPROM	1 KB
Velocidad de reloj	8 MHz (versiones 3,3 V) o 16 MHz (5V versiones)
Soporta	Auto-reset
Peso	Menos de 2 gramos

Referencia: (Arduino , 2014)

Arduino Nano.

El Arduino Nano es una pequeña placa, completa y amistosa basada en el ATmega328 (Arduino Nano 3x) o ATmega168 (Arduino nano 2x). Tiene la misma funcionalidad de la Arduino UNO, pero en un diseño diferente. Le falta sólo un conector de alimentación de Corriente Continua y funciona con un cable USB Mini-B en lugar de una normal. (Arduino, 2015). Como se mira en la Figura 11 el esquema de pines del Arduino Nano.

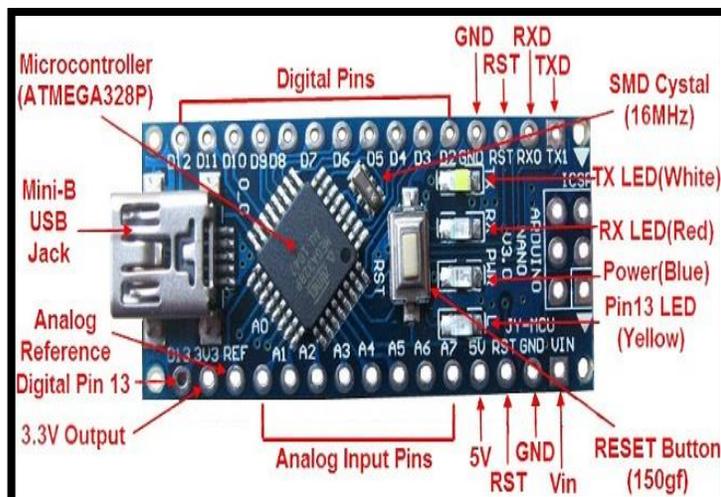


Figura 11. Esquema de pines del Arduino Nano.

Referencia: <http://www.tronicsbd.com/product/arduino-nano-v3-0/>

En la Tabla 4 se observa las principales características del Arduino Nano como el microcontrolador que posee los pines digitales y analógicos el voltaje al que funciona, su corriente las memorias, las dimensiones.

Tabla 4. Características de Arduino Nano

Características	Descripción
Microcontrolador	Atmega 328 o Atmega 168
Pines Digitales	14 entradas y Salida (6 Salidas Pwm)
Pines Analógicos	6 entradas Analógicas (8 Bits de Resolución)
Voltaje de Funcionamiento	5 - 12 Voltios
Corriente Por Pin	40 miliamperios
Memoria FLASH	16KB(Atmega168) o 32KB(Atmega328) de los cuales 2KB utilizado por el gestor de arranque
Memoria SRAM	1KB(Atmega168) o 2KB(Atmega328)
Memoria EEPROM	512KB(Atmega168) o 1KB(Atmega328)
Frecuencia	16 Mhz
Longitud	45mm
Ancho	18mm
Dimensiones	45 x 18 Mm

Referencia: <http://www.arduino.cc/en/pmwiki.php?n=Main/ArduinoBoardNano>

(Arduino , 2016) manifiesta:

“Puede ser alimentado a través de la conexión USB Mini-B, no regulada 6-20V fuente de alimentación externa (pin 30), o 5V regulada fuente de alimentación externa (pin 27). La fuente de alimentación se selecciona automáticamente a la fuente de voltaje más alto.

El ATmega168 tiene 16 KB de memoria flash para almacenar el código (de los cuales se utiliza 2 KB para el gestor de arranque). El ATmega168 tiene 1 KB de SRAM y 512 bytes de EEPROM (que pueden ser leídos y escritos con la librería EEPROM); el ATmega328 tiene 2 KB de SRAM y 1 KB de EEPROM.

Tiene 8 entradas analógicas, cada uno de los cuales proporcionan 10 bits de resolución (es decir, 1024 valores diferentes). Los Pines analógicos 6 y 7 no se pueden utilizar como pines digitales.

Cada uno de los 14 pines digitales en el Nano se puede utilizar como una entrada o salida, algunos pines tienen funciones especializadas como son:

- De Serie: 0 (RX) y 1 (TX). Se utiliza para recibir (RX) y transmitir datos en serie (TX) TTL. Estos pines están conectados a los pines correspondientes del chip de serie FTDI USB-a-TTL.
- PWM: 3, 5, 6, 9, 10, y 11. proporcionar una salida de PWM de 8 bits con el analogWrite () función.
- SPI: 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK). Estos pines soportan la comunicación SPI, que, aunque proporcionada por el hardware subyacente, no está incluido en el lenguaje de Arduino.

- LED: 13. Hay un LED incorporado conectado al pin digital 13. Cuando el pasador es ALTO, el LED está encendido, cuando el pasador es bajo, es apagado.

Arduino Uno.

Arduino uno es la placa electrónica más usada de la familia de los Arduinos, está basada en microcontrolador ATmega 328, cuenta con 14 pines digitales de entrada/salida, 6 entradas analógicas, tiene una conexión USB (Arduino, 2014). “Es una buena opción para empezar a usar Arduino y familiarizarse con el entorno”, (Urgiles & Colcha, 2015). En la Figura 12 se detalla el esquema de los pines del Arduino Uno.

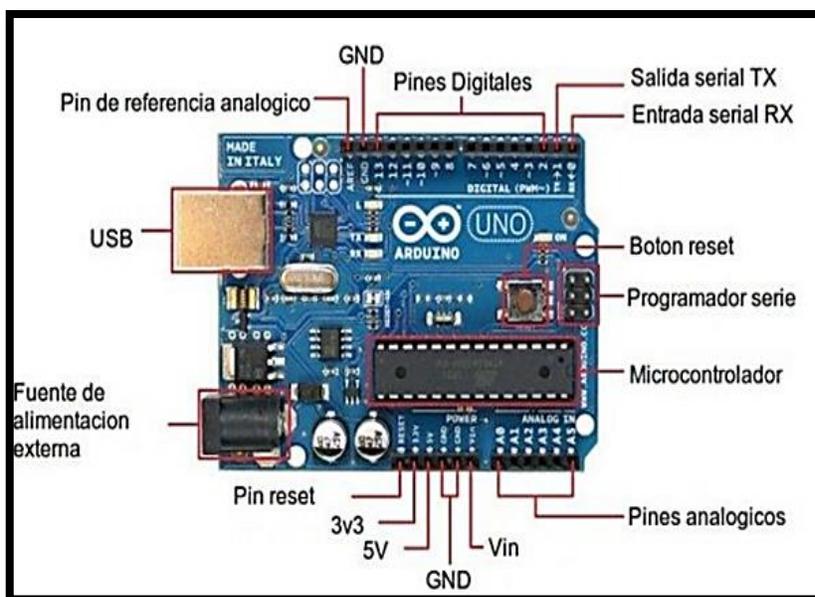


Figura 12. Esquema de pines del Arduino Uno.

Referencia: (Mora, 2016)

En la Tabla 5 se observa las principales características del Arduino Uno como el microcontrolador que posee los pines digitales y analógicos el voltaje al que funciona, su corriente las memorias, las dimensiones, frecuencia etc. Esta tarjeta electrónica permite conectar otras tarjetas encima de ellas como un Shield Ethernet.

Tabla 5: Características de Arduino Uno

Características	Descripción
Microcontrolador	ATmega 328P Extraíble
Tensión de funcionamiento	5V
E/S digitales prendedores	14 entradas t salidas (6 salidas PWN)
Pines análogos	6 entradas analógicas
Corriente por pin	40 miliamperios
Memoria flash	32 KB de los cuales 0,5 KB utilizado para el gestor de arranque
SRAM	2KB
EEPROM	1KB
Frecuencia	16MHz
Velocidad de reloj	16MHz
Longitud	68,6 mm
Ancho	53,4 mm
Peso	25 g

Referencia: <http://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno>

Arduino Mega.

El Arduino Mega es una placa electrónica basada en el ATmega1280. Cuenta con 54 pines digitales de entrada y salida (de los cuales 14 se pueden utilizar como salidas PWM), 16 entradas analógicas, 4 Puertos seriales, un cristal oscilador de 16 MHz, una conexión USB, un conector de alimentación, una cabecera ICSP15, y un botón de reinicio. (Arduino, 2015).

Tiene todo lo necesario para apoyar el microcontrolador; basta con conectarlo a un ordenador con un cable USB o la batería para empezar. La Placa Mega es compatible con la mayoría de los modelos de Arduino, como se observa en la Figura 13 indica el esquema de los pines del Arduino Mega. (Arduino, 2015).

¹⁵ ICMP= Programación Serial en Circuito

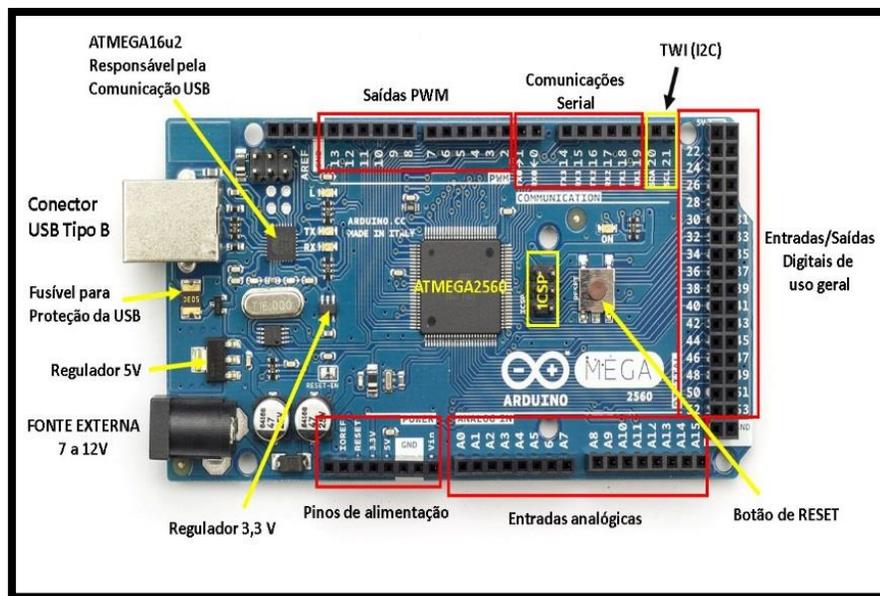


Figura 13. Esquema de pinos del Arduino Mega.

Referencia: <https://www.embarcados.com.br/arduino-mega-2560>

En la Tabla 6 se observa las principales características del Arduino Mega como su microcontrolador, los pines análogos y digitales el voltaje y la corriente a la que función.

Tabla 6. Características del Arduino Mega

Características	Descripción
Microcontrolador	Atmega 1280
Pines Digitales	54 entrada Y Salida (15 Salidas Pwm)
Pines Analógicos	16 entradas Analógicas (8 Bits De Resolución)
Voltaje	5 - 12 Voltios
Corriente por Pin	40 miliamperios
Memoria Flash	128 kb
Memoria EEPROM	4kb
Frecuencia	16 MHz
Dimensiones	101 X 53 Mm

Referencia: <http://www.arduino.cc/en/pmwiki.php?n=Main/arduinoBoardMega>.

Arduino YUN.

El Arduino YUN es una placa electrónica basada en el ATmega32u4 y el Atheros AR9331. La junta ha incorporado interfaces Ethernet y Wi-Fi, un puerto USB, ranura para tarjeta micro-SD, 20 pines digitales de entrada y salida (de los cuales 7 se pueden utilizar como salidas PWM y 12 como entradas analógicas), 3 botones de reposición, un ICSP, un RJ-45 para conectarse a la una red por su ranura, entrada USB OTG, un USB Host, leds indicadores del estado del dispositivo, un reset Wi-Fi, un reset AR9331, un reset 32uA, tiene puertos (RX, TX, IO, WAN, POWER, WLAN, USB) un ranura para una tarjeta Micro SD. Como se observa en la Figura 14 el esquema de pines del Arduino Yun (Arduino, 2015).

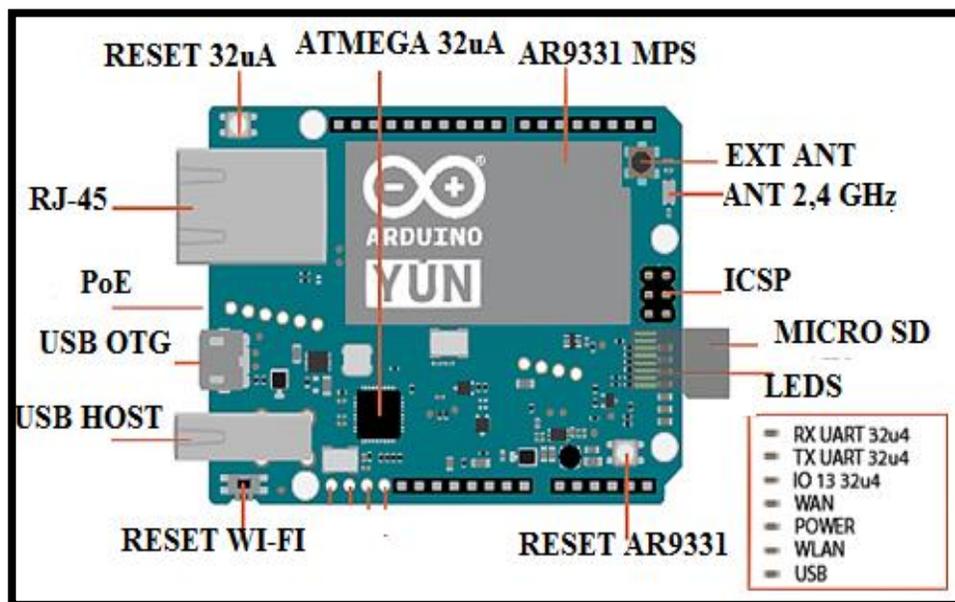


Figura 14. Esquema de pines del Arduino Yun.

Referencia: <https://www.coolcomponents.co.uk/arduino-yun.html>

En la Tabla 7 se observa las principales características del Arduino Yun como su microcontrolador, los pines analógicos y digitales el voltaje y la corriente a la que funciona, etc.

Tabla 7. Características del Arduino Yun

Características	Descripción
Microcontrolador	Atmega 32u4 y Chip Atheros Ar9331
Pines Digitales	20 de Entrada y Salida (7 Salidas Pwm)
Pines Analógicos	12 entradas Analógicas (8 Bits De Resolución)
Voltaje de Funcionamiento	5 voltios
Corriente Por Pin	40 miliamperios
Memoria FLASH	32 Kb
Memoria SRAM	2.5kb
Memoria EEPROM	1kb
Frecuencia	16 MHz
Dimensiones	73x53 Mm
Interfaz Ethernet	IEEE 802.3 10/100 Mbits
Puertos USB	2 puertos
Memoria RAM	64 Mb
Tarjeta	Lector De Tarjetas Micro Sd

Referencia: <http://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardYun?from=Main.ArduinoYUN>.

Arduino Leonardo.

El Arduino Leonardo es una placa electrónica basado en el microcontrolador Atmega32u4. Esta placa posee 20 pines digitales de entrada/salida (7 pines se pueden utilizar como salidas PWM y 12 pines como entradas analógicas), un oscilador de cristal de 16 MHz, un conector micro USB, un conector de alimentación y un botón de reinicio, como se mira en la Figura 15 indica el esquema de los pines del Arduino Leonardo (Arduino , 2015).

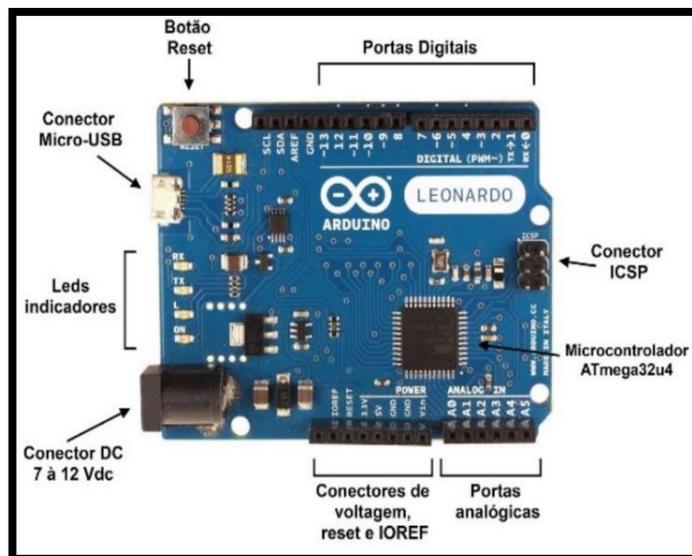


Figura 15. Esquema de pines del Arduino Leonardo.

Referencia: <https://forum.arduino.cc/index.php?topic=347768.0>.

En la Tabla 8 se observa las principales características del Arduino Leonardo como su microcontrolador, los pines analógicos y digitales el voltaje y la corriente a la que funciona, etc.

Tabla 8. Características del Arduino Leonardo

Características	Descripción
Microcontroladores	Atmega32u4
Tensión de funcionamiento	5V
Digital pines I/O	20
Canales PWM	7
Canales de entrada analógica	12
Corriente DC por E/S Pin	40 Ma
Corriente DC de 3.3V Pin	50 Ma
Memoria Flash	32 KB
SRAM	2.5 KB
EEPROM	1 KB
Velocidad de reloj	16 MHz
Longitud	68.6 mm
Anchura	53.3 mm
Peso	20 g

Referencia: <http://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardLeonardo>.

2.4 Redes Inalámbricas

Las redes inalámbricas permiten a un usuario o dispositivo mantenerse conectado por medio de ondas electromagnéticas sin la necesidad de una red cableada o alámbrica. Existe una variedad de tecnologías que se han desarrollado como por ejemplo la telefónica fija ya no es muy usada, ha sido remplazada por la telefonía móvil. Es mucho más fácil acceder a internet desde cualquier dispositivo. Como muestra la Figura 16, está la clasificación de las redes inalámbricas de acuerdo al alcance, y según el estándar al cual se establecen y a continuación esta la descripción de cada uno.

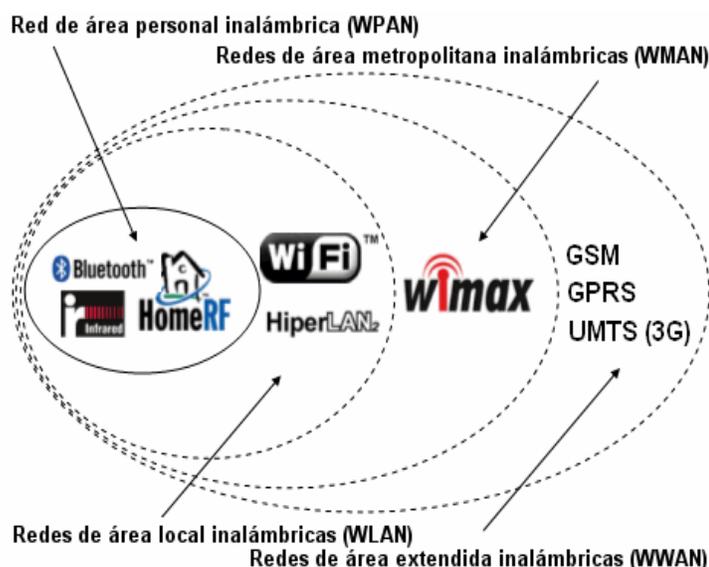


Figura 16. Clasificación de las redes inalámbricas.

Referencia: <http://es.kioskea.net/contents/818-redes-inalambricas>

- **WPAN (Redes de Área Personal).** - Redes de corto alcance que comprende alrededor de unos 10 metros, se basa en los estándares 802.15, normalmente utilizadas para conectar varios dispositivos portátiles personales sin necesidad de cables. (Camargo, 2009)
- **WLAN (Redes de Área Local).** - Es una red que cubre un equivalente a una red local de una empresa, permite que los usuarios puedan movilizarse en un área

específica, se basa en los estándares 802.11. Con un alcance aproximado de cien metros. (Camargo, 2009)

- **WMAN** (Redes de Área Metropolitana). - Estas redes ofrecen una velocidad efectiva de 1 a 10 Mbps teniendo un alcance de hasta 10 kilómetros, Wimax es una de las tecnologías que pueden llegar a tener velocidades de 70 Mbps en un radio de varios kilómetros. Se basa en el estándar 802.16. (Comunidad Informática, 2014)
- **WWAN** (Redes de Área Extensa). - Tienen el alcance más amplio entre todas las redes inalámbricas, un ejemplo de este tipo de red son las tecnologías de la telefonía móvil, como GSM, UMTS, HSPA, LTE, etc. (Comunidad Informática, 2014)

2.5 Módulos de Comunicación

Son módulos para el envío de datos de una forma cableada e inalámbrica, de esta forma, pueden comunicarse entre diferentes dispositivos de una forma remota, al ser este trabajo el desarrollo de un sistema portátil se hace referencia solo a las tecnologías inalámbricas que tienen esta flexibilidad de no necesitan estar conectados por un medio físico, para ellos es necesario tener conceptos de coberturas de red.

2.5.1 Bluetooth.

Es un estándar de comunicación para redes inalámbricas personales (WPAN) que permite la comunicación de datos, donde dependiendo de la clase de bluetooth tiene una potencia de hasta 20 dBm y un alcance de 100 metros con un consumo de 100 mW en la banda de 2.4 GHz, su protocolo es L2CAP¹⁶ para la segmentación y multiplicación de paquetes con gestión de calidad de servicio, lastimosamente la mayoría de módulos electrónicos con este tipo de comunicación son de punto a punto, los que permite una

¹⁶ L2CAP: Logical Link Control and Adaptation Protocol (Protocolo de control y adaptación del enlace lógico)

conexión punto multipunto son muy costosos y poco compatibles con el resto de módulos. (Brent & Chatschik, 2001)

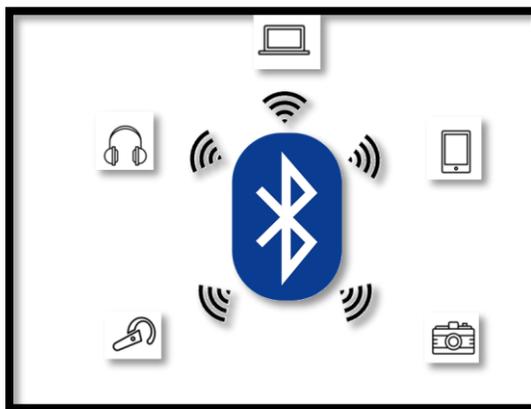


Figura 17. Logo de Bluetooth.

Fuente: (Fish, 2015)

2.5.2 Zigbee.

Es un protocolo de comunicación inalámbrica basado en el estándar IEEE 802.15.4, sus aplicaciones son para topologías en malla abajo consumo, la identificación de cada dispositivo de red es por medio de su MAC¹⁷, puede contar con 65535 dispositivos distribuidos en subredes de 255 nodos, tiene un consumo de 30 mA con una distancia de 100 metros, es un eficiente protocolo de comunicación, pero no es compatible con computadoras o dispositivos móviles. (Baronti, Prashnt, & Vince, 2007)



Figura 18. Logo ZigBee.

Referencia: (Baronti, Prashnt, & Vince, 2007)

¹⁷ MAC: Media Access Control (Control de acceso al medio)

2.5.3 WIFI

Es el estándar de comunicación inalámbrica más usado por la mayoría de dispositivos por su rendimientos, velocidad y alcance; una de sus ventajas es el uso de antenas MIMO¹⁸ para un uso eficiente del espectro, su asignación de direcciones de red permite una mayor conexión de dispositivos e infraestructuras de red.

Los módulos de comunicación son reconocidos como Wi-fi bajo el estándar 802.11 b/g con pines de comunicación USART¹⁹ o SPI, tiene un consumo de 40 mA, potencia de 18 dBm y con un consumo de hasta 100 mA y una distancia de hasta 30 metros. (SparkFun, 2016)



Figura 19. Logo de Wi-Fi.

Referencia: (Pérez, Julián; Gardey, Ana ;, 2013)

Luego de a ver definido cada tecnología inalámbrica se procede a realizar una Tabla 9 comparativa, entre las diferentes características que cada tecnología tiene en este caso se realiza tomo en cuentas las antes mencionadas WI-FI, Bluetooth y Zigbee.

¹⁸ Mimo: Múltiple entrada múltiple salida, se refiere específicamente a la forma como son manejadas las ondas de transmisión y recepción en antenas para dispositivos inalámbricos como enrutadores.

¹⁹ Usart: Transmisor-Receptor Asíncrono Universal, es el dispositivo que controla los puertos y dispositivos serie

Tabla 9. Comparación entre tecnologías inalámbricas

Características	Wi-Fi (IEEE 802.11g)	Bluetooth (IEEE 802.15.1)	ZigBee (IEEE 802.15.4)
Radio	DSSS, (direct sequence spread spectrum)	FHSS, (frequency hopping spread spectrum)	DSSS) direct sequence spread spectrum)
Velocidad	54 Mbps	1 Mbps	250 Kbps
Nº de nodos por master	32	7	64.000
Latencia	Up to 3s	Up to 10s	30 ms
Tipo de datos	Video, audio, gráficos películas, ficheros	Audio, gráficos, películas, ficheros	Pequeños paquetes de datos
Alcance (m)	100	10(v.1.1)	70 – 100
Expansión	Roaming	No	Si
Duración batería	12 y 48 horas	1 semana	100 - 10000 días
Costo	9	9	9
Complejidad	Complejo	Muy complejo	Sencillo
Aplicación Principal	WLAN	WPAN	Control y monitorización
Memoria necesaria	1 MB +	250KB+	4KB - 32KB
Parámetros más importantes	Velocidad y flexibilidad	Costes y perfiles de aplicación	Fiabilidad, bajo consumo y bajo coste

Referencia:(Giangabriel , 2015)

2.6 Wearables

Es un sistema electrónico insertado en una prenda de vestir equipado con sensores y herramientas para monitorear parámetros de las personas y que no interfieren en ninguna actividad,

tienen muchas aplicaciones, principalmente en el uso de la salud en el pulso cardiaco. (Picard & Healey, 1997) . Como se puede ver en la Figura 20 existen diversas sistemas wearables que se puede aplicar en el cuerpo ya sea encima de la ropa o como accesorios en las manos, cinturón, arnes,lentes, etc.

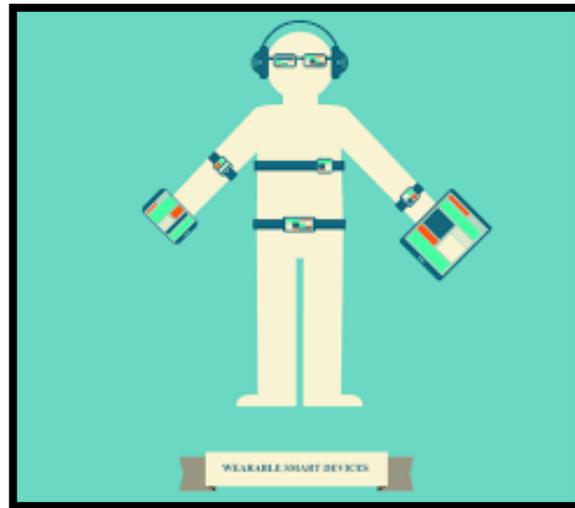


Figura 20. Dibujo de una persona con diferentes dispositivos en su cuerpo llamados Wearables.

Referencia: (Picard & Healey, 1997)

3. Capítulo III

En el capítulo tres, se realiza un análisis de la situación actual de la institución, basándose en una entrevista al encargado del centro de cuidado del adulto mayor “San Martín”, cumpliendo con los requerimientos que necesitan los Stakeholder²⁰, se procede a elaborar el diseño de software y hardware en el que se tomará en cuenta todas las variables que se explicará en este capítulo, y se termina con la construcción e implementación del sistema.

3.1 Situación Actual

Se realiza un análisis con el objetivo de esquematizar, examinar y encontrar información, que se consigue con relación a todos los Stakeholder del proyecto, que procede a determinar la situación actual de las caídas en los adultos mayores y del centro de cuidado del adulto mayor “San Martín”, mediante estudios realizados, documentos y técnica de investigación que permite conocer las necesidades del paciente y los auxiliares de geriatría, con los requerimientos y parámetros que necesita el diseño del sistema.

Para realizar el análisis, se implementa las técnicas de investigación que permite la recopilación de información de la institución. En este caso se realiza una entrevista a la administradora del centro de cuidados del adulto mayor “San Martín”, y a continuación se efectúa una inspección. También se usa estudios y documentos que ayuden a determinar la situación actual de las caídas, no solo en la institución sino a manera general.

3.1.1 Entrevista.

La entrevista realizada consta de una serie de preguntas que se pueden observar en el Anexo 1 las misas que se realizaron a la Señora Josefina Ramírez Administradora del centro de cuidados del adulto mayor “San Martín” como se puede apreciar en la Figura 21.

²⁰ Stakeholder: Son los interesados como alguien que está afectado por el proyecto que se desarrolla.

Basándose en las respuestas obtenidas se realizará el levantamiento de la información necesaria, para conocer el funcionamiento del centro, el número de adultos mayores que residen en la institución, las actividades que realizan, el cuidado que reciben, si se producen caídas, cuáles son las causas y las consecuencias generadas, entre otros aspectos. Con la información obtenida en la entrevista se describe los siguientes puntos:



Figura 21. Señora Josefina Ramírez administradora de la institución

Referencia: Foto tomada por autor

3.1.1.1 Estado actual del centro de los adultos mayores.

El centro de cuidado San Martín se encuentra ubicado en las calles Antonio José de Sucre y José Mejía Lequerica, en el de barrio de Santo Domingo de la ciudad de Ibarra en la provincia de Imbabura ubicada en el Ecuador como se muestra en la Figura 22.

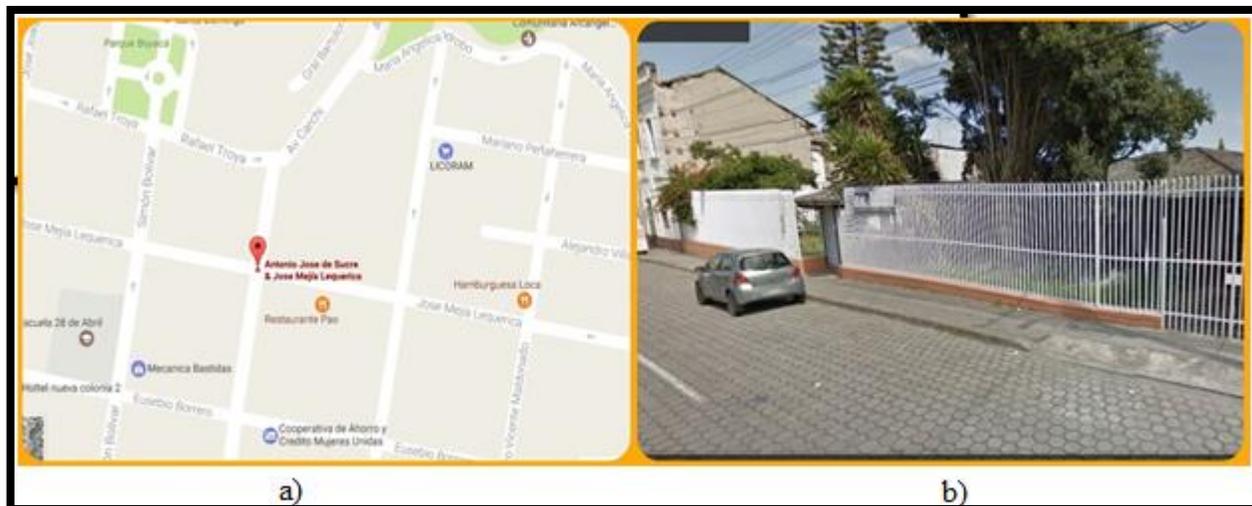


Figura 22.a) Mapa de la ubicación del centro b) Imagen de la entrada principal del centro “San Martín”.
Referencia: Google Maps.

En la Figura 23 se muestra una foto panorámica del Centro del cuidado del adulto mayor San Martín.



Figura 23. Foto panorámica del Centro del cuidado del adulto mayor San Martín.
Referencia: Foto tomada por Autor

Esta institución es una entidad privada sin fines de lucro. Los familiares de los adultos mayores pagan por su atención, ofreciendo dos tipos de atención:

- Atención permanente: los adultos mayores pasan todos los días en el centro y son visitados por sus familiares.
- Atención de guardería: es la atención diaria que se brinda al adulto mayor, el mismo que tiene un horario desde las 7:00 hasta las 17:00 horas.

Servicios del centro

- Atención médica
- Curaciones
- Fisioterapia
- Aseo personal
- Cuidado constante
- Actividades Recreativas
- Guardería diaria
- Enfermería 24 horas
- Terapia ocupacional
- Control de signos vitales
- Suministración de Medicinas
- Nutrición balanceada

En la Figura 24 se observa a los asistentes geriátricos del centro de cuidado del adulto mayor San Martín, están realizando diferentes tareas como el control de los signos vitales, suministrando alimentación.



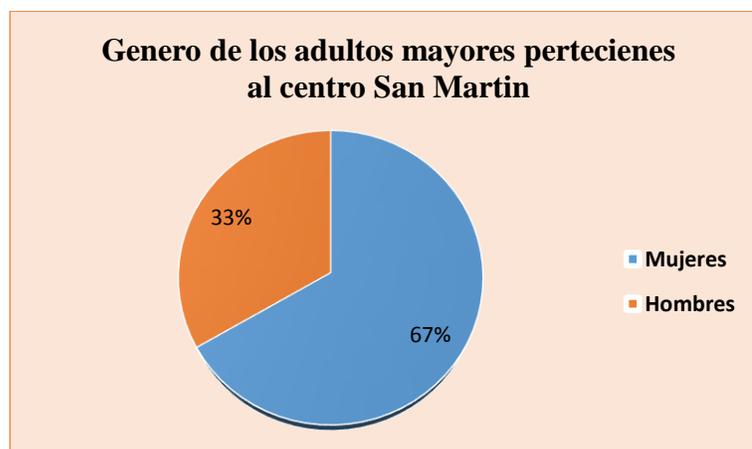
Figura 24. Asistente de Geriátría realizando: a) Control de Signos Vitales, b) Suministrando alimentación.

Referencia: Fotos tomadas por el autor.

3.1.1.2 Adultos mayores del centro.

Los adultos mayores que residen en la institución cuentan con una atención permanente, donde se atiende en su vestimenta, limpieza, higiene, en la alimentación, nutrición balanceada. Posee un ambiente familiar, enfermería 24 horas, terapia ocupacional, actividades recreativas, control de signos vitales, administración de medicinas. El centro tiene un total de 21 adultos mayores atendidos, los cuales 19 de ellos viven en el centro y 2 son atendidas en guardería (se atiende en un horario de 8:00 a 18:00). La edad promedio de estas personas es de 85 años, esta información se obtuvieron mediante las preguntas realizadas a la directora del centro de cuidado “San Martín” que se encuentran en el Anexo 1.

La Figura 25 describe la clasificación de las personas atendidas en el centro, 14 mujeres que equivale a un total 33% y 7 varones que es el 67%; lo que se puede observar que existen más mujeres.



*Figura 25. Porcentaje del género de los adultos mayores
Referencia: Diseño por autor en software Microsoft Excel*

Según el Ministerio de Salud Pública del Ecuador “En los últimos 50 años los cambios demográficos, epidemiológicos y sociales que ha experimentado la población ecuatoriana son una realidad, los ciudadanos van envejeciendo en forma acelerada, las proyecciones de

la población nos indican que en el año 2010 los adultos mayores llegarán a 986.407 que representan el 6.94%, para el año 2025 serán 1.592.232 que representarán el 9.84% (Estimaciones y proyecciones INEC Censo 2001)

En el establecimiento los adultos mayores realizan las siguientes actividades:

- Ejercicios Físicos especiales
- Cumpleaños colectivos
- Juegos Pasivos (Domino, Damas, Cuarenta, Ajedrez)
- Talleres de arte manual
- Actividades espirituales
- Talleres de Música

Las actividades se les realiza con responsabilidad y controlados para evitar accidentes.

Los adultos mayores del centro poseen diferentes tipos de enfermedades debido a su edad avanzada, como se puede observar en la Figura 26, el 33% tienen sordera, el 33% el problema de visión que dificultades al mirar, el 27% Alzheimer y el 7% artritis, concluyendo que la mayor parte tiene problemas de visión, sordera y Alzheimer. Es por esta razón que ellos consumen fármacos a diario por sus padecimientos y para mantenerles tranquilos. Estas son una de las causas principales para que se presenten accidentes de caídas.

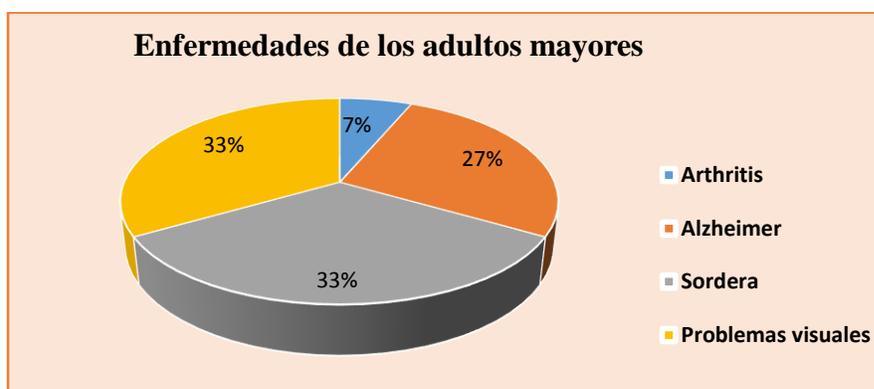


Figura 26. Porcentaje de las enfermedades de los adultos mayores del centro.

Referencia: Diseño por autor en software Microsoft Excel

Según el documento realizado por el instituto nacional y censos de la Salud Bienestar y envejecimiento del 2009, en el Ecuador se tiene que las enfermedades detectadas con mayor frecuencia en los adultos mayores son las que podemos apreciar en la Figura 27 que son la osteoporosis problemas del corazón y diabetes. La mayoría de los padecimientos son descubiertas en las áreas urbanas (INEC, 2009).

Esta cifra tiene una explicación según la doctora María Emilia Salgado “El ritmo de vida que tienen las personas que habitan en las grandes ciudades es más agitado en comparación con la que viven en el campo”. Por ejemplo, “la población rural padece menos casos de diabetes porque realiza más actividad física, los alimentos que ingieren son naturales, contienen mayor fibra y no son tan industrializados, mientras que en la ciudad se da paso al consumo de grasas y comidas rápidas”, señaló la especialista (Andrade, 2011).

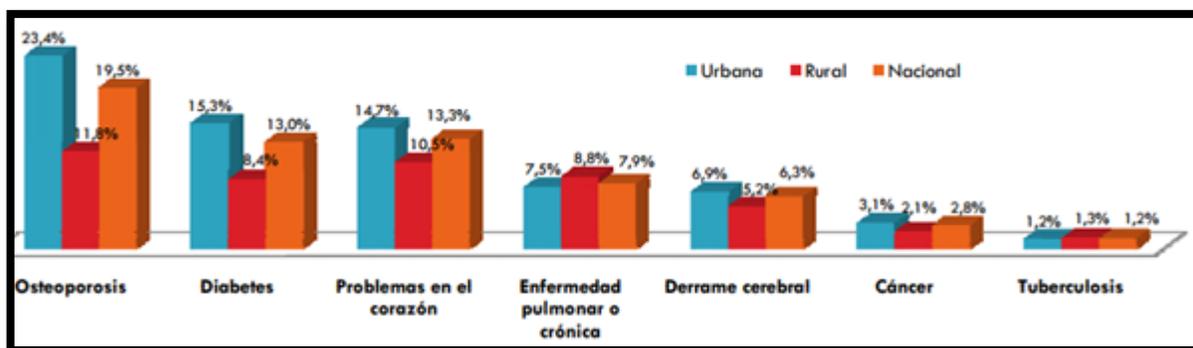


Figura 27: Porcentajes de las enfermedades más frecuentes en los adultos mayores determinadas por áreas

Referencia: (INEC, 2009)

Se evidenció mediante las visitas realizadas que la posición que adoptan los adultos mayores en el día es sentada como se puede observar en Figura 28 donde casi todas estas personas están sentadas, encontrando mayor comodidad al realizar diferentes actividades como leer el periódico, observar la televisión, elaborar manualidades. Son pocos a los que les gusta caminar o pasar descansando en sus dormitorios. A esta edad por tener mínima

movilidad, permanecen sentados por tal razón se vuelven inquietos provocando con este movimiento la pérdida del equilibrio y se producen accidentes de caídas.



Figura 28. Adultos Mayores que se encuentran : a) coverzando, b) con poca movilidad, c) mirando la television y dormida, c) sentada mirando a los demas.

Referencia: Fotos tomadas por Autor

- **Caídas.**

Según expone la OMS se calcula que anualmente se producen 424 000 caídas mortales, lo que convierte a las caídas en la segunda causa mundial de muerte por lesiones no intencionales, cada año se producen 37,3 millones de caídas que, aunque no sean mortales, requieren atención médica. La mayor morbilidad corresponde a los mayores de 65 años.

Del 10% al 25% de las caídas en el adulto mayor provocan fracturas, 5% requiere hospitalización. (Organización Mundial de la Salud, 2016)

El único estudio que se pudo obtener a nivel de Ecuador es la investigación del Dr. Willma B. Freire, mediante la encuesta SABE Ecuador 2009 – 2010, la cual registra que adultos mayores de 65 a 74 años 38.7% presentaron caídas, las cuales un 46.3% se reportó en mujeres, y un 29.8% se registró en hombres. (Freire, 2010)

Dentro de los factores de riesgo de caídas podemos distinguir aquellos dependientes del individuo, por el propio proceso de envejecimiento o por enfermedades concomitantes (factores intrínsecos) y otros que dependen del ambiente que rodea a dicho individuo (factores extrínsecos). Una caída suele ser el resultado de la unión de varios de ellos independientemente del origen.

En el documento realizado por los doctores Gisela, Pedro y Gloria expuesta en la revista médica de Chile en la que se realizó una investigación a 362 personas ≥ 70 años, el momento del día en que se produjo la mayoría de las caídas fue durante la mañana (59%), un 26% ocurrió por la tarde y un 13%, durante la noche. Las caídas se produjeron fundamentalmente al caminar (49,1%) y, con menor frecuencia, de pie (14%), al levantarse (11,4%), al usar escaleras (7%), sentados (4,4%) o en la cama (2,6%) (Gonzales, Marin, & Pereira, 2001)

Actualmente en la institución se producen de 2 a 3 caídas por mes aproximadamente, en un mismo individuo o en otros adultos mayores; estos accidentes se generan por diferentes factores; en la Figura 29 se muestran los porcentajes, el 29% es por resbalón al circular en piso mojado, al salir de la ducha y deslizamiento en la silla (de ruedas, de comedor, de sillón de sala de video). El 26% al levantarse o ponerse de pie ya sea de su cama, del inodoro, de los sillones y de las sillas. El 24% es causado por las enfermedades

que tiene por ejemplo la falta de visión, por mareos, generadas por los fármacos que consumen todos los días. El 21% es al caminar por su discapacidad tienden a tropezarse con objetos y algunos necesitan bastón o caminadora.

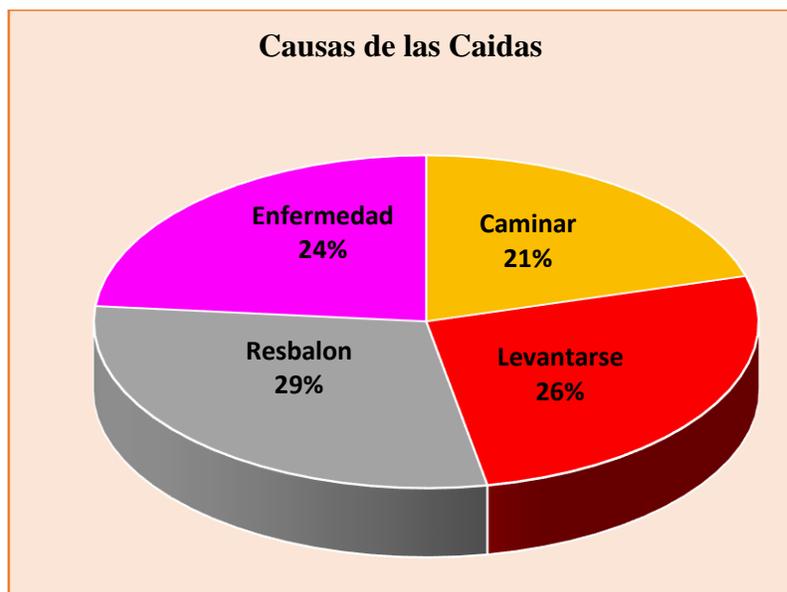


Figura 29. Porcentaje de las causas de las caídas en el centro de cuidado del adulto mayor.

Referencia: Diseño por autor en software Microsoft Excel.

Respecto al entorno, “el estudio ICARE publicado en la revista Médica, México, año 2013 analiza el lugar de producción de las caídas apreciándose que el mayor porcentaje se da en el domicilio, y con una menor frecuencia en la calle, y en lugares públicos interiores y exteriores. De los lugares de la casa donde más acontecieron las caídas fueron la recámara, en 152 (27 %); el patio, en 122 (21 %); el baño, en 80 (14 %); la escalera, en 72 (13 %); la cocina, en 60 (10 %). (Jimenez , Corcoles , Fernandez, & Villada , 2013)

Las caídas en el centro del adulto mayor San Martín se produce en diferentes espacios físicos de la institución, en los dormitorios, en el baño, en el comedor, en la sala de video o en el patio.

Un estudio realizado en la Unidad de Urgencias, de la Empresa Pública Hospital de Poniente. El Ejido. España dice: “Comprobamos que las consecuencias más frecuentes fueron las contusiones (53,2%), seguido de las fracturas (26,3%), por orden de frecuencia; tobillo, fémur, Colles, hombro, escafoides, falange, costilla. En otros estudios el porcentaje de fracturas tras una caída está entre el 8- 11%, menor a nuestro estudio, esto es debido a que las contusiones pueden resolverse en atención primaria mientras que la sospecha de fractura es derivada a urgencias hospitalarias, ahí de nuestra incidencia más alta” (Ruiz, Ortega, & Cruz, 2013))

Todas las caídas producen algún tipo de lesión como se puede ver en la Figura 30 que van desde moderadas a graves como fracturas (cadera, extremidades superiores e inferiores, columna, craneales) y lesiones (de piel, raspaduras) y hasta la muerte.



Figura 30. Ejemplos de fracturas luego de una caída (a) fractura de cabeza, (b) fractura pierna, (c) cadera, (d) fractura de tobillo, (e) fractura de muñeca, (f) llegar hasta la muerte.

Referencia: Collage realizada por el Autor

Estas lesiones y fracturas que se han producido en la institución han reducido la movilidad e independencia, las mismas que traen consecuencias como son:

- **Consecuencia Psicológica:** Después de una caída se producen cambios en los adultos mayores, hay reducción de la movilidad, el dolor por el trauma, el temor a volver a caer o post caída que provoca ansiedad y restricción de actividades físicas, dificultando realizar actividades cotidianas.
- **Consecuencias Físicas:** Como producto de una caída en los adultos mayores se producen lesiones.
- **Consecuencia Económica:** Implica gastos económicos tanto a los familiares del adulto mayor que deben gastar en sus medicaciones y hospitalización, y para la institución porque el personal de cuidado de los adultos mayores debe ser dedicado a la mejora del paciente accidentado y esto conlleva a que se requiera de personal especializado y que trabajen más horas.

Actualmente no existe un método que permita alertar a las asistentes de los adultos mayores o saber si se ha producido un accidente de caída, la única alarma es cuando se escucha un grito de la persona que sufre el incidente, o mirar que un adulto mayor se cae y la persona que observa pueda informar a las enfermeras de este contratiempo. Se ha registrado casos de fracturas leves y graves, donde un adulto mayor se cae y no recibió la atención médica a tiempo porque no existe una alerta que indique de este suceso.

El periodo de tiempo que transcurre desde el instante que el adulto mayor sufre una caída, hasta que el asistente geriátrico asista al paciente, es aproximadamente de diez a quince minutos, este tiempo transcurrido es esencial para la atención de las lesiones producidas por la caída.

3.1.2 Inspección.

Mediante una inspección realizada al centro de cuidado del adulto mayor San Martín se logra identificar la situación actual de la institución y se establece los siguientes parámetros:

- Número de habitaciones.
- Material de construcción de la casa hogar.
- Si existen y que cobertura tiene la red inalámbrica.
- Servicios básicos con los que cuenta el centro.
- Instalación eléctrica.

3.1.2.1 Estado actual del espacio físico del centro de cuidado del adulto mayor San Martín.

Con la información obtenida del análisis e inspección del centro San Martín se puede mencionar que la institución cuenta con un amplio espacio físico de 18 metros cuadrados, de una sola planta, su techo es de teja y está construido con paredes de ladrillo (el grosor de las paredes es de 11cm), ventanas y puertas de marco de madera como se observa en la Figura 31.



Figura 31. Espacio Físico.

Referencia: Foto tomada por autor.

En la Figura 32 se observa el plano del centro de cuidado “San Martín”, cuenta con áreas verdes, un patio, una oficina (en el cual los administradores se reúnen), sala de estar (donde se recibe a las visitas y las personas encargadas de la institución), cuarto de mantenimiento (esta habitación se le utiliza para lavado y planchado de la ropa de los adultos mayores), salas de multimedia (posee dos salones, en este lugar pasan los adultos mayores mirando la televisión o realizando manualidades y juegos de mesa), comedor (los auxiliares de geriatría y los adultos mayores reciben su alimentación), habitaciones (son dobles y simples, divididas en dos bloques de hombres y mujeres), baños (disponen de todos los servicios necesarios para el bienestar del adulto mayor, son compartidos y no existen dormitorios que tengan baños privados).



Figura 32. Plano de la distribución del Centro de cuidado del adulto mayor.

Referencia: Realizado por autor.

El centro cuenta con servicios básicos (agua, luz, teléfono), también tiene una red WLAN (Redes de Área Local) y su proveedor de servicios es CNT, su cobertura no abastece a toda la institución, se debe a la ubicación del módem que se encuentra en la oficina de la directora como se puede apreciar en la Figura 33 que indica mediante un punto azul.

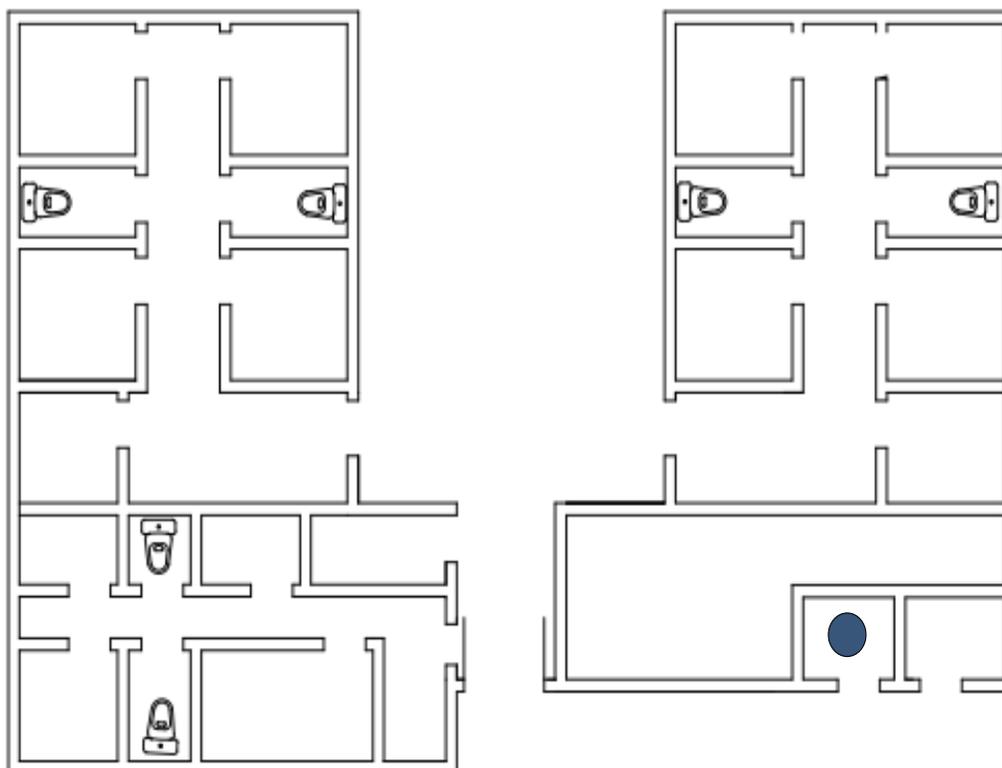


Figura 33. Ubicación del Modem de CNT

Referencia: Realizado por autor

El sistema a diseñar debe tener una cobertura de una red inalámbrica que llegue a todos los lugares del centro, es necesario adquirir repetidores para ampliar la señal WLAN, estos tendrán que ser ubicar en partes altas para que las personas no puedan manipular de los dispositivos y de esta manera evitar daños en el equipo o des configuración.

Los auxiliares de geriatría solicitan que el sistema de alarma debe ser ubicado en la sala de estar, para poder escuchar la alerta que emite el sistema las 24 horas del día, porque es el lugar donde ellos pasan y alado de esta sala se encuentra las habitaciones de los cuidadores que tiene los turnos en la noche, evitando así las caídas que se producen continuamente en el horario de la mañana o el de noche.

3.2 Requerimientos del sistema

Para el análisis de los requerimientos del sistema se toma como referencia al estándar ISO²¹ / IEC²² / IEEE²³ 29148: 2011, que tiene como función relacionar la necesidad presentadas por el centro de cuidado del adulto mayor San Martín con la solución que el proyecto puede brindar mediante parámetros que el sistema deba cumplir. (ISO/IEC/IEEE, 2011)

El estándar define la construcción de un buen requisito que proporcione atributos y características teniendo en cuenta la aplicación reiterativa a lo largo del ciclo de vida del sistema. El ISO / IEC / IEEE 29148: 2011 guarda una estrecha relación con anteriores normas destinadas al proceso de aplicación de requerimientos, como son la norma ISO / IEC 12207: 2008 e ISO / IEC 15288: 2008.

Permite definir los requerimientos operacionales y de usuario, requerimiento del sistema y requerimientos de arquitectura y funcionales. Estos serán sometidos a comparativa permitiendo definir el hardware, el software y algunos aspectos específicos apropiado para el diseño del sistema. (ISO/IEC/IEEE, 2011)

Para el desarrollo del proyecto se tendrá en cuenta a los implicados o Stakeholder (parámetro principal en el estándar ISO / IEC / IEEE 29148: 2011) que en este caso corresponde al autor, el

²¹ ISO: Organización Internacional de Normalización.

²² IEC: Comisión Electrotécnica Internacional.

²³ IEE: Instituto de Ingeniería Eléctrica y Electrónica.

director de la tesis que pertenece a la Universidad Técnica del Norte y los adultos mayores del centro de cuidado San Martín como se observa en la Tabla 10.

Tabla 10. Lista de Stakeholders

Lista de Stakeholders	
1.	Universidad Técnica del Norte
2.	Adultos Mayores del centro de cuidado San Martín
3.	Ing. Omar Oña director del Presente Trabajo de Titulación
4.	Katherine Izama Autora del Proyecto

Referencia: Autoría

3.2.1 Requerimientos de Stakeholder.

Previo a la elaboración del sistema que ayudara al desarrollo de la investigación en curso, se debe tomar ciertas consideraciones respecto a cuáles serán los requerimientos necesarios por parte de los de Stakeholder, que hace referencia a los adultos mayores y a la institución a la que pertenecen como también los requerimientos necesarios para la operación del sistema.

En la Tabla 11 se indican especificaciones que son requeridas para cubrir requisitos operacionales del sistema, como también parámetros que el sistema pueda brindar los servicios que el usuario necesita en su entorno. En la Tabla 11 se usa la nomenclatura **StSR**²⁴ que son los requisitos, especificaciones de los interesados.

²⁴ StSR: Stakeholder Requirements Specifications o Requisitos de los interesados especificaciones

Tabla 11. Requerimientos de Stakeholder

REQUERIMIENTOS DE STAKEHOLDER StSR					
#	REQUERIMIENTO	PRIORIDAD			RELACIÓN
		Alta	Media	Baja	
REQUERIMIENTOS OPERACIONALES					
StSR 1	Se debe contar con los permisos de los administradores de la institución para realizar visitas, recolectar información y realizar las pruebas de funcionamiento del sistema.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
StSR 2	Se solicita un horario donde administrativos y auxiliares puedan colaborar con el proyecto.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
StSR 3	Se debe establecer el lugar de instalación del módulo central.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
StSR 4	La institución debe contar con una red WLAN para conectar los dispositivos.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	SySR 3
StSR 5	El módulo sensor o portátil debe ubicarse en el cuerpo del adulto mayor.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	SySR 10
StSR 6	Los auxiliares de geriatría deben capacitarse mediante la manuela de usuario para saber el funcionamiento del sistema.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
REQUERIMIENTOS DE USUARIOS					
StSR 7	Recibir atención inmediata luego de una caída.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
StSR 8	El usuario no puede salir del lugar donde se instala el sistema.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	StSR 4
StSR 9	El sitio Web debe presentar una información clara y concisa	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	SySR6
StSR 10	El módulo portátil o central no debe interferir con las actividades diarias del adulto mayor	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	SySR 10
StSR 11	El costo no debe superar los 700 dólares y su funcionamiento debe ser fácil de manipular	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Referencia: Diseño por autor en software Microsoft Excel

3.2.2 Requerimientos de arquitectura.

Para el buen funcionamiento del sistema electrónico planteado, es necesario describir los requerimientos de arquitectura, establece los componentes electrónicos básicos, tanto en software como hardware, para que el proyecto funcione adecuadamente también se tiene los requerimientos eléctricos que ayudaran a la alimentación de los módulos, en la Tabla 12 se indica las

características necesarias que debe tener los dispositivos para el buen funcionamiento del sistema. En esta tabla se usa la nomenclatura SRSH²⁵

Tabla 12. Requerimientos de arquitectura

SRSH (Requerimientos de Arquitectura)					
#	REQUERIMIENTO	PRIORIDAD			RELACIÓN
		Alta	Media	Baja	
SRSH 1	El sistema debe ser apilable tanto el hardware y software para ser compacto y funcional.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	SySR 3
REQUERIMIENTOS DE SOFTWARE					
SRSH 2	Se debe determinar el número de celular para ser registrado en el módulo GSM.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
SRSH 3	No debe emitir falsas alertas o acciones que no permitan el perfecto funcionamiento del sistema.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	SySR 2 SySR 8
SRSH 4	La comunicación inalámbrica de él módulo Wi-Fi debe ser compatible con la red existente.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	SySR 2 StSR 1
SRSH 5	El módulo sensor debe establecer comunicación con el módulo central.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	SySR 2
SRSH 6	Los microcontroladores deben contar con librerías para el desarrollo del sistema.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
SRSH 7	Se debe usar software libre en el sistema.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	SySR 9
REQUERIMIENTOS DE HARDWARE					
SRSH 8	Debe estar dentro de una caja que soporte golpes.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
SRSH 9	La cobertura de la red debe cubrir toda el área por donde circule el adulto mayor.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
SRSH 10	Debe tener un botón en el módulo portátil o central para desactivar la alarma.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
SRSH 11	Debe tener indicadores del estado del sistema.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	SySR 9
SRSH 12	Los elementos del módulo portátil deben ser lo más pequeño.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	SRSH 8
REQUERIMIENTOS ELÉCTRICOS					
SRSH 13	La batería debe cubrir la demanda de corriente de los demás elementos.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	SySR 3
SRSH 14	La batería debe ser recargable.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Referencia: Diseño por autor en software Microsoft Excel

²⁵ SRSH: System Requirements Software and Hardware o Sistema de Requerimientos de Software y Hardware

3.2.3 Requerimientos del Sistema.

Para elaborar el sistema electrónico, se debe plantear cuáles serán los requerimientos funcionales, en los cuales se indica cómo se comportará el sistema junto a sus propiedades que debe proporcionar. En la Tabla 13 se define cada función que se requiere que el sistema realice, donde también se establece cuáles serán las limitaciones en el sistema. En esta tabla se usa la nomenclatura SySR²⁶

Tabla 13. Requerimientos de funciones

SySR REQUERIMIENTO DE FUNCIONES						
#	REQUERIMIENTO	PRIORIDAD			RELACIÓN	
		Alta	Media	Baja		
SySR 1	El sistema debe funcionar: en la mañana, en la tarde, o en la noche.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
SySR 2	El sistema tiene una zona de cobertura de red inalámbrica.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	StRS 1 StRS 4	
SySR 3	El funcionamiento del sistema debe ser automático.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
SySR 4	La página Web debe actualizarse constantemente.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	StSR 7 StSR 9	
REQUERIMIENTO DE INTERFACES						
SySR 5	Debe tener entradas y salidas análogas y digitales para manejar sensores.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	SRSH7	
SySR 6	Se debe tener una pantalla donde se pueda visualizar el estado del sistema.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	StSR9 SRSH11	
SySR 7	Debe tener un aviso de alerta auditiva y visual (local) y alerta por mensajes de texto (externa).	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
SySR 8	Los elementos eléctricos deben ser compatibles entre ellos.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
SySR 9	Todos los módulos deben tener los pines suficientes para un buen funcionamiento	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	SRSH7	
REQUERIMIENTO FÍSICOS						
SySR 10	Debe ser portable con menor tamaño posible con la mayor efectividad.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	StSR 11	
SySR 11	Los elementos eléctricos deben ser colocados en una caja.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	StSR 11	
SySR 12	Existan en el mercado ecuatoriano	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		

Referencia: Diseño por autor en software Microsoft Excel.

²⁶ SySR: System Requirements Specifications o Requisitos y especificaciones del sistema.

3.3 Selección de Software y Hardware.

La elección de los componentes de Software y Hardware se lo realizará en base los requerimientos del sistema propuestos anteriormente. Mediante tablas comparativas se califica y los elementos con más puntuación serán elegidos para el desarrollo del proyecto. Se selecciona primero el Software porque debe cumplir con la funcionalidad de poder cargar nuevas librerías tanto de sensores como placas de distintos fabricantes y adapte con facilidad a los parámetros de Hardware.

3.3.1 Selección de software.

3.3.1.1 Selección del IDE.

En la Tabla 14 se realiza la comparación entre el software Arduino Ide y el Eclipse que son los softwares más utilizados, en este punto se elige un entorno de programación que cuente con los parámetros siguientes.

Tabla 14. Selección de software según los requerimientos

REQUERIMIENTOS					VALORACIÓN TOTAL
SOFTWARE	SRSH 3	SRSH 4	SRSH 5	SRSH 6	
ARDUINO IDE	●	●	●	●	4
ECLIPSE	●	●	○	●	3

●Cumple ○ No cumple

Referencia: Diseño por autor en software Microsoft Excel.

Luego de realizar la comparación y evaluación (Tabla 14) entre el Arduino y el Eclipse, se selecciona el **IDE DE ARDUINO** por la facilidad de librerías, permite escribir programas, compilarlos y cargarlos en su placa, es de código abierto, nos proporciona las herramientas básicas que necesitaremos para subir, depurar y comunicarnos con nuestra placa y se puede ejecutar en Windows, MAC y Linux.

3.3.2 Selección de hardware.

3.3.2.1 Sensor Acelerómetro.

En la Tabla 15 se realiza una comparación de las características entre los sensores de aceleración que más se utilizan y que se adapta mejor a la solución del proyecto, y en la Tabla 16 se indica una comparativa con los requerimientos del sistema.

Tabla 15. Comparación de las características de los sensores acelerómetros.

CARACTERÍSTICAS	MMA7361	MPU6050	KXCNL	ADXL345
Voltaje	2,2 a 3,6v	2.375V a 3.46V	17 a 3.6 V	3v a 5v
Corriente	400Ua	500uA	250uA	23uA
Interfaz	Analógica	I2C	I2C	I2C y SPI
Rango	+/- 1.5g y 6g	+/- 2, 4, 8 g	+/- 2, 4, 8 g	+/- 2, 4, 8 g
Compatibilidad con Arduino	SI	SI	NO	NO
Tiene	Acelerómetro	Acelerómetro Giroscopio	Acelerómetro	Acelerómetro
Caída libre	SI	NO	NO	SI
Tamaño	23*16mm	21*16 mm	3*3mm	3* 5mm
Costo	7	8	40	9

Referencia: Diseño por autor en software Microsoft Excel.

Tabla 16 Selección del módulo WI-FI según los requerimientos.

	REQUERIMIENTOS						TOTAL
	SySR 3	SySR 8	SySR 10	SySR 11	SySR 12	SRSH 6	
MMA7361	●	●	●	●	●	●	6
MPU6050	●	●	●	○	●	●	5
KXCNL	●	●	○	○	○	○	2
ADXL345	●	●	○	○	○	○	2

Referencia: Diseño por autor en software Microsoft Excel.

Luego de realizar la comparación entre los tipos de sensores de aceleración se selecciona el modelo de SENSOR MMA7361, porque es de energía baja, detecta gravedades 0 (caídas libres), permite la selección de 2 sensibilidades, no requiere dispositivos externos, además incluye un modo de reposo (sleep), es ideal para módulos electrónicos portátiles, se puede alimentar mediante una batería de lipo, cuenta con tres pines analógicos que expresan las coordenadas (X,Y,Z), tiene librerías fáciles de utilizar, su costo es bajo y se puede encontrar en el mercado nacional.

3.3.2.2 Selección del módulo WI-FI.

El módulo pre establecido para la comunicación inalámbrica y su aplicación en el proyecto es WI-FI. En la Tabla 17 se realiza la comparación de las características que cada módulo WI-FI presenta. En la Tabla 18 se cumple una comparativa con los requerimientos del sistema.

Tabla 17. Comparación de las características entre las distintos Módulo WIFI

CARACTERÍSTICAS	WIFLY SHIERD	WIFI SHIERD	ESP8266
Compañía	Sparkfun	Arduino cc	Espressif
Módulo	RN-121C	HDG204	ESP8266
Estándar	802.11 b/g	802.11 b/g	802.11 b/g/n
Paquetes	TCP y UDP	TCP y UDP	TCP y UDP
Access Point	SI	Unclear	PSP, Soft-AP
Interface	SPI	SPI	TTL Serial
Encriptación	WPA2-PSK	WPA2-PSK	WPA2-PSK
Corriente Dormido	4Ua		<10uA
Transmisión Corriente	210 Ma	210 mA	215 mA
Pines digitales	10	0	Variable
Microcontrolador programable	NO	SI	SI
Costo	69,95	84,95	2,75-6,95
Tamaño	66*53mm	66*53mm	Variable

Referencia: https://soloarduino.blogspot.com/2016_04_01_archive.html

Tabla 18. Selección del módulo WI-FI según los requerimientos.

REQUERIMIENTOS								TOTAL
SySR	SySR	SySR	SRSH	SRSH	SRSH	SRSH		
8	10	11	4	5	9	12		
Wifly Shierd	●	○	○	○	●	○	○	2
Wifi Shierd	●	○	○	○	●	○	○	2
ESP8266	●	●	●	●	●	●	●	8

●Cumple ○ No cumple

Referencia: Diseño por autor en software Microsoft Excel.

El Módulo WIFI ESP8266-1 cumple con todos los requerimientos especialmente en cobertura, es compatible con otras redes existentes, trabaja con el estándar 802.11 b/g/n, tiene seguridad WPA2-PSK, es programable, eficiencia, apilable y funcional, se conecta a través de los pines de Tx y Rx ha un microcontrolador, compatible con los demás componentes a usar, es fácil de adquirir, bajo costo, posee led indicador azul(trasmisión) y rojo(encendido) y sobre todo es pequeño.

3.3.2.3 Tarjeta de adquisición de datos.

La tarjeta de adquisición de datos es la parte principal del proyecto, está encargada de recoger la información de los sensores para procesarla y compararla con los rangos establecidos. A continuación, se muestran en las Tablas 19 la comparativa de los tipos de tarjetas de adquisición de datos más populares en el mercado nacional y la Tabla 20, la tabla comparativa con los requerimientos del sistema.

Tabla 19. Comparación de las características entre tarjetas de adquisición de datos.

CARACTERÍSTICAS	ARDUINO	USB-1208FS	RASPBERRY PI	SKYMEGA
Microcontrolador	Atmegaxx8	8bit RISC microcontroller	Broadcom BCM2835	Atmega (88/168/328)
Voltaje	3,3 -5 V	5V	5V	4,5-6V
Corriente de salida	40-130 mA	100-500Ma	500-800mA	40-130mA

I/O Digital	SI	SI	SI	SI
I/O Analógicas	SI	SI	SI	SI
Memoria flash	2,32-512KB	2,048bytes	8,32MB	2, 512 KB
USB	SI	SI	SI	SI
Más usado	SI	NO	SI	NO
Librerías	SI	NO	SI	NO
Adquisidor	SI	NO	SI	NO
Menor precio	SI	NO	NO	NO

Referencia: (Jaramillo, 2016).

Tabla 20. Selección de la tarjeta de adquisición de datos según los requerimientos

REQUERIMIENTOS										
	SRSH	SRSH	SRSH	SRSH	SRSH	SySR	SySR	SySR	SySR	TOTAL
	1	3	6	7	12	8	9	10	12	
ARDUINO	●	●	●	●	●	●	●	●	●	9
USB-1208FS	●	●	○	○	●	○	○	○	○	3
RASPBERRY-PI	●	●	●	●	●	●	○	○	○	6
SKYMEGA	●	●	○	○	●	○	○	○	○	3

●Cumple ○ No cumple

Referencia: Diseño por autor en software Microsoft Excel.

Analizando las distintas tarjetas de adquisición de datos existentes, se seleccionó la tarjeta ARDUINO. Esta tarjeta posee hardware y software libre, tiene una comunicación directa con el computador mediante una interfaz USB²⁷, son de fácil uso, tiene librerías sencillas para la programación de los dispositivos, con pines necesario para el desarrollo del sistema, compatibles con otros dispositivos, fácil de adquirir y es el más usado hoy en día para realizar proyectos.

²⁷ USB: = Bus Universal en Serie

3.3.2.4 Selección de Arduino.

En la Tabla 21 se realiza una comparación de las características entre los tipos de Arduino más utilizados y que mejor se adapte a la solución del proyecto y en la Tabla 22 la comparativa con los requerimientos del sistema.

Tabla 21. Comparación de las características entre las distintos Arduino.

CARACTERÍSTICAS	ARDUINO UNO	ARDUINO MEGA	ARDUINO NANO	ARDUINO YUN	ARDUINO MINI
Microcontrolador	Atm 328	Atm2560	Atm2560	Atm 32u4	Atm 328
Voltaje	5 voltios	5 voltios	5 voltios	5 voltios	5 voltios
Pines digitales	14 pines	54 pines	54 pines	20 pines	14 pines
Pines analógicos	6	16	16	12	6
Corriente DC	40Ma	40Ma	40mA	40mA	40mA
Corriente DC del pin de 3.3 Voltios	50Ma	50Ma	50mA	50mA	50mA
SRAM	2 KB	128 KB	256 KB	2,5 KB	2KB
EEPROM	1 KB	4 KB	4 KB	1 KB	1 KB
Velocidad de reloj	16 MHz	16MHz	16MHz	16 MHz	16 MHz

Referencia: <http://www.arduino.cc/en/Products.Compare>.

Tabla 22. Selección del Arduino según los requerimientos.

HARDWARE ARDUINO	REQUERIMIENTOS								TOTAL
	SRSH 1	SRSH 6	SRSH 7	SRSH 12	SySR 5	SySR 8	SySR 9	SySR 11	
Uno	●	●	●	○	●	●	●	○	6
Leonardo	●	●	●	○	●	●	●	○	6
Yún	○	●	●	○	●	●	○	○	4
Mega	○	●	●	○	●	●	●	○	5
Pro Mini	●	●	●	●	●	●	●	○	7
Nano	●	●	●	●	●	●	●	●	8
Fio	○	●	●	○	●	○	○	○	3

●Cumple ○No cumple

Referencia: Diseño por autor en software Microsoft Excel.

Como resultado de la Tabla de requerimientos y de las características, el ARDUINO NANO cumple con todas las exigencias que se necesita para el proyecto. Se considera el costo, el tamaño, la compatibilidad con otros dispositivos, que sea fácil de usar, contar con librerías necesarias, debe tener salidas análogas y digitales para poder conectar los sensores, tiene un puerto de programación que también sirve de alimentación que es un mini USB y que exista en el mercado nacional.

También procedemos a elegir el Arduino que se utiliza en el módulo central en este caso es el Arduino Uno por sus características técnicas y los requerimientos que necesita el proyecto, se puede conectar encima al Shield Ethernet encima sin la necesidad de realizar otra placa electrónica, cuenta con librerías fáciles de usar, tienes los pines necesarios para conectarse con los otros módulos, tiene un puerto de programación que también sirve de alimentación de la tarjeta.

3.4 Elementos electrónicos a utilizar

3.4.1 Sensor Acelerómetro MMA 7361.

Los acelerómetros son dispositivos que miden la aceleración, que es la tasa de cambio de velocidad de un objeto se puede medir en metros por segundo al cuadrado (m/s^2) o en las fuerzas G(g).

El acelerómetro tiene placas capacitivas internamente, algunos de estas son fijas, mientras que otras están unidos a resortes minúsculos que se mueven internamente conforme la fuerza de aceleración actúan sobre el sensor. Como esta placa se mueven en relación el uno al otro, las capacitaciones entre ellos cambian. (Guarniza, 2012)

El MMA7361 es un sensor de aceleración analógico que se presenta en los 3 ejes (x, y, z) con una alta precisión. Permite medir la aceleración o la inclinación con

respecto al eje terrestre. En la Figura 34 se ilustra la placa y los pines que se describirán a continuación.

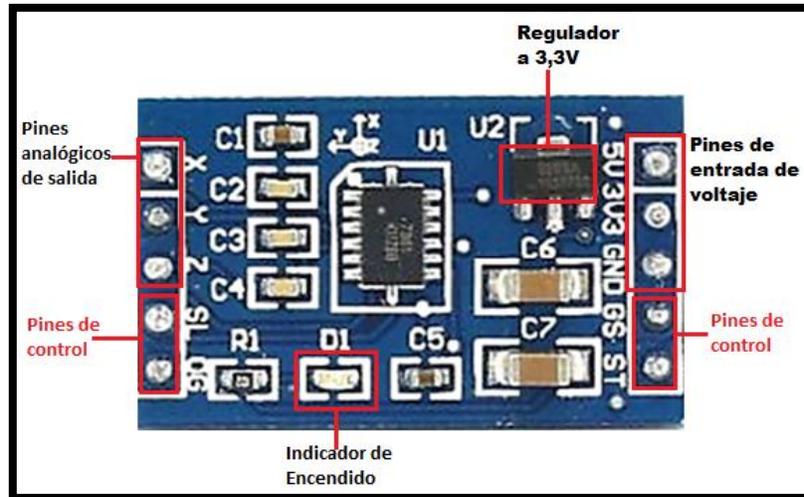


Figura 34. Placa de Acelerómetro MMA7361.

Fuente: (Guarniza, 2012).

Descripción

- Esta tarjeta tiene entradas de voltajes de 5V y 3,3V, pero se recomienda conectar a 3,3V para el buen funcionamiento del sensor (conexión directa). Esto hace que el sensor sea muy económico al momento de consumo de energía. La tarjeta cuenta con un regulador de Voltaje a 3,3V, permite tomar tener voltaje de entrada entre 7V-5V y arrojar 3,3V a la parte del sensor. Además, cuenta con el ping GND (tierra o negativo).
- La tarjeta cuenta con tres pines analógicos de salida que se encuentran en las coordenadas (X,Y,Z), las mismas que representan un voltaje en movimiento del sensor en sus ejes.

- La tarjeta cuenta, con un led indicador de encendido, el mismo que se enciende el momento que se alimenta la tarjeta.
- Cuenta con tres pines de control y uno de salida digital:
 - El ST(self Test) el sensor proporciona una función de auto verificación que permite la verificación de la integridad mecánica y eléctrica del acelerómetro en cualquier momento.
 - SL(Sleep Mode) cuando el modo de apagado está activado, las salidas del dispositivo está apagado, proporcionando una reducción significativa de la corriente de funcionamiento es por esto que es idea usarlo para baterías, se encuentra en el pin7.
 - GS(g-Select) Esta característica permite la selección entre dos sensibilidades, esto de la entrada lógica colocada en el pin 10, la ganancia interna del dispositivo se cambia permitiendo que funcione con una o sensibilidad 1,5g o 6g como se puede ver en la Tabla 23, es ideal cuando un proyecto tiene aplicaciones que requieren dos sensibilidades diferentes para un rendimiento óptimo. La sensibilidad se puede cambiar en cualquier momento durante la operación del producto, si existe aplicaciones que solo requieren una sensibilidad se deja desconectado el ping (Guarniza, 2012).

Tabla 23:Ajustes de Sensibilidad

g-Select	g-Rango	Sensibilidad
0	±1,5g	800mV/g
1	±6g	206 mV/g

Referencia: (Guarniza, 2012)

3.4.2 Sensor de impacto.

El sensor de impacto o de vibración inalámbrico está diseñado para detectar cualquier vibración, golpes o impactos como se observa la Figura 35. Una vez que la vibración es detectada, el sensor transmite una señal al Arduino, el Arduino envía que existe una alarma al módulo centra. Es un dispositivo de primera calidad garantizado su calidad y durabilidad. Sensibilidad ajustable de acuerdo a las diferentes necesidades. Compatible con diferentes dispositivos electrónicos (AKCP, 2017).



Figura 35. Sensor de Impacto

Referencia: (AKCP, 2017).

Características:

- Los componentes electrónicos de primera calidad garantizan su calidad y durabilidad.
- La tensión de funcionamiento: 2-5 V
- Corriente en reposo: $(DC3V) \leq 2\mu A$
- Corriente de trabajo: $(DC3V) \leq 30mA$
- Tiempo de respuesta 1 S ~ 2 S
- La sensibilidad de detección de vibración: ajustable
- Hay batería baja transferencia de datos
- Resistencia a la vibración: 4.7 M

3.4.3 Módulo WIFI ESP8266-1.

Es una solución de red Wi-Fi completa y autónoma, que permite conectarse con otra red, se puede agregar acceso inalámbrico a cualquier diseño, la capacidad de procesamiento y almacenamiento permite integrarse con los sensores, con el Arduino Nano y otros dispositivos.

El módulo Wi-Fi ESP8266 es un SOC (System-on-Chip) que contiene el protocolo TCP / IP que puede dar acceso a cualquier microcontrolador a su red Wi-Fi. Cada módulo ESP8266 viene pre-programado con un conjunto de firmware comando AT, es decir, sólo tiene que conectar esto a su dispositivo Arduino. Tiene una capacidad suficiente para el procesamiento y almacenamiento. Se puede usar en cualquier lugar y en cualquier circuito por su tamaño diminuto. En la Figura 36 se puede mirar el módulo wifi y la estructura de los pines. (Sparkfun, 2014)

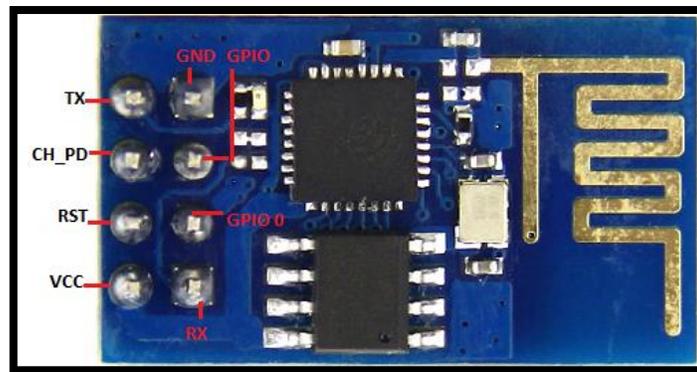


Figura 36. Módulo Wi-Fi ESP8266-1.

Referencia: (Sparkfun, 2014)

Descripción

- Esta tarjeta tiene entradas de voltajes de 3V y 3,3V, pero se recomienda conectar a 3,3V para el buen funcionamiento del módulo, cuenta con el pin GND (tierra o negativo) .

- Tiene leds indicadores el de encendido (rojo) y el led (azul) que se enciende al momento de la transición.
- Rx y Tx son los pines el uno de recepción y el otro de transmisión los mismo que eran conectados al Arduino el Tx con el Rx y el Rx con el Tx.
- GPIO2 deben estar conectados a VCC cuando este encendido el dispositivo para el buen funcionamiento, si GPIO0 se tira bajo el dispositivo entrará gestor de arranque modo de permitir un nuevo firmware que se cargue en el dispositivo.
- RST(Reinicio) se debe reiniciar debe ser conectado a Vcc.
- CH-PD incorpora la administración de estado alto.

Sus principales características son:

- Protocolo 802.11 b / g / n.
- Protocolos TCP / IP integrada.
- Memoria Flash de 1MB, Memoria RAM 64KB, Memoria ROM de 64K.
- CPU de 32 bits integrada de baja potencia podría ser utilizada como procesador de aplicaciones.
- Consumo de energía en espera de 1.0Mw.
- Sensor de temperatura integrado.
- Potencia de salida: +19.5dBm en modo 802.11b.
- Encendido y transferencia de paquetes < 2ms.
- Seguridad WPA/WPA2.
- Frecuencia 2,4Ghz.

3.4.4 Arduino Nano.

El Arduino Nano es una placa electrónica pequeña, completa basado en ATmega328 (tiene 32KB de memoria de los cuales 2KB utilizado para el cargador de arranque, 2KB de SRAM y 1KB de EEPROM), se programa usando el software

Tabla 24. Características de Arduino Nano

Características	Descripción
Microcontrolador	Atmega 328 o Atmega 168
Pines Digitales	14 entrada y Salida (6 Salidas Pwm)
Pines Analógicos	6 entradas Analógicas (8 Bits de Resolución)
Voltaje de Funcionamiento	5 - 12 Voltios
Corriente Por Pin	40 miliamperios
Memoria FLASH	16KB(Atmega168) o 32KB(Atmega328) de los cuales 2KB utilizado por el gestor de arranque
Memoria SRAM	1KB(Atmega168) o 2KB(Atmega328)
Memoria EEPROM	512KB(Atmega168) o 1KB(Atmega328)
Frecuencia	16 Mhz
Longitud	45mm
Ancho	18mm
Dimensiones	45 X 18 Mm

Referencia: <http://www.arduino.cc/en/pmwiki.php?n=Main/ArduinoBoardNano>

3.4.5 Shield Ethernet.

Es el que permite conecta la placa Arduino a una red, solo tiene que conectar este módulo en la placa Arduino uno, conectarlo a la red por RJ45²⁸, es de libre acceso y de fuente abierta. Está basado en el chip ethernet Wiznet W5100 provee de una pila de red (IP) apilar que integra TCP y UDP²⁹, soporta hasta 4 conexiones de socktes, posee librerías ethernet que podrá escribir programas que comuniquen a su Arduino Uno con internet usando la Shield. (Arduino, 2015)

Las principales características son:

- Con interfaz Micro SD
- Voltaje de funcionamiento de 5 a 3,3 Voltios
- Conector Ethernet de 10Mb / 100Mb con POE
- Corriente de 100mA

²⁸ RJ45: (RJ significa Registered Jack) Es una interfaz física comúnmente utilizada para conectar redes de cableado estructurado. Es uno de los conectores principales utilizados con tarjetas de red Ethernet, que transmite información a través de cables de par trenzado.

²⁹UDP: (Protocolo de datagrama de usuario) es un protocolo no orientado a conexión de la capa de transporte del modelo TCP/IP

- Usa bus SPI
- Soporta conexión TCP/UDP
- Dimensión 53.4X68.7 mm

En la Figura 38 como se observa que este dispositivo tiene un RJ45, un socket SD para su selección se usa el D4, indicadores led, un W5100, tiene pines de Rx(D0) y TX(D1), para seleccionar del chip W5100 (D10), selección de reset del W5100(D9), el ping D11 es MOSI³⁰, D12 es MISO (Master In Slave Out), D13 es SCK(Serial Clock), A4, A5 es IIC_SDA y el (D2, D3,D5,D6,D6,D8,A0,A1,A2,A3) son los Breakout

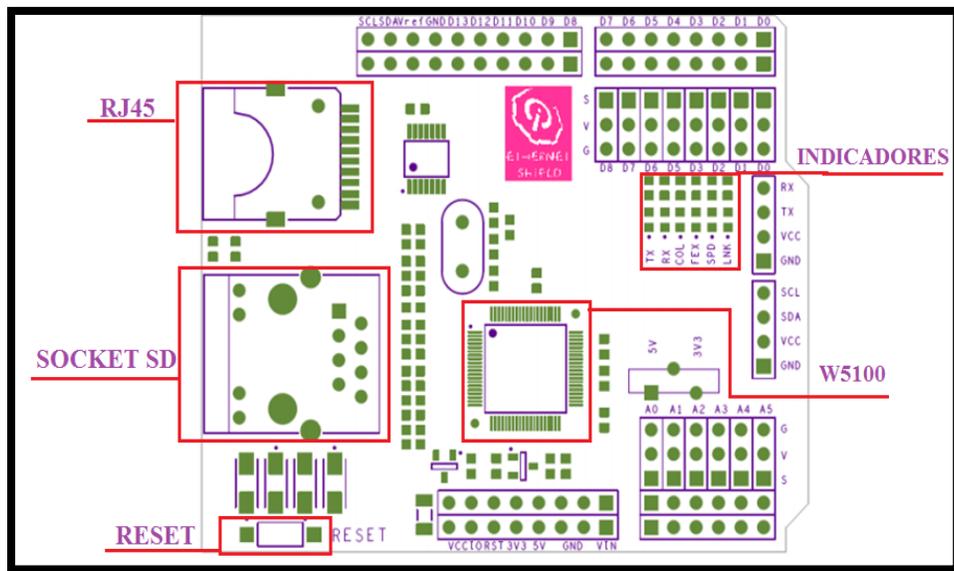


Figura 38. Esquema de pines del Shield Ethernet

Referencia: (Itead Studio, 2012)

La tarjeta tiene una serie de indicadores de Leds:

- PWR: indica que la tarjeta y el escudo son alimentados.

³⁰MOSI: (Master Output Slave Input): Salida de datos del Master y entrada de datos al Slave. También llamada SIMO

- LINK: indica la presencia de un enlace y flashes de red cuando el escudo transmite o recibe datos.
- FULLD: indica que la conexión de red es full dúplex.
- RX: parpadea cuando el escudo recibe datos.
- TX: parpadea cuando el escudo envía datos.
- COLL: parpadea cuando se detectan colisiones de red.

3.4.6 Módulo GSM SIM 900.

El módulo GSM SIM 900 es inalámbrico ultra compacta y fiable, se configura y controla a través de su UART³¹ usando simples comandos AT³². Sólo tiene que conectar en el Arduino, se pueden lograr algunas funciones básicas de un teléfono móvil, tales como la comunicación de voz y SMS (Servicio de Mensaje Corto). Este escudo es compatible con cuatro bandas de frecuencia, por lo que puede ser utilizado en todo el mundo (ASKIX, 2017).

Las principales características son:

- Fuente de alimentación: + 5V
- Puerto serie libre de conexión, se puede seleccionar el control del puerto de serie del hardware / software
- Quad-Band³³ 850/900/1800/1900 MHz
- Kit de herramientas de aplicaciones SIM
- Bajo consumo de energía: 1,5 mA (modo de espera)
- Antena GSM

³¹UART: (Transmisor-Receptor Asíncrono Universal) Es el dispositivo que controla los puertos y dispositivos serie.

³²AT: (Attention) son instrucciones codificadas que conforman un lenguaje de comunicación entre el hombre y un terminal modem.

³³Quad-Band: significa cuatro bandas, e indica las frecuencias actualmente reservadas para la comunicación de móviles y que en este caso se extienden para permitir la comunicación mediante el roaming.

En la Figura 39 como se observa que este módulo contiene un SIM900, una antena SMA³⁴, botones de encendido y de Reset, una ranura para un Tarjeta SIM³⁵, leds indicadores, Phone y un MIC, GND , VCC(5V), transmisor, receptor, PWR,PST (ASKIX, 2017)

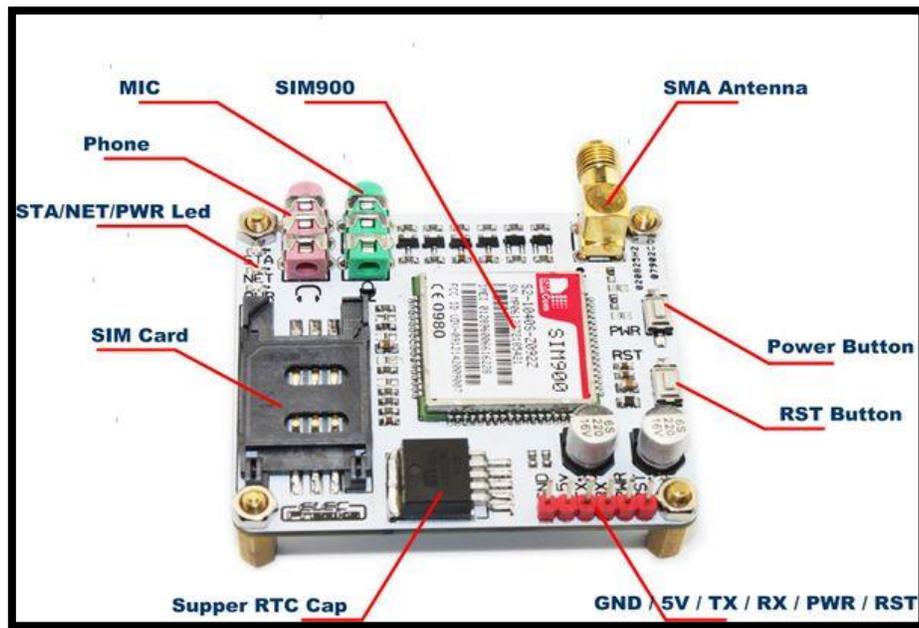


Figura 39. Esquemas de Pines de módulo GSM SIM900.

Referencia: (ASKIX, 2017)

3.4.7 Arduino Uno.

Es la placa electrónica más usada de la familia de los Arduinos, está basada en microcontrolador ATmega 328, cuenta con 14 pines digitales de entrada/salida, 6 entradas analógicas, tiene una conexión USB (Arduino, 2014). “Es una buena opción para empezar a usar Arduino y familiarizarse con el entorno”, (Urgiles & Colcha, 2015). En la Figura 40 se detalla el esquema de los pines del Arduino Uno.

³⁴SMA: (SubMiniature Version A) Es una antena su miniatura versión A que se encuentra en el módulo GSM

³⁵SIM: (Subscriber Identity module) Módulo de identificación de abonado es una tarjeta inteligente desmontable usada en teléfonos móviles.

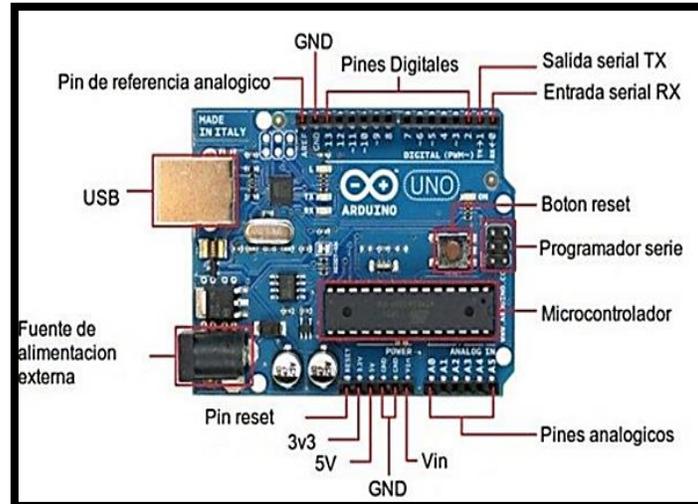


Figura 40. Esquema de pines del Arduino Uno.

Referencia: (Mora, 2016)

En la Tabla 25 observa las principales características del Arduino Uno como el microcontrolador que posee los pines digitales y analógicos el voltaje al que funciona, su corriente las memorias, las dimensiones, etc.

Tabla 25. Características de Arduino Uno

Características	Descripción
Microcontrolador	ATmega 328P Extraíble
Fuente de Voltaje	5V
E/S digitales prenedores	14 entradas t salidas (6 salidas PWN)
Pines análogos	6 entradas analógicas
Corriente por pin	40 miliamperios
Memoria flash	32 KB de los cuales 0,5 KB utilizado para el gestor de arranque
SRAM	2KB
EEPROM	1KB
Frecuencia	16MHz
Velocidad de reloj	16MHz
Longitud	68,6 mm
Ancho	53,4 mm
Peso	25 g

Referencia: <http://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno>

3.5 Diagrama de bloques del sistema

El diagrama de bloques de la Figura 41 muestra la estructura del sistema que está formada por dos bloques principales el módulo central y módulo sensor estos dispositivos se comunicaron mediante el dispositivo de comunicación WI-FI de la red WLAN de la institución.

Los datos recolectados por el módulo sensor, serán trasmitidos al módulo central mediante comunicación inalámbrica, por medio del envío de caracteres. Si se presenta una alerta de caída se genera una alarma principal (de manera auditiva y visual) y una alarma alternativa donde se utilizará el dispositivo electrónico GSM para el envío de un mensaje al encargado del centro o a un familiar del adulto mayores.

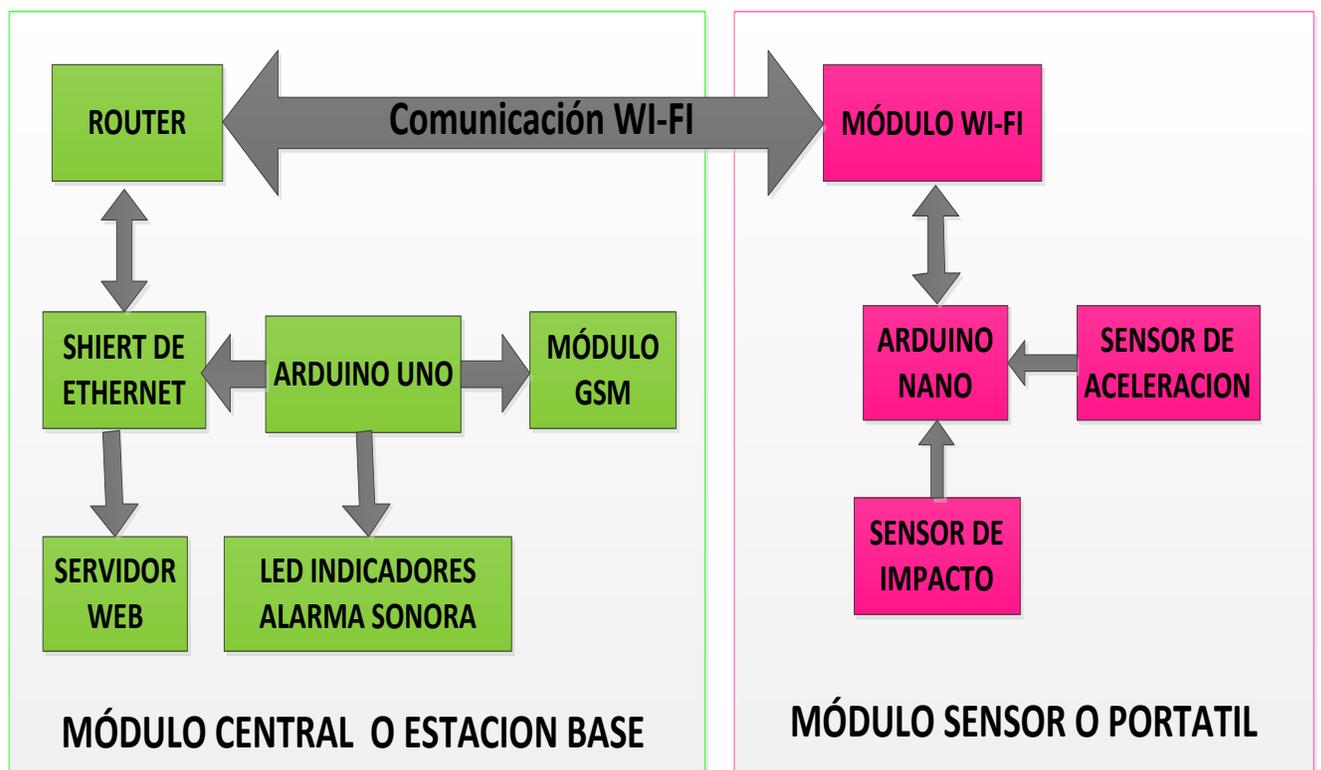


Figura 41. Diagrama de bloques del sistema.

Referencia: Diseño por autor en software Microsoft Visio.

3.5.1 Módulo Central.

El módulo central será el encargado de la comunicación con el módulo sensor, también de la recepción de datos del módulo sensor, el procesamiento y la generación de alarmas de forma automática.

Este gestionara la situación de las alertas, de forma local en la institución (alarma principal) y hacia el exterior al gerente del centro o a un familiar (alarma alternativa) siempre y cuando una aleta de caída. El diagrama de bloques de la Figura 42 indica una representación gráfica de las partes fundamentales para el diseño del sistema de caídas para adultos mayores.

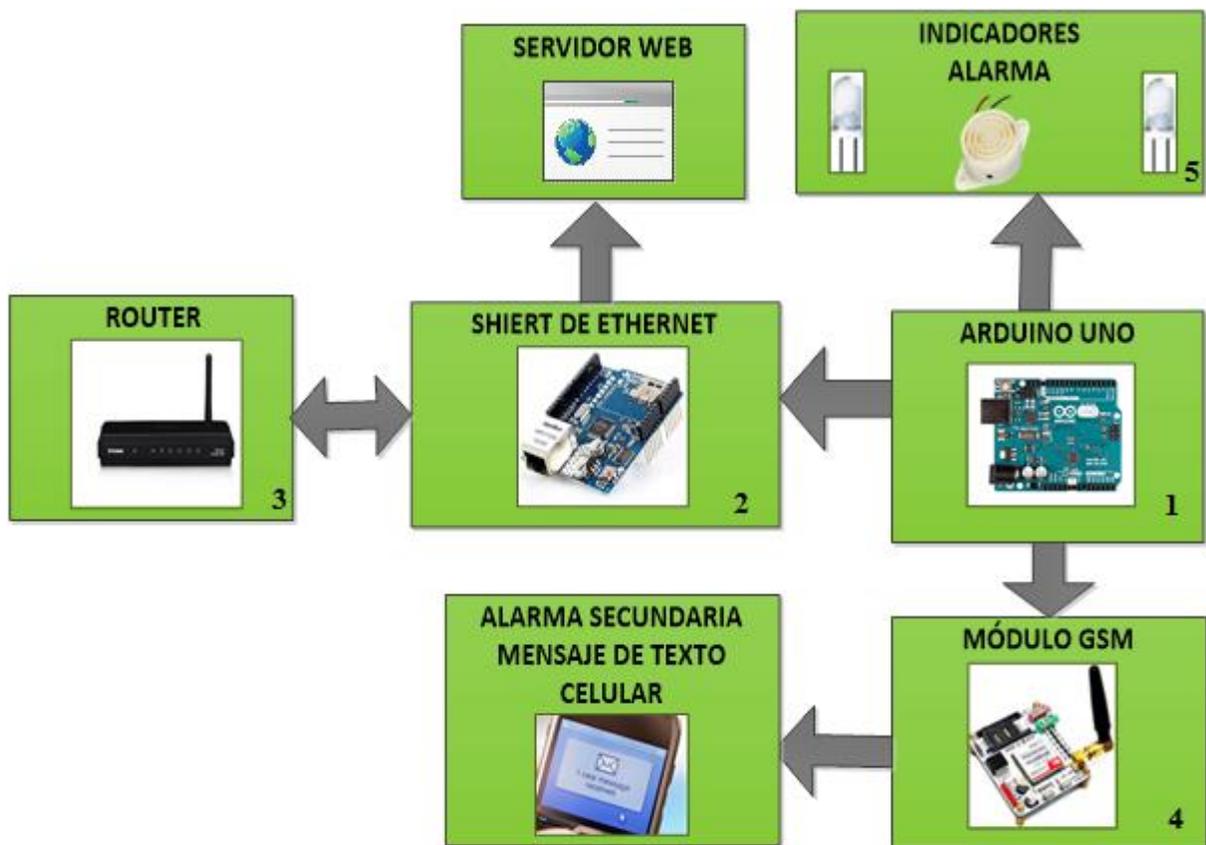


Figura 42. Diagrama de bloques del Módulo Central.

Referencia: Diseño por autor en software Microsoft Visio.

Como se observa en el diagrama de bloques, el sistema consta de 5 partes importantes que se detallaran a continuación.

3.5.1.1 *Arduino uno.*

El Arduino uno es el cerebro del módulo central como se puede apreciar en el diagrama de bloques (Figura 54). Es el encargado de recibir los datos, de la lectura, de la comparación, del procesamiento, y de la transmisión de datos.

Se encuentra directamente conectado (permiten conectar a su vez a otras placas encima y apilarlo sobre la placa de Arduino) al Shield Ethernet, al módulo GSM, a los leds indicadores y la alarma sonora.

3.5.1.2 *Shield Ethernet.*

El Shield Ethernet se conecta a la red local por cable RJ45 al Router, tiene incorporado una ranura para micro-SD la misma que permite almacenar el servidor web.

El servidor Web puede ser visualizado por las personas encargadas del centro del adulto mayor, no es necesario añadir hardware para el funcionamiento, la página web es básica, cada página del servidor es almacenada en un documento con extensión HTM donde se encuentra el código en HTML (Anexo 2).

El servidor web se levanta al recibir una petición hecha por el cliente (encargado de la institución o personas que trabajan) por el puerto 80 (página web) cada vez que se recibe una petición el servidor se levantará para visualizar la información almacenada.

Primero se establece que el dispositivo de destino servidor web esté presente en la red, el cliente de origen solicita una sesión de comunicación de cliente a servidor con el servidor. Luego se verifica que el dispositivo de destino tenga un servicio activo que acepte solicitudes en el número de puerto de destino que el cliente de origen intenta utilizar para la sesión., el servidor reconoce la sesión de comunicación del cliente a servidor y solicita una sesión de comunicación de servidor a cliente. Luego al dispositivo de destino que el cliente de origen pretende establecer una sesión de comunicación en dicho número de puerto, en cliente de origen reconoce la sesión de comunicación de servidor a cliente.

La generación de la alarma es la manipulación de archivos con extensión htm. La página se mantendrá actualizando cada 5 segundos como recomiendan los administradores de páginas web y a su vez es un tiempo prudente para emitir la visualización de alerta.

Diagrama de conexión

En la Figura 43 se observa el diagrama eléctrico entre el Arduino Uno y el Shield Ethernet. El Arduino Uno se comunica tanto con el W5100 y una tarjeta SD usando el bus SPI.

En los pines digitales (10, 11, 12, 13) del Arduino Uno y los pines (10,11,12,13) del Shield Ethernet. En las dos placas electrónicas , el ping 10 se utiliza para seleccionar el W5100 y el ping 4 para la tarjeta SD. El botón de reinicio restablece tanto al W5100 y la placa Arduino Uno.

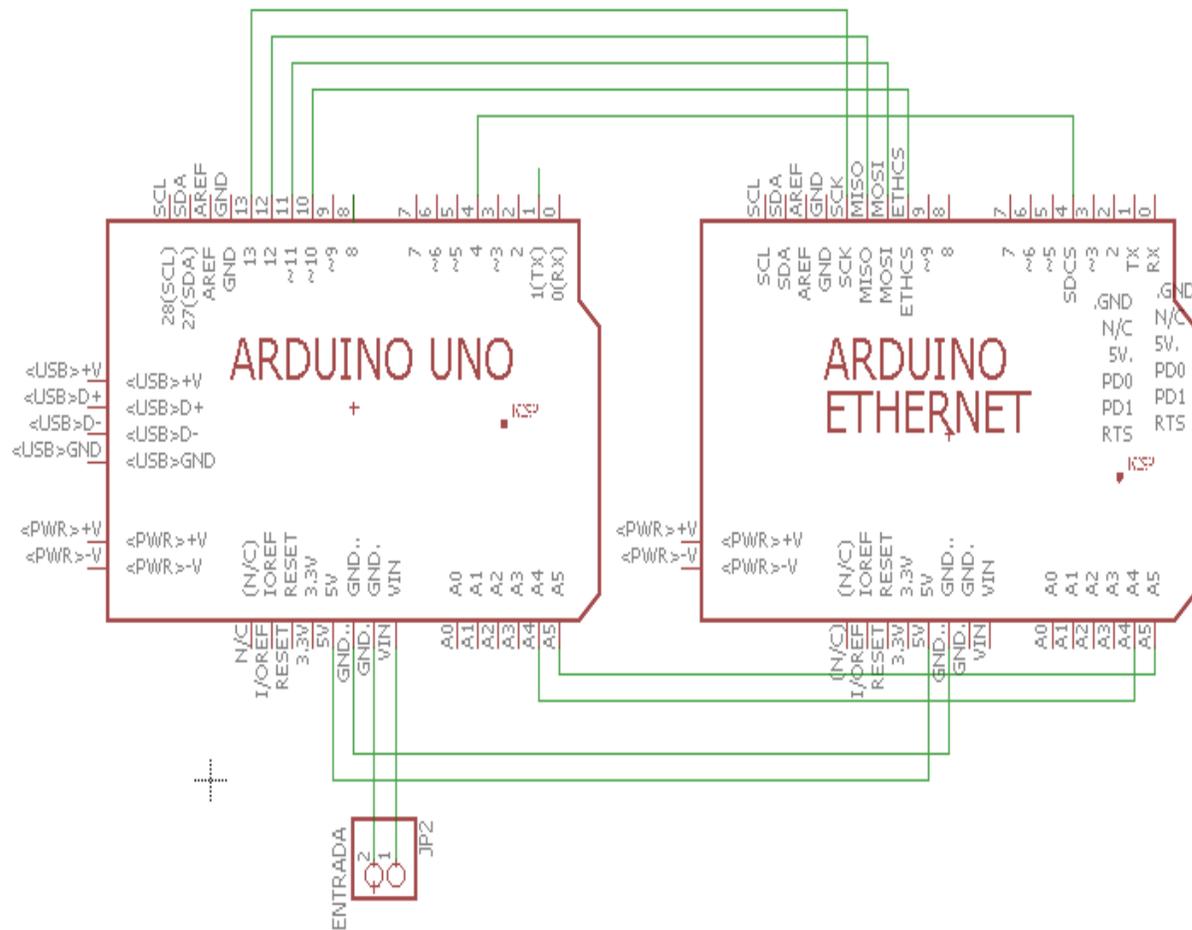


Figura 43. Diagrama de conexión Arduino Uno-Shield Ethernet

Referencia: Diseño por autor en software Eagle

3.5.1.3 Router.

El Router permitirá conectar mediante cable RJ45 al Shield Ethernet, también se conectará al módulo WI-FI del módulo central para la transición de los datos. El Router realiza su respectivo mapeo para la comunicación de la red inalámbrica y de la red cableada no se da ningún tratamiento a la red ya que su consumo es muy limitado, solo se necesita una dirección fija al servidor central ya que todos apuntan a este sistema cuando existe una alerta.

Configuración del Router

Ingresamos al Router con la dirección 192.168.1.1, luego nos dirigimos a los parámetros de red inalámbrica y procedemos a configurar el Nombre de la Red, la contraseña como se observa en la Figura 44.

PARÁMETROS DE RED INALÁMBRICA

Banda de Frecuencia : Banda de frecuencia 2,4 GHz
inalámbrica

Activar inalámbrica : Siempre ▼ Nuevo programa

Nombre de la red inalámbrica : Tesis AP (También denominada SSID)

Modo 802.11 : Mixed 802.11n, 802.11g and 802.11b ▼

Activar búsqueda automática :
de canal

Canal inalámbrico : 2.412 GHz - CH 1 ▼

Velocidad de transmisión : Mejor (automático) ▼ (Mbit/s)

Anchura de canal : 20/40 MHz(Automático) ▼

Estado de visibilidad : Visible Invisible

MODO DE SEGURIDAD INALÁMBRICA

Modo de seguridad : WPA-Personal ▼

WPA

Utilice el modo **WPA o WPA2** para lograr un equilibrio entre una seguridad sólida y la mejor compatibilidad. Este modo utiliza WPA para los clientes heredados, al mismo tiempo que mantiene una mayor seguridad con las estaciones compatibles con WPA2. Asimismo, se utilizará el cifrado más sólido que pueda admitir el cliente. Para mayor seguridad, utilice el modo **Sólo WPA2**. Este modo utiliza el cifrado AES(CCMP) y no se permite el acceso con seguridad WPA de las estaciones heredadas. Para obtener la máxima compatibilidad, utilice **Sólo WPA**. Este modo utiliza el cifrado TKIP. Algunos juegos y dispositivos heredados sólo funcionan en este modo.

Para conseguir un mejor rendimiento inalámbrico, utilice el modo de seguridad strong>Sólo WPA2 (es decir, el cifrado AES).

Modo WPA : Auto(WPA or WPA2) ▼

Tipo de cifrado : TKIP and AES ▼

Intervalo de actualización de la : 3600 (seconds)
clave de grupo

Figura 44: Configuración del Router D-Link.

Referencia: Autor.

Luego procedemos a ingresar en los parámetros de la red para configurar la dirección IP de la Red, su puerta de enlace, su máscara y los parámetros de servicio DHCP con el fin de asignar las direcciones IP los dispositivos, ordenadores, módulo sensor que se conecten a la red como se observa la Figura 45.

PARÁMETROS DE RED

Utilice esta sección para configurar los parámetros de red interna de su router y configurar también el servidor DHCP incorporado para asignar direcciones IP a los ordenadores de su red. La dirección IP que está configurada aquí es la dirección IP que utiliza para acceder a la interfaz de gestión basada en la web. Si cambia aquí la dirección IP en esta sección, puede que necesite ajustar los parámetros de red del PC para acceder de nuevo a la red.

Tenga en cuenta que esta sección es opcional y no debería necesitar cambiar ninguno de estos parámetros para que la red funcione.

PARÁMETROS DEL ROUTER

Utilice esta sección para configurar los parámetros de red interna de su router. La dirección IP que está configurada aquí es la dirección IP que utiliza para acceder a la interfaz de gestión basada en la web. Si cambia aquí la dirección IP, puede que necesite ajustar los parámetros de red del PC para acceder de nuevo a la red.

Dirección IP del router :
Máscara de subred :
predeterminada
Nombre de host :
Nombre de dominio local : (opcional)
Activar DNS Relay :

PARÁMETROS DEL SERVIDOR DHCP

Utilice esta sección para configurar el servidor DHCP integrado a fin de que asigne las direcciones IP a los ordenadores de su red.

Activar el servidor DHCP :
Intervalo de dirección IP de DHCP : to (direcciones dentro de la subred de LAN)
Tiempo de validez de DHCP : (minutos)
Difusión siempre : (compatibilidad para algunos clientes DHCP)
Anuncio de NetBIOS :

Figura 45: Configuración del Router D-Link.

Referencia: Autor.

Diagrama de conexión.

En la Figura 46 se observa la conexión entre el Shield Ethernet y el Router. El Router se conecta mediante cable RJ45 a la ranura del Shield Ethernet.

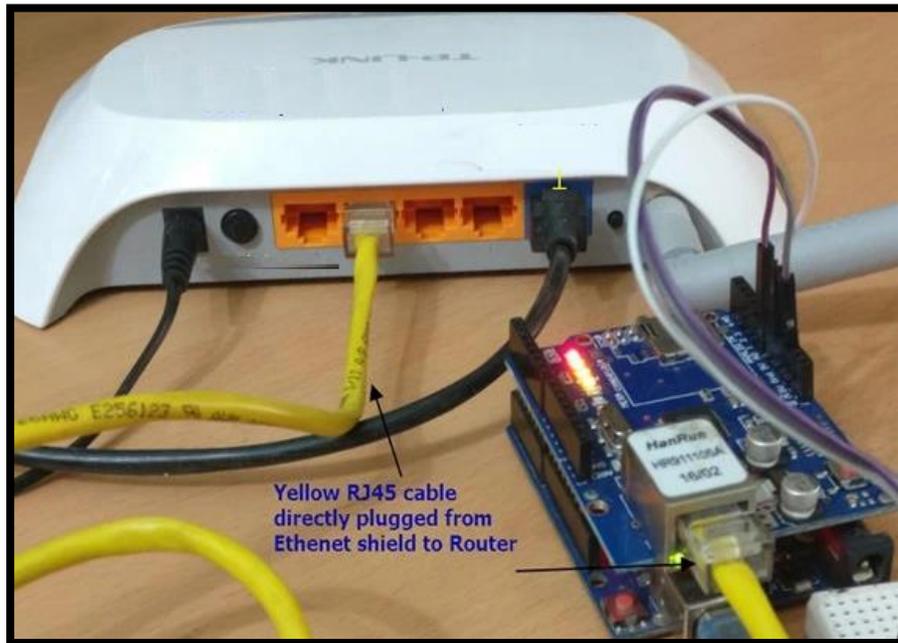


Figura 46: Diagrama de conexión Shield Ethernet-Router.

Referencia: <https://alselectro.wordpress.com/2017/05/01/ethernet-shield-arduino>.

3.5.1.4 Módulo GSM SIM 900

Este módulo GSM tiene una ranura para ingresar una tarjeta SIM (es una tarjeta inteligente desmontable usada en teléfonos móviles). Se conectará al Arduino Uno, que se encarga de procesar y enviar la información al Módulo GSM.

Se debe definir un número de celular que puede ser de un familiar o del encargado del centro para que reciba un mensaje de texto SMS informando que el adulto mayor ha sufrido una caída. Como recomendación al usuario activará un paquete de mensajes de texto en el SIM que se utilizara en el módulo GSM para el envío de mensajes.

Diagrama de conexión.

En la Figura 47 se observa el diagrama eléctrico entre el Arduino Uno y el Módulo GSM SIM900. El Arduino Uno se comunica mediante el pin 1 que es el de TX (transmisión de datos) al pin 5 o RX (Recección de datos) del GSM. También se conecta el pin 1 (5V) al Arduino del pin de alimentación de 5V y el pin 2 que es (GND) al Arduino del pin GND.

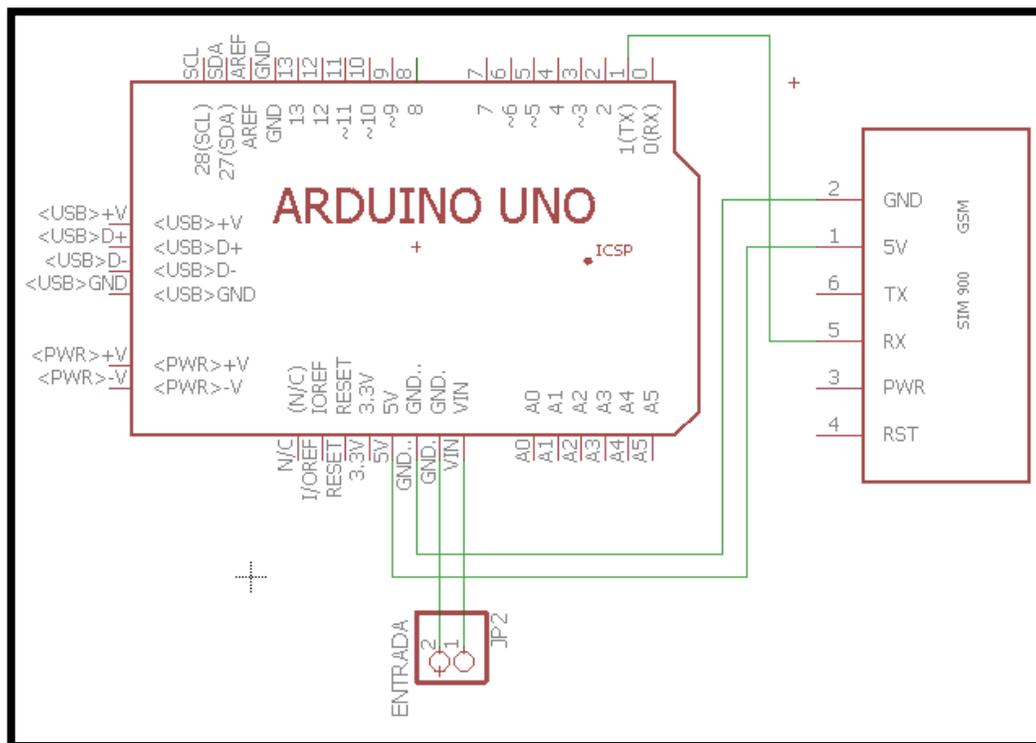


Figura 47. Diagrama de conexión Arduino Uno-Módulo GSM.

Referencia: Diseño por autor en software Eagle.

3.5.1.5 Indicadores de alerta.

Los indicadores de alerta constan de dos leds y un zumbador(chicharra). Permite conocer el estado del sistema si existe una caída o si existe una falla de comunicación entre el módulo centra y el módulo sensor.

Diagrama de conexión.

En el Arduino Uno en la Figura 48 se procede a configurar los pines 5,6,7,8 como OUTPUT (salida), están en un estado de baja impedancia y proporcionan 40 mA de corriente. Esta corriente es suficiente para alimentar un diodo LED (no olvidando poner una resistencia en serie).

- El led de caída se encenderá al momento que exista una caída en el adulto mayor, este led está conectado al Arduino Uno por medio de su ping 5 y a una resistencia.
- El led de falla es un led bicolor (verde y rojo) se encontrará en estado verde si no existe falla de comunicación entre el módulo centra y el módulo sensor. En estado rojo cuando exista una falla de comunicación. Está conectado al Arduino Uno por los pines (6 y 7).
- El zumbador(sirena) o alarma principal se activará al momento que exista una caída en un adulto mayor o cuando exista falla de la comunicación entre los módulos, está conectada al ping 8 del Arduino Uno, también tendrá un pulsador que permita desactivar la chicharra.

Cálculos de Resistencias

Para encontrar el valor de la resistencia se aplicando la ley de Ohm:

$$V = I * R$$

Ecuación 6

Ecuación 6:Ley de Ohm

Donde:

- V=Voltaje
- I= Corriente
- R=Resistencia

3.5.1.6 Diagrama de conexión del Módulo Central.

Como se puede observar en la Figura 49 el diagrama de conexión final del módulo central, con todos los elementos electrónicos que se utiliza (leds, zumbador, conexión del módulo GSM, fuente de alimentación). Además, se ha considerado por colocar borneras para la fuente de alimentación y conectores hembras para el módulo GSM.

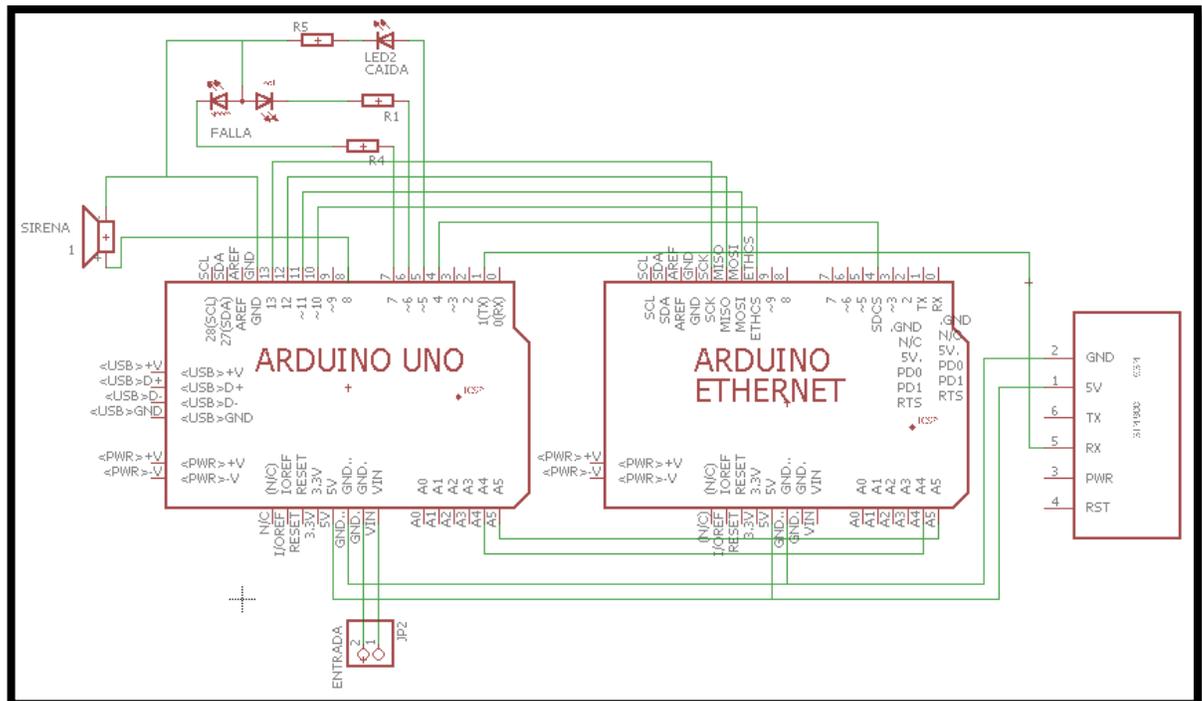


Figura 49. Diagrama de Conexión del Módulo Central

Referencia: Diseño por autor en software Eagle

Placa principal (componentes electrónicos).

Para el diseño de las placas de circuitos impresos, se optó por utilizar el software Eagle (Easily Applicable Graphical Layout Editor) versión 6.4.0, debido a que se puede diseñar diagramas y los respectivos PCBs. Además del orden y mejora de eficiencia que se puede ofrecer en el ruteo con prioridades. En la Figura 50 se puede observar el diseño del circuito impreso de los componentes electrónicos del sistema.

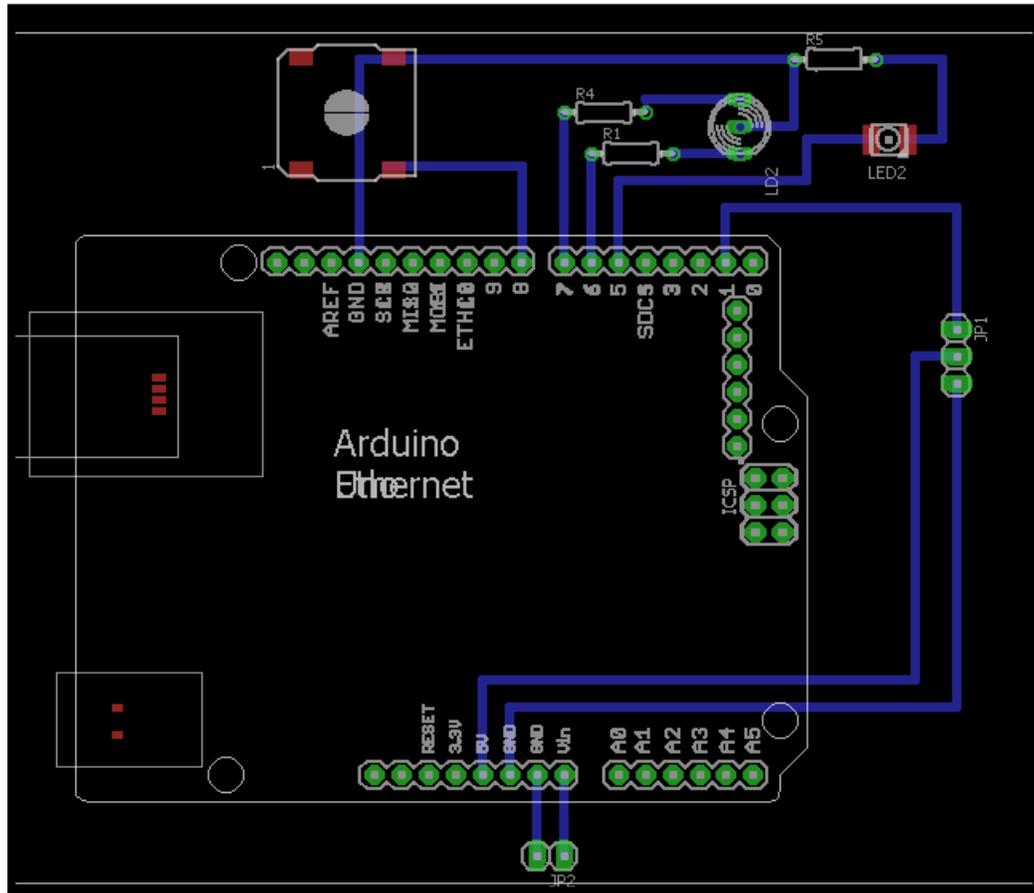


Figura 50. Diseño de los elementos de placa de Eagle.
Referencia: Diseño por autor en el software Eagle.

3.5.1.7 Fuente de alimentación.

Para el proceso de alimentación del módulo central se necesita una fuente de alimentación para el funcionamiento de los dispositivos. Se debe tomar en cuenta que el módulo central no es inalámbrico, estará ubicada en un lugar determinado.

Como se observa en la Tabla 26 los módulos que se utilizan, el voltaje y corriente que se debe usar en cada módulo para su buen funcionamiento, estos datos son conseguidos de las datasheet de cada módulo.

Tabla 26: Tabla de los voltajes y corriente de los módulos del módulo central

Módulo	Voltaje	Corriente
Arduino Uno	5V	40mA
Shield Ethernet	5V	100mA
Módulo GSM	5V	1,3Ma
Indicadores	5V	100Ma

Referencia: Autor

La Tabla 26 indica que todos los dispositivos del módulo central están alimentados a 5v y un máximo de corriente es de 100mili Amperios.

Para el voltaje de alimentación se ha realizado el diseño del siguiente circuito que es un regulador de voltaje, tiene dos fases, la primera fase está compuesta por un regulador que transforma la corriente alterna tomada desde la línea de baja tensión de 110v a 12v este proceso realiza el transformador.

La segunda fase es donde se convierten los 12v de la etapa anterior en 5v para alimenta a todo el circuito, la Figura 51 muestra lo descrito. El diodo 1N5408 que se observa en la Figura 51 como D2, es utilizado como protección contra voltaje inverso en el caso de conectarse de forma inversa los polos positivos y negativo proveniente del regulador de 12V (Flores, 2015).

El diodo zener D1, conducen durante un periodo de tiempo durante el cual el diodo debe proporcionar la corriente promedio necesaria para cargar el capacitor,

proporciona el voltaje de referencia. Protege al circuito de variaciones de voltajes instantáneos o sobrealimentación, proporcionando voltajes de referencias al regulador de voltaje,

Se conecta un capacitor en la salida del rectificador donde se obtiene un voltaje de cd, este filtra la señal. La onda filtrada es en esencia un voltaje de cd con algo de rizo, evitando el paso de altas frecuencias que puedan causar interferencia (Robert & Louis, 2009).

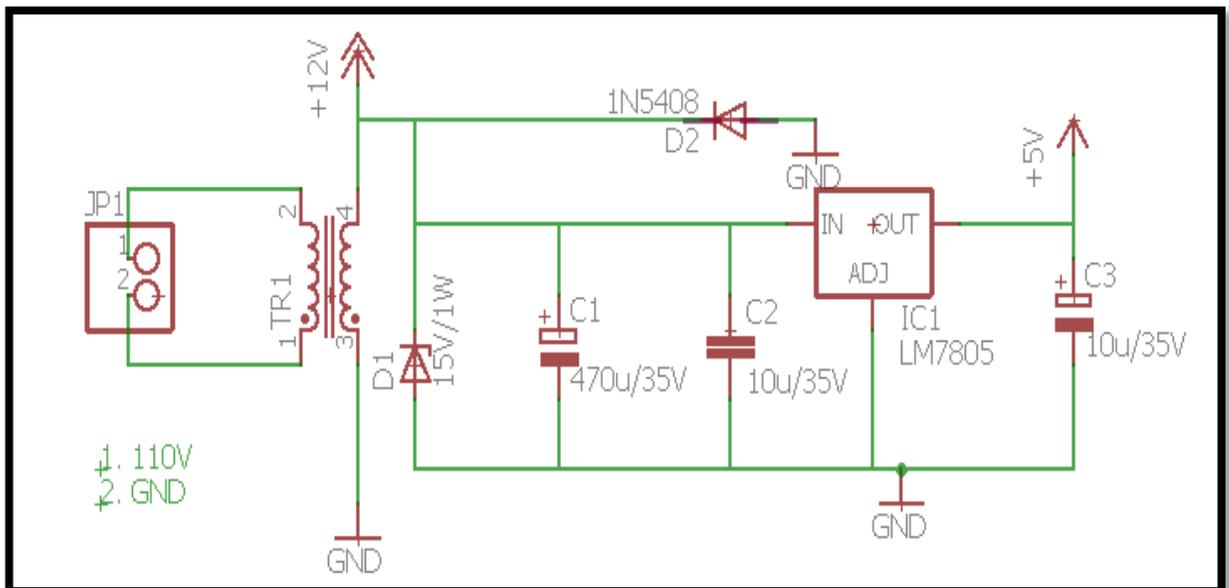


Figura 51: Circuito regulador de voltaje de alimentación.

Referencia: Diseño por autor en software Eagle

Cálculos

$$V_{dc} = V_m - \frac{I_{dc}}{2f_c} \quad \text{Ecuación 7}$$

Ecuación 7: Calcular el Voltaje de CD

Donde:

- V_m : Voltaje pico del rectificador
- I_{dc} : Es la corriente extraída por la carga en mA
- F =Frecuencia
- C : Capacito del filtrado microfaradios

Entonces:

$$V_{dc} = 2\sqrt{2} - \frac{100}{2(60)(470)}$$

$$V_{dc} = 1,06 \text{ V}$$

El LM7805 es un regulador de voltaje, sus características esta la limitación de corriente y la protección térmica contra sobrecargas, el voltaje de salida proporcionado por este integrado está dado por su hoja de datos que puede tener un voltaje máximo de salida de 5,5V, los condensadores C2 filtra un voltaje de entrada no regulada ya lo conecta al terminal IN(entrada)del circuito integrado. La salida OUT(salida) del circuito integrado proporciona un voltaje de 5V, filtrados por el capacitor C3 (principalmente para el ruido de alta frecuencia). La tercera terminal del circuito integrado se conecta a tierra (GND). Los valores de los capacitores se deben obtener de la hoja de especificaciones del fabricante para su buen funcionamiento.

Los requerimientos de la fuente permiten no construir porque en la actualidad existe esta fuente en el mercado con las mismas especificaciones de la alimentación que se necesita el módulo central.

Características de la fuente de alimentación RS 25-5:

En la Tabla 27 se puede observar las características que tiene la fuente de alimentación que se utilizara en el módulo central. Tiene una Alta eficiencia, larga vida útil y alta confiabilidad.

Tabla 27: Característica de la fuente de alimentación RS 25-5

Fuente de alimentación RS-25-5	
Voltaje de entrada:	AC 110V/220 V
Tensión de salida:	DC 5 V
Corriente de salida:	0 ~ 2 ^a
Potencia Normal:	25 W
Peso neto:	250 gramos
Precio efectivo:	De alta fiabilidad de los estándares industriales
Protección:	Cortocircuito, Sobrecarga, Sobretenión
Indicador:	LED de encendido
Temperatura de trabajo:	0 ~ 40C

Referencia: (Mean Well, 2011)

Fuente Externa

Para mayor seguridad del funcionamiento del sistema se tomó en cuenta en poner una fuente externa o UPS³⁶ la misma que funcionara cuando se genere cortes de luz, permitiendo garantice el funcionamiento del sistema en todo momento.

Se usa un Forza NT-761NT que es un UPS inteligente controlado por microprocesadores que esta diseñada para brindar protección eléctrica a su computadora personal y periféricos del proyecto al módulo central. Su diseño compacto convierte a esta serie en la opción perfecta para espacios de trabajo limitaos en la oficina y el hogar. Aunque pequeña en tamaño, proporciona la máxima protección ante la constante amenaza de fallas en el suministro eléctrico ((Forza

³⁶ UPS: Uninterruptible Power Supply (Sistema de Alimentación Ininterrumpida)

Power Technologies, 2014). En la Tabla 28 se puede observar las características que tiene el UPS.

Tabla 28: Características del UPS Forza NT-761NT

Características del UPS Forza NT-761NT	
Voltaje de entrada y salida:	AC 110V/220 V
Capacidad	750VA/375W
Tipo y Numero de batería	12V 7Ah(1 unidad)
Tiempo de respaldo	12 min
Tiempo de recarga	6 horas para un 90% de carga
Tiempo de transferencia	2-6ms
Led	Modo de CA: Luz azul fija Modo de Batería: Luz azul intermitente Modo de Falla: luz azul apagada
Audible:	Modo de batería: suena cada 10s Voltaje insuficiente de batería: suena cada segundo Sobrecarga: suena cada 0,5s Modo de Falla: Sonido continuado
Protección:	Contra descarga y sobre descarga
Dimensiones:	279x101x142mm
Peso	4,5kg/9,9lb
Longitud de Cable:	1,2 m

Referencia: (Forza Power Technologies, 2014)

El UPS de la Figura 52, cuando se encuentra en modo batería y están conectados dispositivos eléctrico o electrónico que tenga una capacidad de potencia de 375W(Vatios), tendrá un tiempo de respaldo o dura de 12 minutos para apagarse el UPS, estos datos son obtenido de las características de las Tabla 28 que son especificados técnicas del fabricante.



Figura 52. UPS Forza NT-761NT

Referencia: (Forza Power Technologies, 2014)

En la Tabla 29 se observa la potencia que consume cada dispositivo del módulo central, concluyendo que el circuito el proyecto consume un total de 1,9W (vatios) más la potencia del Router que es de 1W (Vatio) se tiene un total de 2,9W.

Tabla 29: Potencia de cada dispositivo del módulo central.

Módulo	Potencia
Arduino Uno	200mW
Shield Ethernet	500mW
Módulo GSM	600mW
Indicadores	600mW
Router	1W

Referencia: Autor.

El circuito del proyecto consume una potencia total de 2,9W y según las especificaciones técnicas al conectar al UPS un dispositivo que consuma 375W (Vatios), tendrá un tiempo de respaldo o dura de 12 minutos. Al comparar los dos valores se obtiene que el tiempo de duración del UPS en modo batería en el proyecto es de 1552 minutos que equivale a 25 horas que puede durar el UPS en alimentar al módulo central, este valor es aproximado, basándose en los datos del fabricante y de los dispositivos usados.

3.5.2 Módulo Sensor.

El módulo sensor como se puede observar en el diagrama de bloques de la Figura 53 permite la detección inmediata y fiable de la caída en tiempo real cuando el adulto mayor este realizando actividades en su vida diaria, será portátil y portable en todo momento.

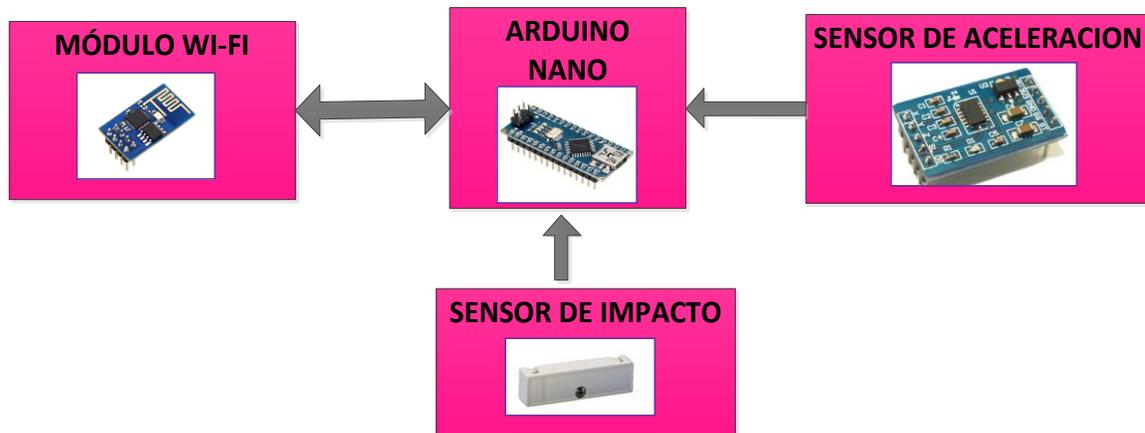


Figura 53. Diagrama de bloques del módulo sensor
 Referencia: Diseño por autor en software Microsoft Visio

Su interfaz incluirá un botón fácilmente accesible para apagar la alarma generada por una caída. La interfaz del usuario se completa con señales luminosas en el

Arduino nano indicando que existe una caída y una alarma auditiva que por medio el sonido se podrá ubicar y encontrar el lugar donde se encuentra el adulto mayor accidentado.

Está constituido en un Arduino Nano que se encarga de recibir los datos generados por los sensores, los que serán procesados y comparados. Se tiene un acelerómetro Mma7361 y un sensor de impacto y un módulo WIFI. Todos los módulos serán alimentados por batería de Lipo.

El diagrama de bloques, el sistema consta de cuatro partes importantes que se detallaran a continuación.

3.5.2.1 Arduino Nano.

El Arduino Nano es el cerebro del módulo central, el encargado de recibir los datos generados por los sensores (acelerómetro y de impacto), procesa, los compara con los rangos definidos y sobrepasa estos rangos, envía por medio del dispositivo WI-FI la alerta de que existe una caída.

Cuenta con 8 entradas analógicas, cada uno proporcionan 10 bits de resolución (es decir, 1024 valores diferentes) en estos pines se procederá a conectar los sensores de aceleración y de impacto. También permite al módulo wifi conectarse con él por medio de los pines de recibir (RX) y transmitir (TX) de los datos. Tiene los pines suficientes, con librerías fáciles de usar, permite incorporar una batería, su tamaño y peso es ideal para usarlo como sistema wereables.

3.5.2.2 Sensor Acelerómetro MMA 7361.

Para la detección automática de la caída se toma en cuenta utilizar el sensor de aceleración MMA7361 es un sensor analógico que se presenta en los 3 ejes (X,Y,Z)

con una alta precisión, se conecta al Arduino Nano el mismo que compara los datos generados del acelerómetro en sus 3 ejes.

Este sensor cuenta con el pin GS(g-Select) que es la sensibilidad de aceleración como podemos percibir en la Tabla 30 al usar el modo de 6g tenemos una sensibilidad de 2016mV/g, con un voltaje en el pin de salida desde 1,85 V hasta 1,44V. El convertidor análogo-digital del Arduino tiene un rango que va desde 0 a 1023, según las hojas de datos de estos componentes electrónicos.

Tabla 30: Sensibilidad de aceleración 6G.

Modo 6g	Voltaje en el Pin (V)	Rango del Convertidor A/D (Arduino)	Sensibilidad
6g	1,85	1023	
0g	1,65	511	2016mV/g
-6g	1,446	0	

Referencia: <http://chwnku.tuxfamily.org/cont/Sensores.html#nota1>.

Por lo cual si -6g equivalen a 0, 0g equivalen a 511 y 6g equivalen a 1023 se tiene la siguiente Tabla 31 en donde se puede considerar según la gravedad el rango del conversor análogo digital que le corresponde a cada una. Si la aceleración es muy rápida ira desde 6g a -6g si la aceleración es menor ira disminuyendo a 5, 4,3, etc.

Al definir un rango de sensibilidad basándonos en la Tabla 31 se procede a comparado el rango definido con los datos que el sensor emita en sus ejes X, Y, Z, si estos se encuentran en el rango establecido como la detección de una caída se procederá activar las alarmas, pero mientras los datos obtenidos por las coordenadas

no estén en este rango el sistema funcionara normalmente, sin la activación de las alarmas.

Tabla 31 Rango del conversor Análogo Digital.

Gravedad	Rango del conversor A/D
-6g	0
-5g	85,2
-4g	170,4
-3g	255,6
-2g	340,8
-1g	426
0g	511
1g	596,2
2g	681,4
3g	766,6
4g	851,8
5g	937
6g	1023

Referencia: Autor.

Diagrama de conexión

En la Figura 54 se observa el diagrama de pines entre el Arduino Nano y el Sensor de Aceleración. El Nano tiene 8 entradas analógicas, cada uno de los cuales se utilizarán 3 pines para conectarle al acelerómetro.

EL acelerómetro se conecta al Arduino Nano de la siguiente manera: Fx se conecta a la entrada analógica del Arduino ping A0, Fy se conecta a la entrada

analógica del Arduino ping A1, Fz se conecta a la entrada analógica del Arduino ping A2, se usará un regulador de voltaje para alimentar al acelerómetro con 5V para su buen funcionamiento.

Se debe realizar un puente entre dos pines AREF (GS Y SL) con 3,3 Voltios, esto permite que realice una lectura analógica de los datos de acelerómetro más precisa y que le módulo entrega tensiones entre 0 y 3,3 Voltios según su aceleración, con lo cual se aprovecha todo el rango de la conversión.

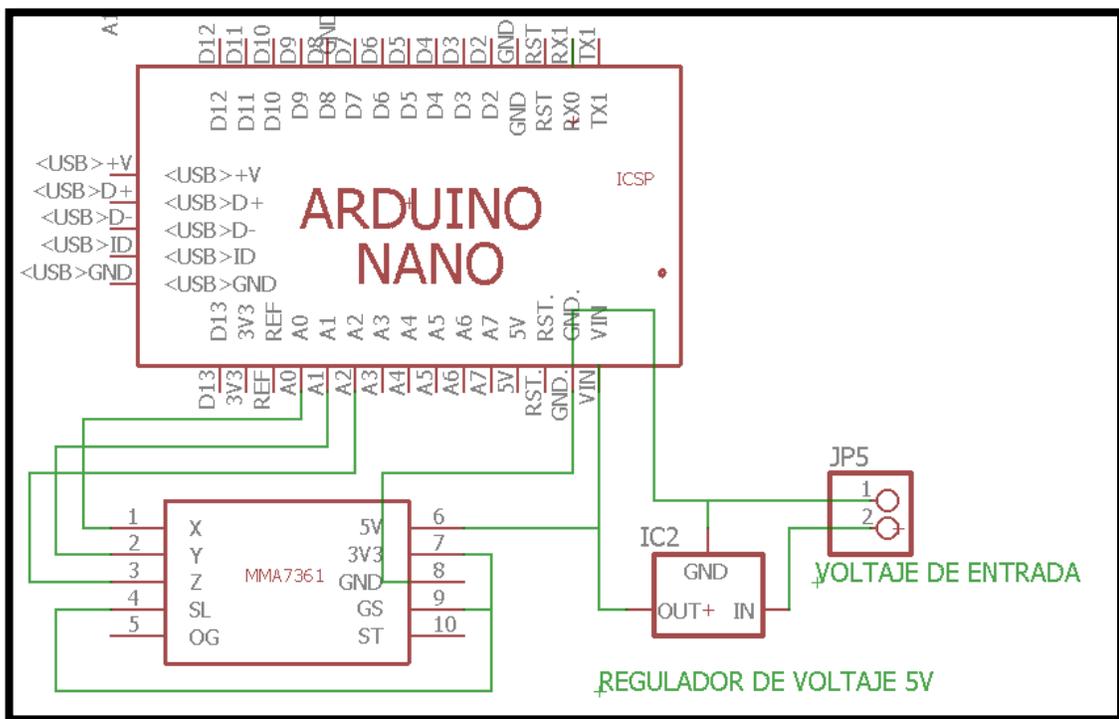


Figura 54. Diagrama de conexión entre el Arduino Nano-Sensor de Aceleración

Referencia: Diseño por autor en software Eagle

3.5.2.3 Sensor de impacto.

El sensor de impacto o de vibración inalámbrico está diseñado para detectar cualquier vibración, golpes o impactos. Una vez que la vibración es detectada, el

sensor transmite una señal al Arduino. Tiene una sensibilidad ajustable de acuerdo con la necesidad. Este se activará al momento que el adulto mayor sufre una caída por la vibración y el golpe que se genera.

Diagrama de conexión

El sensor de impacto (Figura 55) tiene dos entradas la primera se conecta al Arduino Nano por el pin D3 este es una entrada digital que opera a 5 voltios que proporciona un máximo 40 mA la segunda se conecta a GND del Arduino. Esto permite que el sensor al sufrir un golpe o vibración se active. La sensibilidad del sensor puede ser calibrada.

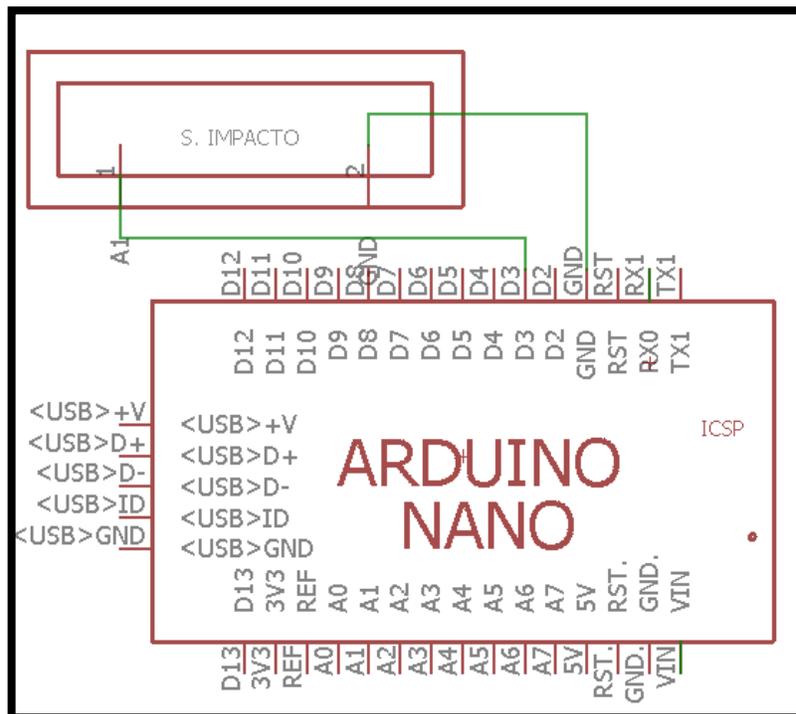


Figura 55. Diagrama de conexión entre el Arduino Nano-Sensor de Impacto.

Referencia: Diseño por autor en software Eagle.

3.5.2.4Módulo WIFI ESP8266-1.

Módulo Wifi ESP8266-1 permite conectarse con otra red de manera inalámbrica, la capacidad de procesamiento y almacenamiento permite integrarse con los sensores, con el Arduino Nano y otros dispositivos Este módulo es configurado mediante comando AT.

El módulo WI- FI se encarga de él envío de alerta del módulo sensor al módulo central. Esto se lo realiza mediante él envío de dos carácter o bits, se utiliza este tipo de variable porque es la más efectivo en transmisiones inalámbricas y evita errores de lectura de datos.

- El primer carácter o bit indica que módulo portátil es.
- El segundo carácter o bit indica el número de alarma
 - Si es 1 será una alerta de caída.
 - Si es 2 será una desactivación de la alerta.

Se realiza él envío de caracteres siempre y cuando exista una alerta de caídas que son generadas por los sensores, procesada por el Arduino Nano y envía al módulo WI-FI. Al momento del envío el módulo WI-FI envía una petición para mirar si el canal está vacío para la transmisión, si está libre procede a enviar su trama inalámbrica, estableciendo que el módulo central esté presente en la red, verifica que el dispositivo tenga servicio activo y que acepte la solicitud en el puerto 88 del destino o módulo central que el cliente o módulo sensor intenta usar. Informa al destino que el módulo Wi-Fi pretende establecer una sesión de comunicación en el puerto 88, luego de establecer la comunicación recibe los datos enviados del módulo sensor, estos son procesado por el Arduino Uno y activa las alarmas que se generan por la caída del adulto mayor.

3.5.2.5 Diagrama de conexión del Módulo Sensor

Como se observa en la Figura 56 el diagrama final de las conexiones del módulo sensor, con todos los elementos electrónicos (sensores, módulo WI-FI, fuente de alimentación reguladores de voltaje, módulo GSM) que se utilizan. Además, se ha considerado ubicar conectores machos para la fuente de alimentación, sensor de impacto, pulsador y espadines hembras para el Arduino nano, el módulo WIFI y para el sensor de aceleración.

Para el buen funcionamiento del módulo WIFI y del Sensor de aceleración se debe alimentarle con 3,3 Voltios y 5 voltios por esta razón se integran dos reguladores de voltaje de 3,3 Voltios y 5 Voltios.

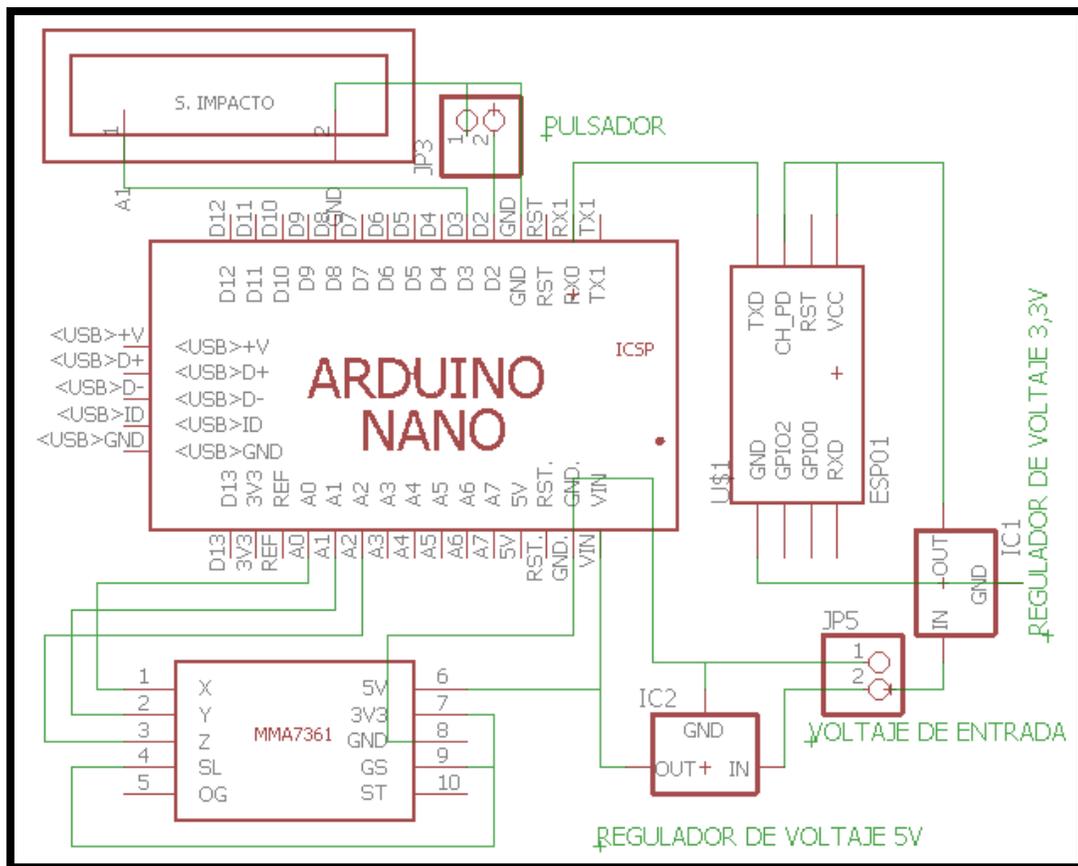


Figura 56. Diagrama de conexión entre el Arduino Nano Módulo WI-FI.

Referencia: Diseño por autor en software Eagle.

Placa principal (componentes electrónicos)

Para el diseño de las placas de circuitos impresos, se optó por utilizar el software Eagle (Easily Applicable Graphical Layout Editor) versión 6.4.0, debido a que se puede diseñar diagramas y los respectivos PCBs. En la Figura 57 se puede observar el diseño del circuito impreso de los componentes electrónicos del sistema.

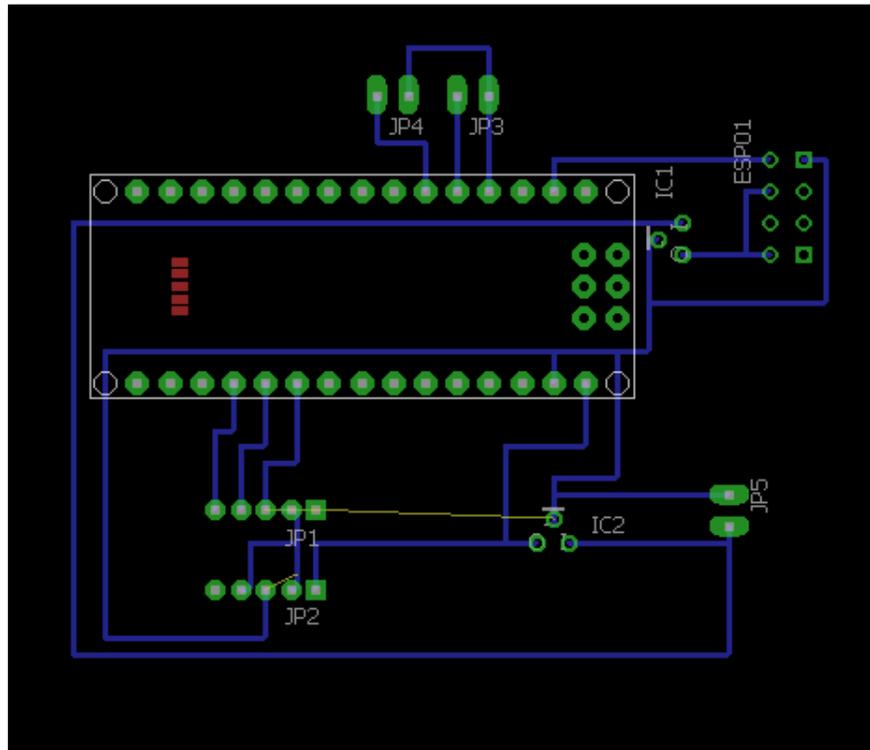


Figura 57. Diagrama esquemático del módulo sensor.

Referencia Diseño por autor en el software Eagle.

3.5.2.6 Fuente de alimentación.

Para el buen funcionamiento del módulo sensor, es necesario tener una fuente de alimentación que proporcione el voltaje y la corriente necesaria que ayude a que los módulos funcionen correctamente las 24 horas del día. El módulo sensor es

inalámbrico, por esta razón se utiliza una batería de Lipo³⁷ para proporcionar energía al módulo y es netamente inalámbricos.

Batería de Lipo

Las baterías LiPo son un tipo de batería recargables que suelen utilizar los sistemas eléctricos de radiocontrol, especialmente los aviones, helicópteros y multicópielos, compuesta de varias células secundarias idénticas en paralelo para aumentar la capacidad de la corriente de descarga. (GitBook, 2015)

Cuando comparamos con las baterías de NiCd/NiHm, las baterías Lipo tienen 3 cosas importantes que hacen a estas baterías la elección perfecta para los vuelos de radiocontrol:

- Las baterías LiPo son ligeras y se pueden hacer de casi cualquier forma y tamaño.
- Las baterías Lipo tienen gran capacidad lo que significa que tienen un montón de energía en un tamaño reducido.
- Las baterías LiPo tienen una tasa de descarga alta para alimentar los sistemas eléctricos más exigentes.

Para elegir una batería se debe apreciar primero que carga tiene y observar que corriente va a necesitar durante su funcionamiento. El consumo máximo de la carga debe ser menor que la corriente máxima continua que es capaz de suministrar la batería, también se debe considerar el tiempo que queremos que dure con el valor de

³⁷ Lipo: Abreviatura de Litio y polímero.

la corriente anterior y el tiempo de duración estimada y revisar que esta batería cumpla ambos requisitos.

En la Tabla 32 se puede mirar las tarjetas electrónicas que se utilizan en el módulo sensor y las características que cada uno tiene con respecto a la alimentación en modo normal y en modo dormido estos datos se obtuvieron de las datasheet de cada elemento.

Tabla 32. Alimentación de la tarjeta electrónicas.

Módulos	Modo Normal (mA)	Modo Dormido(mA)
Arduino Nano	40	40
Sensor MMA 7361	0,4	0,003
Sensor de Impacto	0,5	0,01
WIFI ESP8266-1	25	0,01
Total	65,9	40,023

Referencia: Datasheet de los módulos.

Luego de conocer la corriente de cada dispositivo se procede a realizar los cálculos para determinar la batería que se debe usar en el módulo sensor.

Cálculos:

Para calcular el consumo que el circuito tiene se toma en cuenta las corrientes de los dispositivos y se aplica la siguiente Ecuación:

$$\text{Consumo} = \frac{((T_{cn} * I_{cn}) + (T_{cd} * I_{cd}))}{T_{cn} + T_{cd}} \quad \text{Ecuacion 8}$$

Ecuación 8. Consumo del circuito

Donde:

- Tcn = Tiempo Consumo Normal
- Tcd = Tiempo Consumo Dormido
- Icn = Intensidad de Corriente Consumo Normal
- Icd = Intensidad Corriente Consumo Dormido

Para el desarrollo del proyecto se toma en cuenta:

$$Tcd = 10 \text{ segundos}, Tcn = 40 \text{ segundos}, Icn = 65,9 \text{ mA}, Icd = 40,023 \text{ mA}$$

Con los datos detallados anteriormente se tiene:

$$\text{Consumo} = \frac{((40 * 65,9) + (10 * 40,023))}{10 + 40}$$

$$\text{Consumo} = 60,73 \text{ mA}$$

Como se necesita que la batería de Lipo posea una duración de 1 día o 24 horas se procede a realizar la siguiente Ecuación.

$$\text{Vida de Bateria} = \frac{\text{Capacidad Bateria}}{\text{Consumo}} \quad \text{Ecuación 9}$$

Ecuación 9. Formula Vida de la Bateria

Donde:

$$\text{Vida de Bateria} = \frac{\text{Capacidad Bateria}}{60,73\text{mA}}$$

$$24 \text{ horas} = \frac{\text{Capacidad Bateria}}{60,73\text{mA}}$$

$$\text{Capacidad de la batería} = 1457,52\text{mAh}$$

Luego de realizar los cálculos correspondientes se concluye que la batería debe tener una duración de 1 día para alimentar al módulo sensor, también se determinó que la batería debe poseer una capacidad de 1457,52mAh por lo que se produce a elegir una batería con esta característica.

La batería de Lipo seleccionada posee las siguientes características:

- Capacidad: 1500mAh
- Voltaje: 2 celular / 7.4V
- Capacidad de descarga: 35C Constante / 70C
- Peso: 91 g (incluyendo el cable, el enchufe y caso)
- Dimensiones: 85x35x14mm
- Balance de enchufe: JST-XH
- Largo Ciclo de Vida
- Recargable
- Compatible con los dispositivos del módulo sensor

3.6 Diseño de software del sistema

El lenguaje que se utiliza en las placas Arduino es C, siendo programas en el IDE DE ARDUINO por la facilidad de librerías compatibles con otras placas donde es código de abierto y se puede ejecutar en Windows. La programación para obtener los datos se la guarda en el Arduino Uno (módulo central) y en el Arduino Nano (módulo sensor), así como la

programación para el envío de los datos al módulo central. El algoritmo de programación se puede ver en el Anexo 3 y 4.

3.6.1 Diagrama de flujo del Sistema.

En esta sección se describen los procesos que deben cumplir el módulo central y el módulo sensor o portátil mediante un diagrama de flujos que se observa en la Figura 58.

Módulo Central

1. Como punto de partida se establece las variables, las que permiten almacenar datos enteros. Estas variables almacenan diferentes datos (alerta, zumbador, led de falla, SMS, entre otros). Se utilizan librerías para facilitar el desarrollo del algoritmo del programa del sistema como:

- `#include <SPI.h>`: Esta librería es la encargada de habilitar la comunicación SPI entre el microcontrolador Arduino y el Shield Ethernet.
- `#include <Ethernet.h>`: Esta librería es la encargada de habilitar el Shield Ethernet.
- `#include <SD.h>`: Esta librería es la encargada de habilitar la tarjeta SD.
- `include <SoftwareSerial.h>`: Esta librería es la encargada de habilitar la comunicación serial (RX, TX).

Introduce una dirección MAC, una dirección IP, una dirección de Gateway y una dirección de subred para que el Shield Ethernet se conecte a la red y para recibir información del módulo sensor. Habilita los puertos 88(TCP) y 80 (servidor Web). A través de estos puertos se establece la comunicación con el servidor y el módulo Wi-Fi, cuando se origina una petición al servidor, en

el caso HTTP³⁸ siempre será por el puerto 80, el que escuche o reciba la solicitud de servicio hecha por la PC del cliente.

2. Establece los pines digitales como salidas (Zumbador, Led de falla, Led de caída), inicializa servidores e inicializa la conexión con la tarjeta SD.

3. Escucha al módulo sensor y toma una decisión:

- El módulo central escucha al módulo sensor, si el módulo sensor se conecta al módulo central, este envía una respuesta desde el servidor indicando que está listo para recibir la información del módulo sensor. Si existe conexión entre los dos módulos se procede a enviar los datos del módulo sensor por medio del módulo WIFI.

- Al recibir el módulo central los datos enviados por el módulo sensor o portátil se compara los bits recibidos y si este es el bit de que representa una caída, procede activar la alarma principal Aditiva (enciende los zumbadores del módulo central y módulo sensor), Visual (led indicador de caída) y Servidor Web (indica que existe una caída, datos del adulto mayor).

La alarma alterna (envío de SMS al encargo de la institución o a un familiar). La alarma principal seguirá activada hasta que el módulo sensor envíe la cancelación o apagado.

- Si el carácter que recibe el módulo central del módulo sensor o portátil es una cancelación de alarma se desactiva la alarma principal (led indicador de caída y los zumbadores se apaga, la página Web modifica el archivo a estado normal).

³⁸ HTTP: HyperText Transfer Protocol (Protocolo de Transferencia de HiperTexto)

- Cuando no se existe comunicación” Falla de la comunicación” entre el módulo central y el módulo sensor o portátil, se genera alarmas donde:
 - El led indicador de falla de comunicación se encontrará en estado rojo.
 - Enciende el zumbador del módulo central emitiendo una alarma auditiva.
 - Página Web modifica su presentación a estado de Falla de comunicación.

- Luego de terminar el proceso anterior regresa a escuchar al módulo sensor hasta que exista una conexión entre los dos módulos. Cuando exista una conexión la alarma (visual y auditiva) se apagan automáticamente.

Módulo Sensor o Portátil

1. Como punto de partida se establece las variables, las que permiten almacenar datos enteros. Estas variables almacenan diferentes datos (sensores, las posiciones en los ejes X, Y, Z, cancelación, entre otras).

El módulo WIFI realiza la petición al módulo central para conectarse a él y proceder al envío de datos. El mismo que es configura mediante comando AT en donde se ingresa el nombre de la red, su contraseña. Luego de ingresar los datos necesarios para la conexión del módulo a la red local este asigne una dirección IP que permite la conexión entre los dos módulos.

2. Se procede a configura la tensión de referencia utilizada para la entrada analógica (es decir, el valor utilizado como la parte superior del rango de entrada). La tensión aplicada al pin REF del sensor de aceleración (0 a 5V solamente) se utiliza como la referencia, esto se realiza mediante el comando AnalogReference(External).

Se establece dos interrupciones (sensor activado, sensor desactivado o cancelación). Una vez que se ha activado la interrupción al pasar de valor de Alto(HIGH) a bajo (LOW) se pausa lo que esté haciendo el procesador y hace que se ejecute otra función la cual puede ser cancelación, sensor activado o desactivado. Una vez que ha finalizado, el programa regresa a ejecutar lo que se encontraba haciendo en el antes de la interrupción.

3. Procede a leer los datos de las variables para realizar los siguientes procesos:
 - Si la variable que recibe es del sensor, se procede a comparar los datos que están establecidos con los datos recibidos del sensor de aceleración en los ejes XYZ.
 - Si los datos sobrepasan el rango establecido se da a conocer que existe una caída y procede a enviar al módulo central el bit de indicador de caída para activar las alarmas.
 - Si los datos no sobrepasan el rango vuelve a leer los datos que envía el sensor para ser comparados.
 - Si la variable que recibe es una cancelación procede a envía al módulo central el bit indicador de cancelación, desactiva o apagando la alarma.

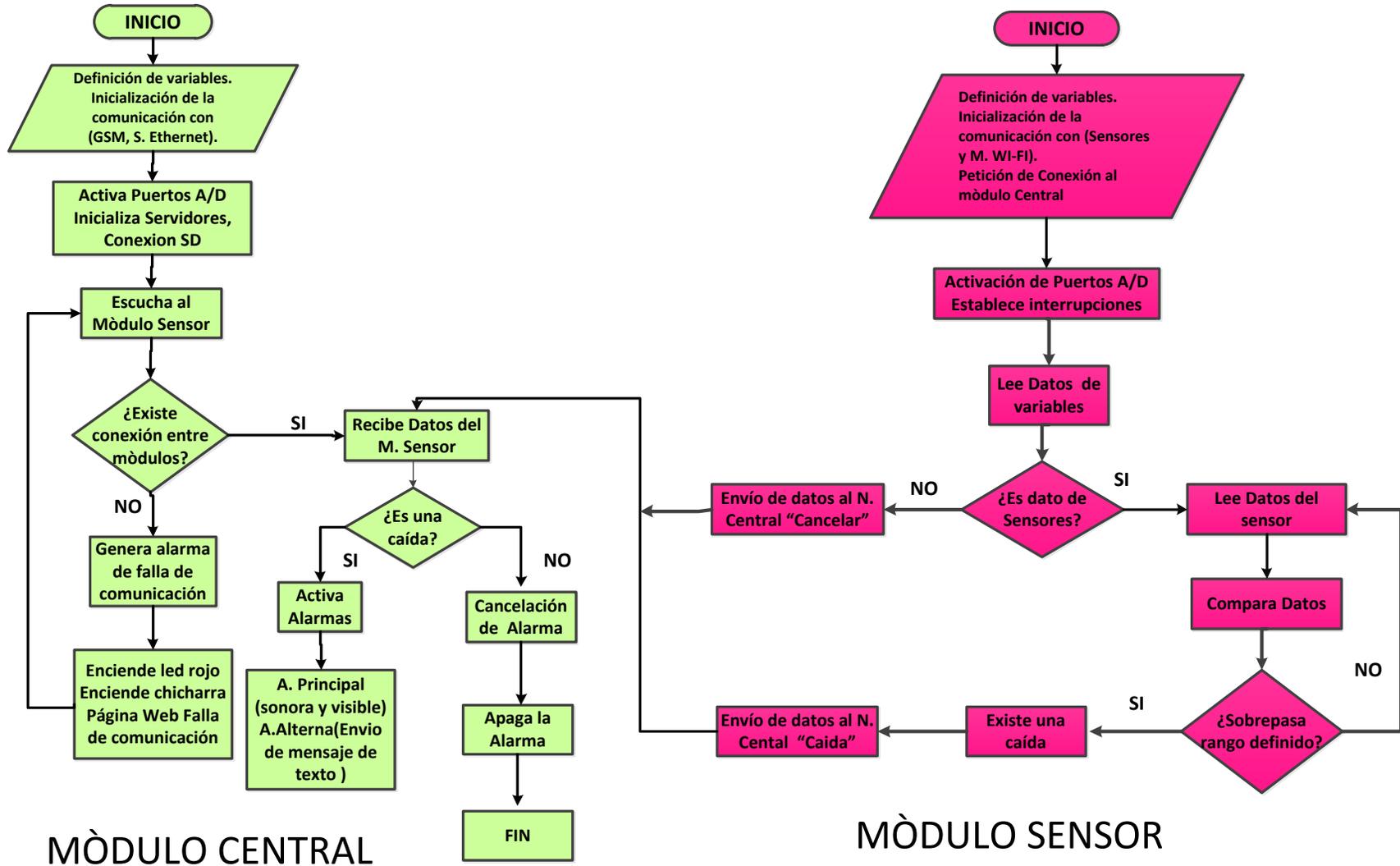


Figura 58. Diagrama de Flujo del Sistema
 Referencia: Diseño por autor en software Microsoft Visio

3.7 Diseño de cobertura de red

El diseño de la red se basa específicamente en la cobertura de una red wifi, según (Aakvaag & Frey, 2006) indica que los repetidores de señal no pueden exceder los 20 metros de distancia entre ellos, los módulos WI-FI inalámbricos cuenta con una potencia de +20dBm en 802.11b con seguridad WPA/WPA2 y una sensibilidad de -90dBm.

En la Figura 59 se representa el plano de la casa hogar, que toma en consideración el grosor de las paredes de ladrillos de 11 cm.

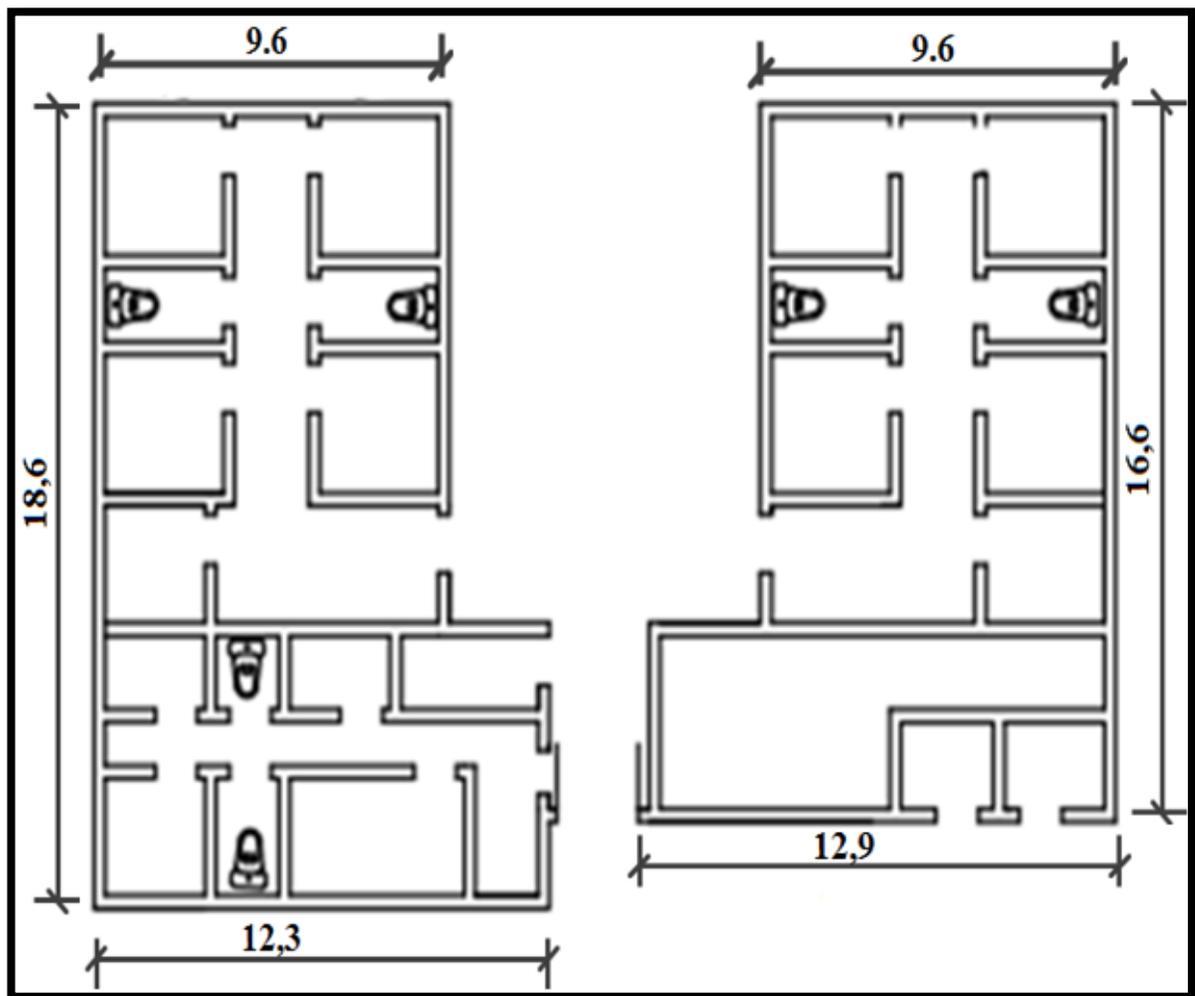


Figura 59. Planos del centro de cuidado del Adulto Mayor San Martin

Referencia: Diseño por autor

En la Figura 60 se observa el lugar donde se encuentran las habitaciones, tomando como referencia la letra mayúscula D que indica ser una habitación doble, la letra mayúscula S indica ser una habitación simple.

Todos los cuartos con el carácter D tienen una dimensión de 3 x 3 metros cuadrados y los baños tienen las dimensiones de 3 x 2 metros cuadrados, por tal motivo se va sectorizar en relación a los 15 metros a la redonda de cobertura, de un repetidor de señal haciendo énfasis en las ubicaciones de los dormitorios y baños.

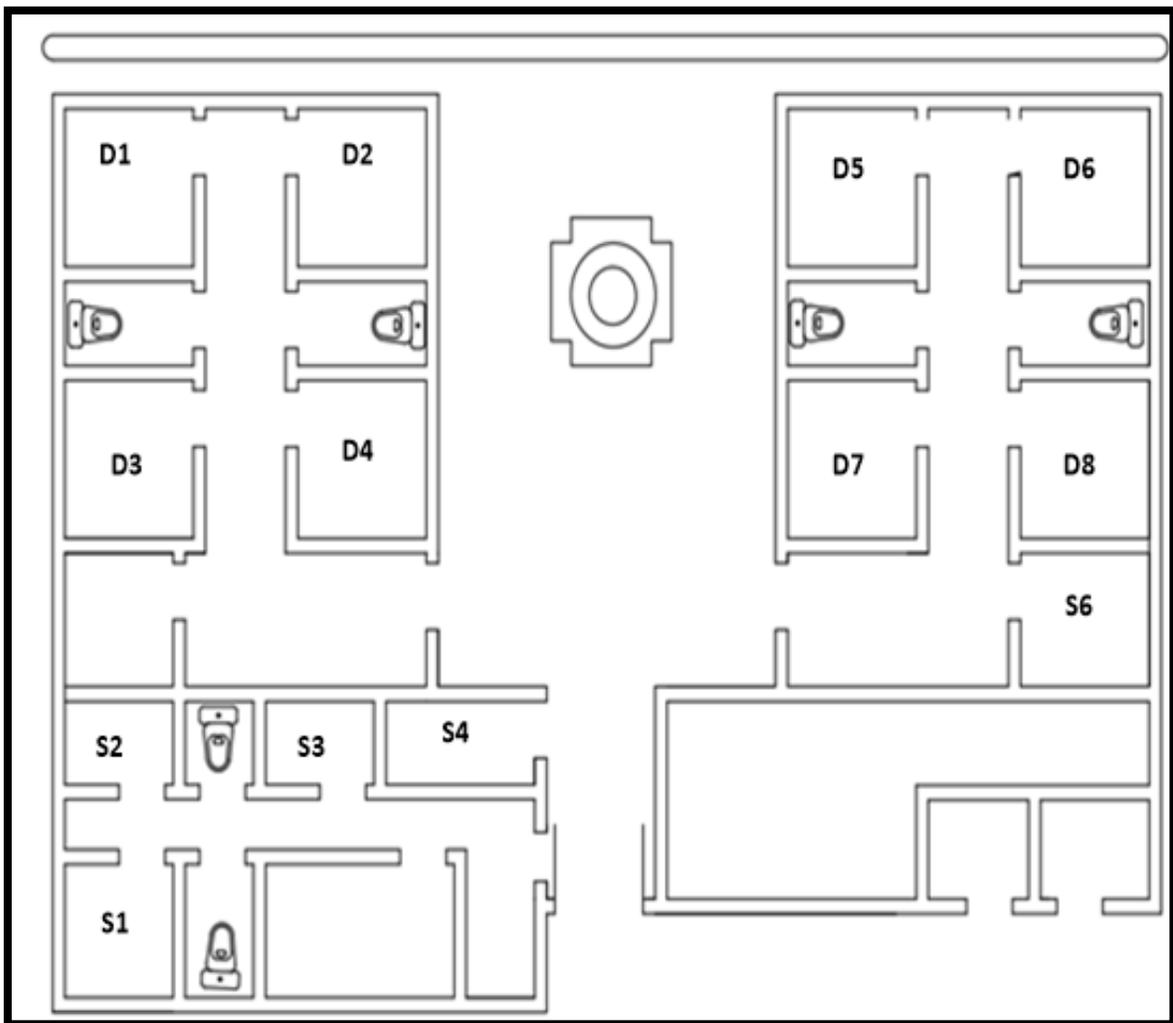


Figura 60. Distribución de cuartos en el centro de cuidado del adulto mayor San Martín

Referencia: Diseño por autor.

Se determina la posición de los repetidores de la señal inalámbrica siendo los puntos azules para poderse comunicar con un módulo central encargado de las alertas, hay que aclarar que los módulos wifi escogidos en sus hojas de datos tiene un alcance de comunicación real de 30 metros como se muestra en la Figura 61.

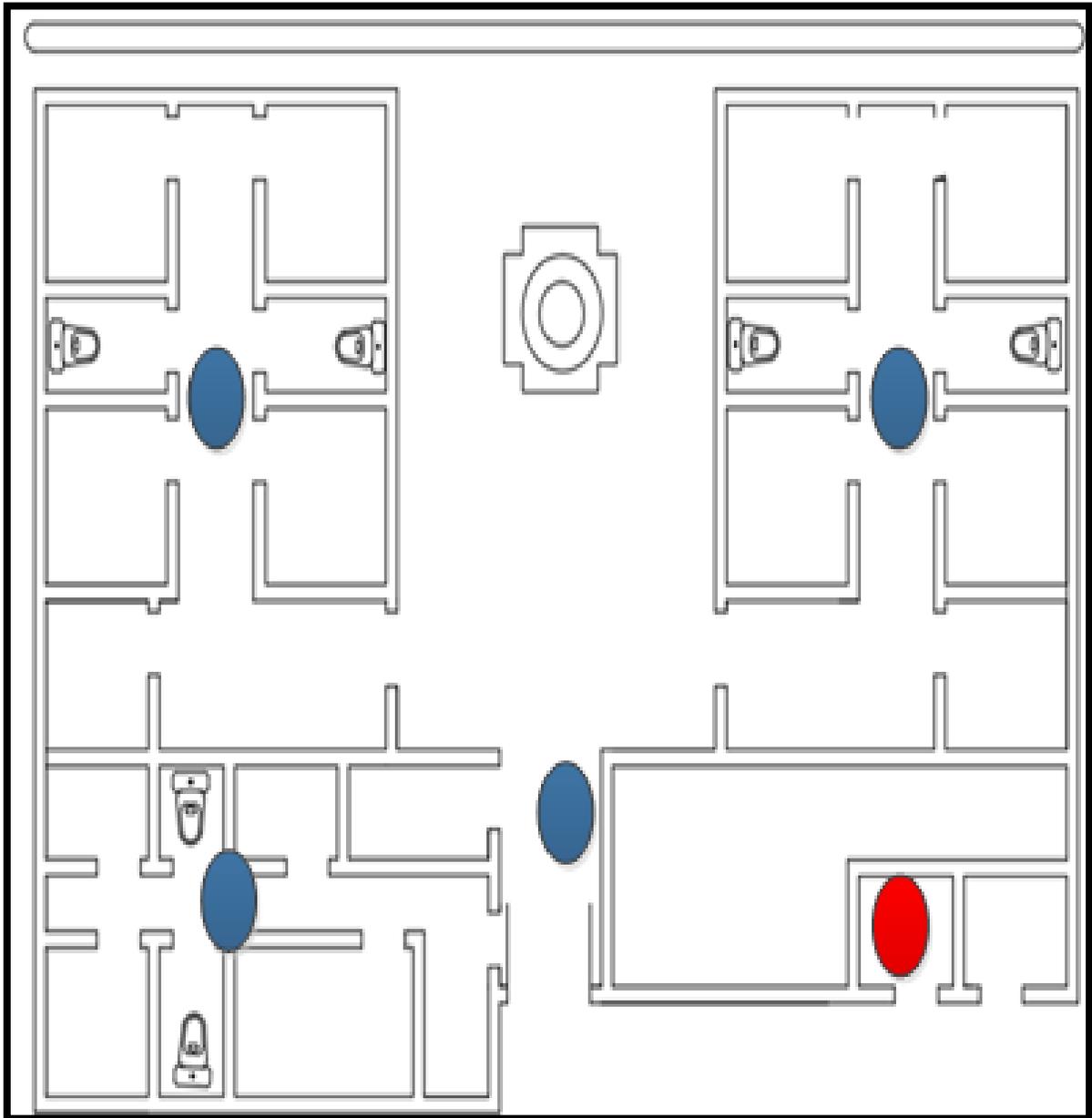


Figura 61. Distribución de repetidores de señal.

Referencia: Diseño por autor.

La cobertura de los repetidores de la señal se realiza una medición de sensibilidad de potencia, nuestros módulos inalámbricos tienen hasta un máximo de -90dbm , es necesario dar un margen de error para la debida conexión, como herramientas de análisis de WIFI se determinó que la tonalidad en verde de la Figura 62 corresponde a una cobertura entre -40dbm y 55dbm , el color amarillo entre -55dbm hasta los -75dbm , se consideró estos rangos por pruebas de cobertura que los mismos analizadores especifican, la zona de coloración tomate significa un rango entre -75dbm y 80dbm , hay que recalcar que no se obtuvo coberturas menores a -80dbm teniendo un rango amplio para que los sensores no pierdan conectividad.

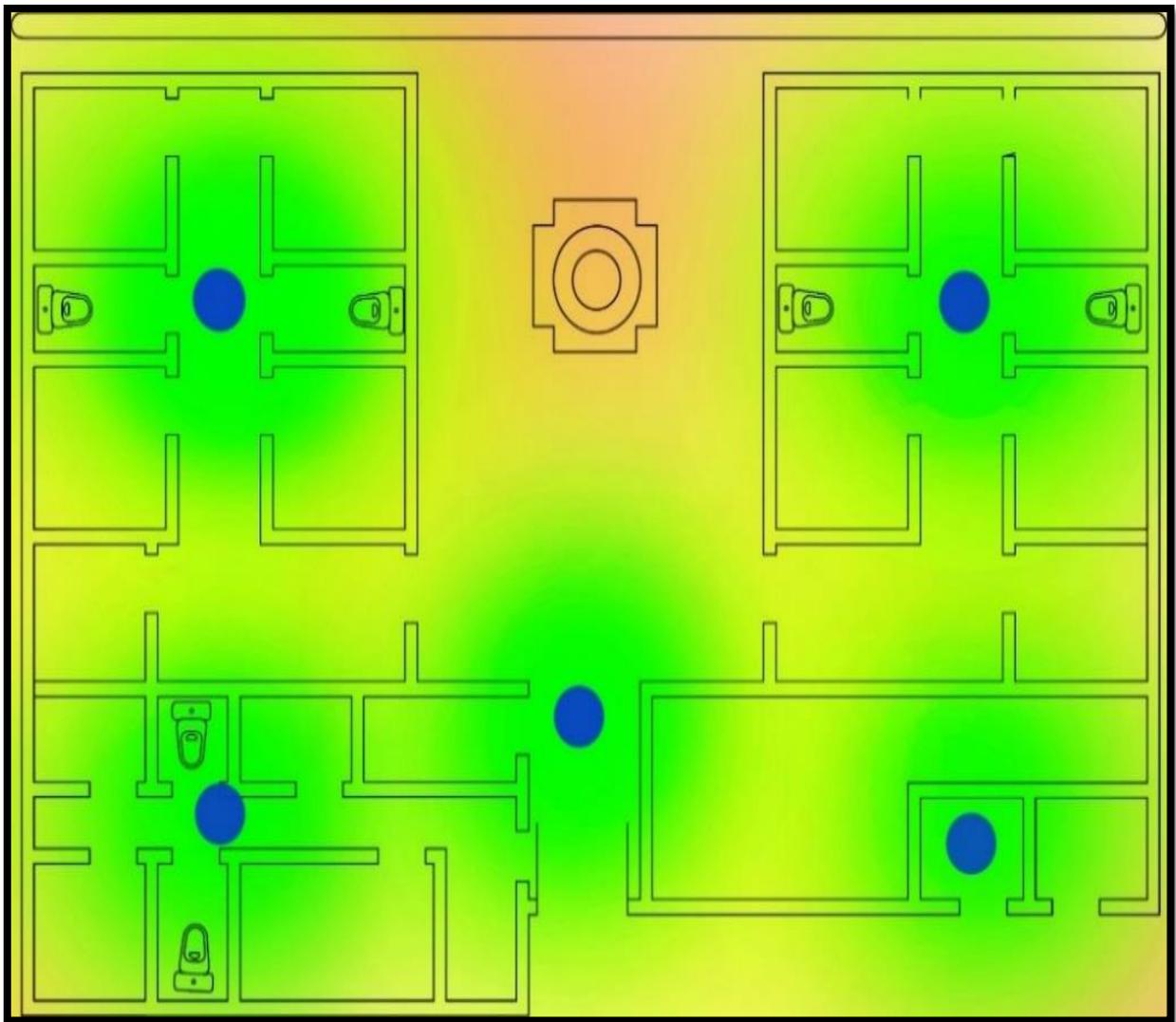


Figura 62. Sensibilidad de cobertura

Referencia: Diseño por autor.

En la Figura 63 se indica las conexiones eléctricas para los repetidores, explicando desde una toma cercana al repetidor.

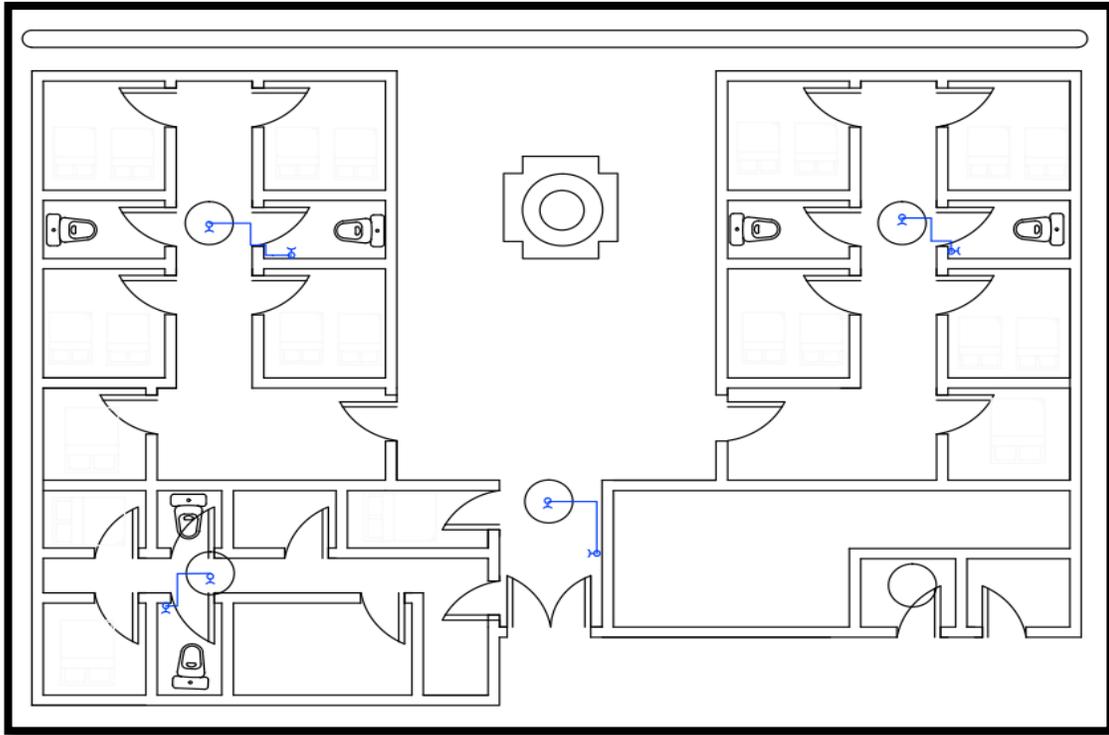


Figura 63. Conexión eléctrica

Referencia: Diseño por autor en software Microsoft Visio

4. Capítulo IV

En este capítulo se efectuará la descripción respectiva de las pruebas de funcionamiento, la depuración y corrección de errores tanto en software como de hardware, para finalmente tener un prototipo final que sea confiable y seguro al momento de generar las alarmas producidas por una caída. Luego se procederá a determinar el análisis del costo total de un prototipo basándose en el precio final de los elementos electrónicos usados y el beneficio que tiene este proyecto.

4.1 Implementado el Módulo sensor.

Para la implementación del módulo sensor o móvil se debe tener en cuenta los siguientes parámetros:

- El buen funcionamiento del módulo sensor es decir que en el lugar donde sea ubicado el dispositivo, el sistema funcione correctamente, sea fiable en la detección de una caída y no genere falsas alarmas ni caídas no detectada.
- Que no sea molesto para los adultos mayores esto quiere decir que se debe buscar un lugar adecuado para la colocación del sistema, donde pueda llevar puesto y no sea fastidioso para el adulto mayor en la vida diaria y logre realizar sus tareas.

Luego de tomar en cuenta los parámetros antes mencionados y realizar pruebas de funcionamiento se toma la decisión que el sistema será colocado en un arnés que el adulto mayor llevará puesto en su pecho. Porque en el pecho el módulo sensor funciona perfecto, los sensores de impacto y de aceleración detectan correctamente una caída, por la aceleración que se produce al caer y por el golpe que se genera. También por el peso y el tamaño que el dispositivo tiene no se puede colocar en otro lugar.

Se comprobó que el adulto mayor usa en su tronco (parte superior del cuerpo humano) 3 a 4 prendas de vestir (dividí o camiseta, camisa, chaleco, chaqueta o saco) porque que es

ideal ponerle debajo de la ropa que cubra el sistema para no concentrar la atención de las personas en el dispositivo, siendo el lugar más discreto y no afecte en las actividades diarias que realice como se muestra en la Figura 64. En esta parte del cuerpo se garantiza la fiabilidad, el buen funcionamiento del sistema ya que no se tendrá falsas alarmas ni caídas no detectadas.

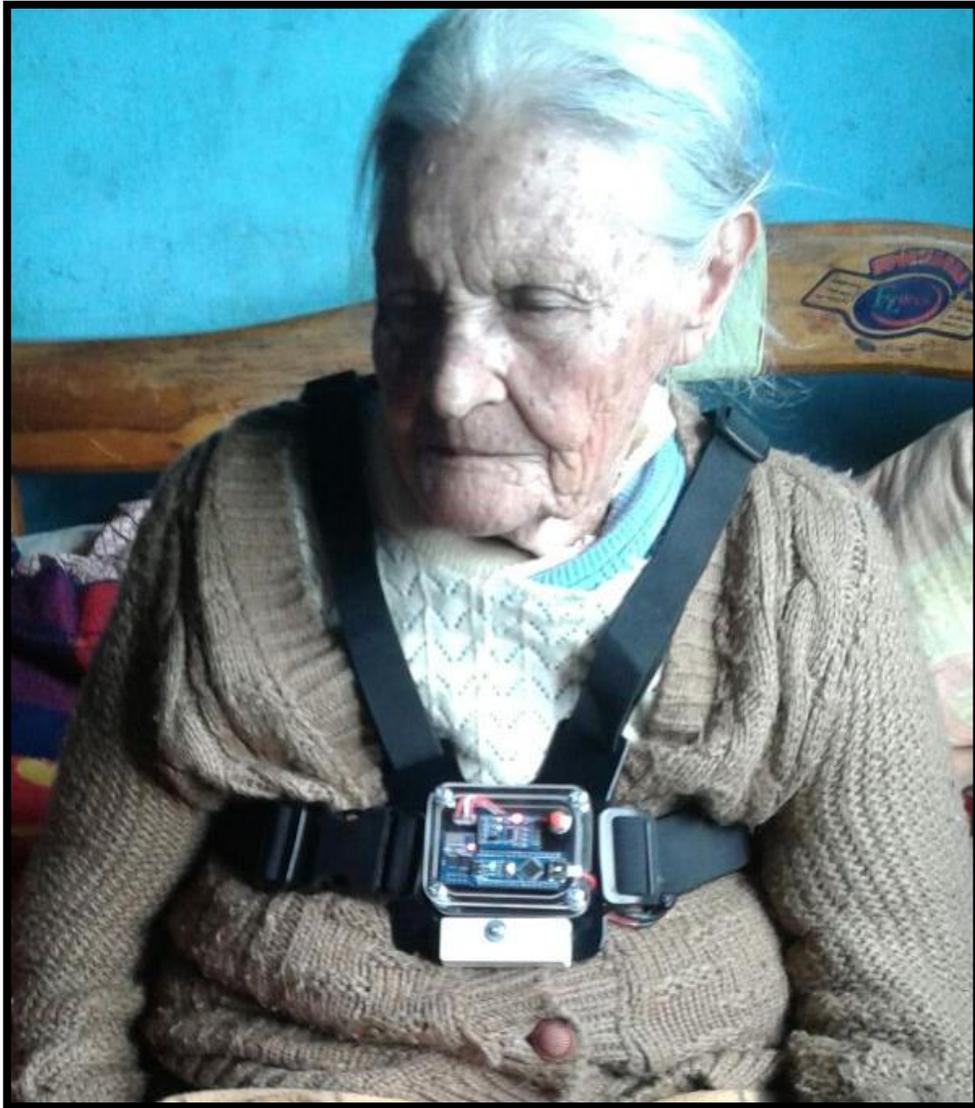


Figura 64. Implementación de módulo Sensor en el pecho del adulto mayor.

Referencia: Foto tomada por Autor

El arnés de pecho está formado por la unión de varias piezas combinadas entre correas de tela flexible y partes de policarbonato, gracias a sus correas elásticas es totalmente ajustable, cada correa tiene su sistema de ajuste que se puede fijar el arnés al contorno de nuestro cuerpo y evitar que el módulo central se mueva o quede holgado.

El módulo sensor queda completamente centrado en el torso, una correa rodea el pecho y dos tirantes van desde el módulo hasta la espalda donde se unen en una pieza y pasan a ser una única correa que se juntan entre sí.

4.2 Pruebas de funcionamiento prototipo inicial.

4.2.1 Servidor Web

Para el servidor web no es necesario añadir hardware para el funcionamiento, la página web es básica, cada página del servidor es almacenada en un documento con extensión HTM donde se encuentra el código en HTML.

La página se mantendrá actualizando cada 5 segundos (se tomó en consideración cada 5 segundos porque es un tiempo prudente que los admiradores de servidores Web recomiendan, también porque es un tiempo razonable para actualizar la página al momento de una caída o cuando hay un fallo de la comunicación del módulo).

Cuando el sistema indique que no existe ninguna alerta (caída o falla de la comunicación), el archivo html se cargara por defecto indicando que no existe una caída, como se puede observar en la Figura 65, donde se muestran las características del prototipo y el estado en el que se encuentra el sistema, brindando información al usuario (personal encargado del cuidado del adulto mayor).

BIENVENIDOS AL S.E.A.C.A.M

SISTEMA ELECTRÓNICO DE ALARMA DE CAÍDAS PARA ADULTOS MAYORES DEL CENTRO DE CUIDADO SAN MARTÍN

NO EXISTE ALERTA DE CAÍDA

Características del Sistema

- Usa comunicación inalámbrica
- Tiene un Nodo Central y un Nodo Sensor
- Emite alarma cuando existe caída
- Emite alarma cuando no existe comunicación entre los nodos
- No es lavable
- Se debe cargar la batería de Lipo
- No puede salir de lugar de instalación
- Se recomienda no usar si tiene hipersensibilidad electromagnética

Autor: Katherine Izama Correo: kpizama@utn.edu.ec Tutor: Ing. Omar Oña

Figura 65: Página para visualización del cliente cuando no existe una caída

Referencia: Diseño por autor en servidor Web

Cuando el sistema detecta una caída y envía la alerta el módulo central, la página se modifica, cambiando su presentación como se puede ver en la Figura 66, donde se observa la información necesaria para la atención del adulto mayor que sufrió el accidente y el estado del sistema.

S.E.A.C.A.M

SISTEMA ELECTRÓNICO DE ALARMA DE CAÍDAS PARA ADULTOS MAYORES DEL CENTRO DE CUIDADO SAN MARTÍN

ALERTA EXISTE UNA CAÍDA

Paciente María Rosario Cervantes Vergara

- Edad: 86 años
- Seguro Social: No
- Tipo de Sangre: O+
- Cirugías: De cadera
- Enfermedades: Sordera, Problemas Visuales
- Fármacos que toman:
- Alergias Farmacológicas: Aspirina
- Familiar Responsable: Rosa Valles
- #Telefono: 062602966
- #Celular 0993060221

Autor: Katherine Izama Correo: kpizama@utn.edu.ec Tutor: Ing. Omar Oña

Figura 66. Página para visualización del cliente cuando existe una caída.

Referencia: Diseño por autor en servidor Web.

Cuando exista falla de comunicación entre en módulo central y el módulo portátil la página web se modificará, cambiando su presentación como se observa en la Figura 67.



Figura 67. Página para visualización del cliente cuando exista falla de la comunicación

Referencia: Diseño por autor en servidor Web.

4.2.2 Prueba de Comunicación entre el módulo central y el módulo sensor.

Se procede a realizar las pruebas necesarias para comprobar que exista comunicación entre los dos módulos. Permitiendo al usuario tener un sistema seguro al momento de la transmisión de la información, que el módulo central reciba correctamente los datos emitidos por el módulo sensor. Se tiene dos estados de la comunicación, en el momento que existe comunicación y cuando hay una falla en la comunicación a continuación se describe cada una.

4.2.2.1 Existe comunicación entre el módulo central y módulos sensor

Cuando exista conexión entre el módulo central y el módulo sensor se evidencia en el “led indicador de falla” generando una luz verde como se observa en la Figura 68 y la alarma auditiva estará apagada.



Figura 68. Comunicación entre el módulo central y sensor.

Referencia: Foto tomado por autor.

4.2.2.2 Falla de comunicación entre el módulo sensor y el módulo central

Esta alarma se genera cuando no existe una comunicación entre el módulo sensor y el módulo central este inconveniente se puede generar: en el momento que los módulos no están encendidos, en el tiempo que la batería de lipo del módulo sensor este descargado, exista algún problema en la red y en los módulos, etc.

Cuando no exista conexión se evidencia en el “led indicador de falla” generando una luz roja como se mira en la Figura 69 y la alarma auditiva (zumbador del módulo central) se enciende. La página que muestra el servidor Web se observa en la Figura 67.



Figura 69: Alarma de falla de comunicación con auditiva y visual.

Referencia: Foto tomado por autor.

Desactivar alarma

Para desactivar la alarma de fallo de comunicación entre el módulo central y el módulo sensor se debe realizar lo siguiente:

En el módulo central existe un botón con el cual se puede apagar la alarma auditiva que se genera al momento de un fallo de la comunicación como observa en la Figura 70. Pero el led indicador de falla y el servidor web no se desactivarán hasta que exista una conexión entre los dos módulos.



Figura 70: Botón para desactivar la alarma auditiva del módulo Central.

Referencia: Foto tomada por Autor.

4.2.3 Pruebas de funcionamiento de los sensores.

Para verificar el buen funcionamiento del módulo sensor se procede a realizar pruebas de funcionamiento de los sensores.

4.2.3.1 Sensibilidad del sensor de aceleración

El rango que se plantea para realizar las pruebas de funcionamiento es de $-6g=0$ y en $6g=1023$ este permitirá detectar una caída mediante los datos que envía el sensor en sus ejes XYZ y luego estos datos serán enviados al Arduino Nano para ser procesados y comparados. Al ser comparados los datos y si se encuentran en el rango definido se indicará que existe una caída mientras tanto no.

Se realiza las pruebas de funcionamiento tomando en cuenta las posiciones, movimientos que realizan los adultos mayores en sus tareas diarias. Luego de realizar estas verificaciones se concluye, que el rango que se estableció es erróneo porque detecta caídas falsas y no es capaz de diferenciar una actividad con una caída.

4.2.3.2 Senilidad del sensor de impacto.

Se procede a realizar las pruebas de funcionamiento en los adultos mayores del centro de cuidado “San Martín” y teniendo como resultado que en ocasiones los adultos mayores se golpean con las puertas, paredes y con objetos que se encuentran en su habitación, y al chocar con ellos se activa la alarma dando falsas alertas. Por lo que se procede a recalibrar el sensor, para su buen funcionamiento.

4.2.4 Alarmas generadas por caída

4.2.4.1 Alarma Principal

Esta señal de alerta será de tipo local (en la institución) emitiendo una alarma auditiva (zumbadores encendidos de los dos módulos) y visual (led indicador de caída y servidor web) al momento que un adulto mayor sufrió una caída. En la Figura 86 se puede observar la alerta visual en el cual el “led indicador de caída” genera o enciende una luz roja, en el Arduino nano del módulo sensor se puede mirar que se enciende un led rojo, también se encenderá las alertas auditivas del módulo central y del módulo portátil. La página que muestra el servidor Web se puede ver en la Figura 71.



Figura 71: Alarma auditiva y Visual (a) Módulo Central (b) Módulo Sensor.

Referencia: Foto tomado por autor.

Desactivar alarma

Luego de generarse una alarma por una caída se procede a desactivar la alarma siempre y cuando el adulto mayor haya sido localizado y atendido.

El botón de desactivación de la alarma se encuentra en el módulo sensor o portátil el mismo que lleva puesto el adulto mayor. Se tomó en cuenta ponerle en este módulo porque así se garantiza que el cuidador vaya hasta donde el adulto mayor que sufrió una caída sea atendido y desactive la alarma.

Para desactivar la alarma se debe presionar una vez el botón que se encuentra en el módulo sensor como muestra la Figura 72, luego de ser pulsado el sistema pasará a estado normal (el led indicador de caída se apagará, las alarmas auditivas se apagaran, el servidor Web pasará a estado normal como se puede mirar en la Figura 65).



Figura 72. Desactivación de la alarma

Referencia: Foto tomada por autor

4.2.4.2 Alarma secundaria

La alarma secundaria se produce mediante el envío de un mensaje de texto que puede ser, al encargado del centro de cuidado del adulto mayor “San Martín” o a un familiar. El número al que se enviará el mensaje será definido por la institución y configurado en la Firewall del Arduino Uno, si se desea cambiar o modificar el número que recibe el mensaje se debe llamar al técnico que instaló el sistema.

Se recomienda al usuario activar un paquete de mensajes de texto al SIM que se encuentra en el módulo GSM para el envío de mensajes. Mientras no exista una caída no se enviará mensajes de texto. La persona que recibe este mensaje puede estar dentro o fuera de la institución. En la Figura 73 se puede mirar el mensaje de texto SMS que recibe la persona, al momento que se generó una caída en el adulto mayor, indicando el nombre del paciente que sufrió el accidente

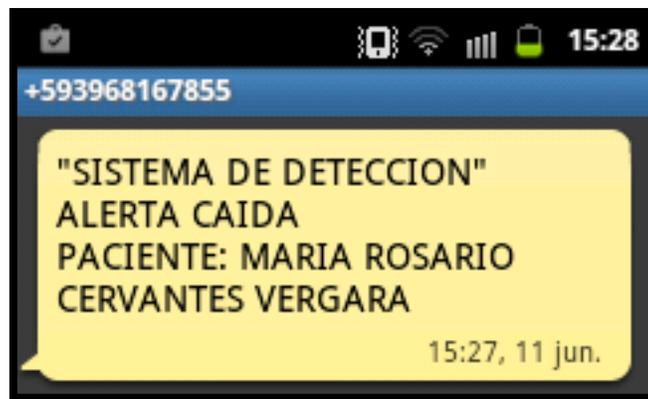


Figura 73. Envío de mensaje de texto al encargado de la institución

Referencia: Foto tomado por autor.

4.3 Corrección de Errores

Al realizar las pruebas de funcionamiento del prototipo inicial se generó errores por lo que se procede a realizar la corrección. Tomando en cuenta que en la parte de hardware no se tiene problemas por lo que no es necesario realizar corrección de errores.

En la parte de programación se generó errores en el rango y en la calibración que se tenía establecido en los sensores de aceleración y de impacto lo que se tenía falsas alarmas (actividades que han sido detectadas como una caída y que no lo son), por esta razón se procede a determinar el rango del sensor de aceleración de $-3g=256$ y $3g=766$ en donde si los datos obtenidos en los ejes X,Y,Z son mayores a 766 y menores de 256 existe una caída mientras no estén dentro de este rango no existirá alertas de caídas.

El sistema con esta corrección es capaz de diferenciar las actividades diarias que realizan los adultos mayores de una caída. Con esta corrección de erros el sistema se volvió más confiable evitando que se generen falsas alarmas y caídas no detectadas. La detección de la caída es inmediata y fiable.

4.4 Pruebas y Resultados del Prototipo Final

A continuación, se puede observar en la Figura 74 el resultado final del proyecto implementado en el centro de cuidado del Adulto Mayor. Luego se procederá a describir cada módulo y los dispositivos eléctricos que contiene.



Figura 74: Implementación del proyecto en el centro de cuidado del Adulto Mayor.

Referencia: Foto tomada por Autor.

El módulo central tiene los siguientes elementos un Router, un módulo GSM, un módulo indicador de alarma y la fuente de alimentación como se observa en la Figura 75.



Figura 75:Elementos del módulo central.

Referencia: Foto tomada por Autor.

El módulo de indicador de alarma está compuesto por, un led indicador de falla, un led indicador de caída, un Zumbador que es el que emite la señal auditiva, un botón que permite apagar la señal auditiva y un Conector Ethernet RG45 como se puede mirar en la Figura 76



Figura 76:Elementos del módulo indicador de alarma.

Referencia: Foto tomada por Autor.

El módulo sensor cuenta con un sensor de aceleración, sensor de impacto, arduino nano, módulo WI-FI, señal auditiva(zumbador), botón de apagado (este botón permite apagar la alarma cuando se ha generado una caída), una batería de lipo y todos estos elementos están ubicados en un arnés de pecho como se observa en la Figura 77.

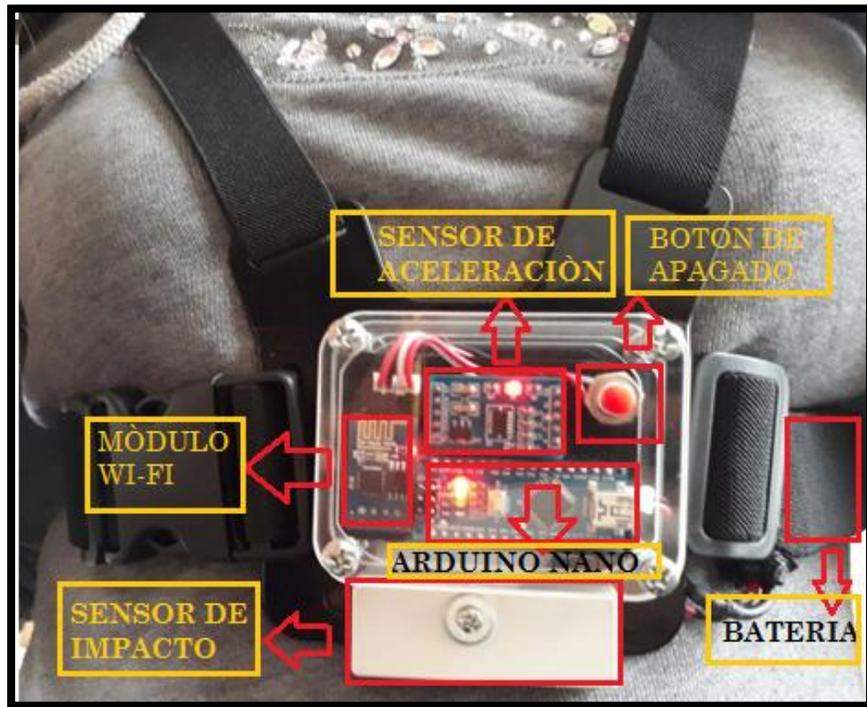


Figura 77. Diseño final del módulo sensor

Referencia: Foto tomado por autor.

Se procede a realizar la colocación del dispositivo en el adulto mayor con las siguientes características:

- Paciente: María Rosario Cervantes Vergara
- Posee una edad de 87 años
- Una estatura de 1,69
- Tiene enfermedades de, sordera, problemas visuales, osteoporosis.

En la Figura 78 se observa que el adulto mayor se encuentra en diferentes posiciones (posición sentada, parada, acostados). Demostrando que el sistema no genera alerta de caídas en estas posiciones, porque los sensores al comparar los datos generados con los datos definidos como caídas y al no encontrarse en este rango no se enciende ningún tipo de alerta o alarma.



Figura 78 Adulto Mayor Posición a) Sentada b) Parada c) Acostada

Referencia: Fotos tomadas por Autoría

En las posiciones antes mencionadas, el sistema funciona correctamente demostrando que en estos lugares como son en su cama al estar acostados, en una silla al estar sentados, al

caminar y al estar en constante movimiento o no estar en movimiento no se activaran las alarmas. En la Figura 79 se observa el estado de los dispositivos que se encuentran en el módulo sensor y en el módulo central demostrado que no existe un caído en donde el led indicador de caída, los zumbadores están apagado. También el servidor Web indica al usuario que no existe una caída como se puede ver en la Figura 65.

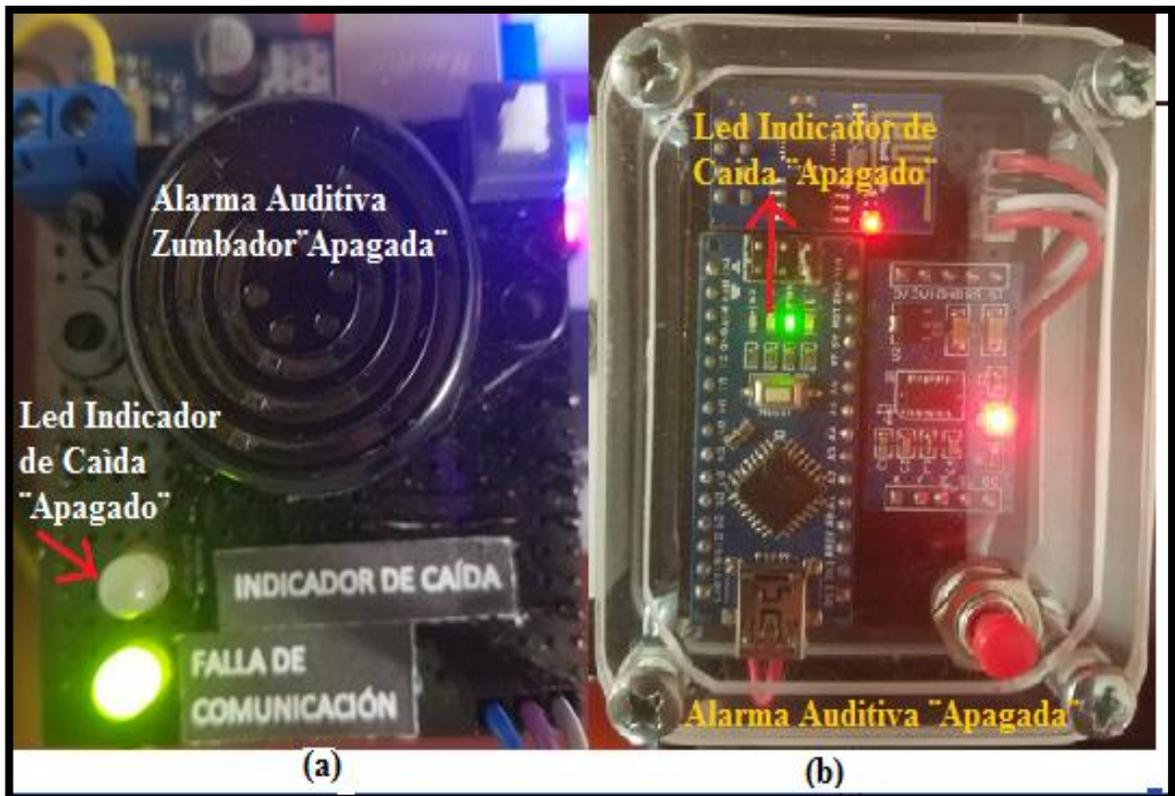


Figura 79: No existe una caída (a) Módulo Central (b)Módulo Sensor.

Referencia: Foto tomada por el Autoría

En la Figura 81 se observa que el adulto mayor ha sufrido una caída por este accidente se activan la alarma principal y una la alarma secundaria indicando a las personas encargadas o geriátricos que se debe atender de forma inmediata a la persona que sufrió este incidente antes que las lesiones causada por la caída empeore.



Figura 80. Adulto Mayor Caída

Referencia: *Autoría*

En la Figura 81 se observa las alarmas que se generan cuando se produce una caída en el adulto mayor, donde el “led de indicador de caída” generando una luz roja, también se encenderá las alertas auditivas(zumbadores) del módulo central y del módulo portátil, el servidor web indica que existe una caída y se enviará un mensaje de texto al encargado de la institución. También se puede observar en la Figura 66 que el servidor Web modifica la página indicando que una persona sufrió una caída, además se produce el envío de un mensaje de texto como se puede ver en la Figura 73.

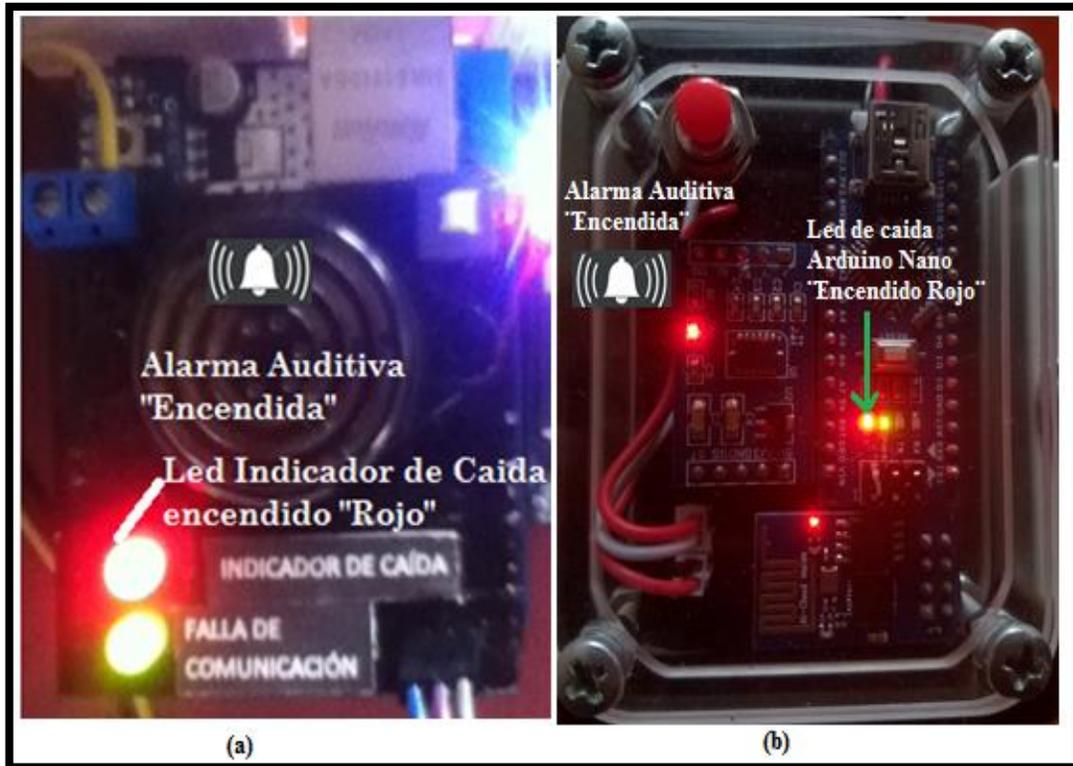


Figura 81. Alarma de caídas (a)Módulo Central, (b) Módulo Sensor

Referencia: Foto tomada por Autoría

Luego de colocar el dispositivo en el adulto mayor se puede concluir que el sistema tiene una detección segura y fiable al momento de emitir las alarmas (caída o falla de comunicación). La información emitida por el sistema es clara, simple, fácil de entender y de usar. Tiene un botón de permite desactivar la alarma generada automáticamente por la caída.

4.5 Análisis consto beneficio

El análisis costo beneficio proporciona una medida de la rentabilidad de un proyecto, mediante la comparación de los costos de los materiales usados con los beneficios esperados en la realización del proyecto.

4.5.1 Costo

En este caso el sistema electrónico de alarma de caídas para adultos mayores a más de generar las señales sonoras, genera alarma externa y visual, que es la característica que lo identifica de diferentes marcas de detectores de caídas existentes en el mercado internacional, que implica que sea un proyecto mayormente complejo con relación a otros.

En la siguiente Tabla 33, se detalla todos los elementos utilizados y su costo especificando el precio final del sistema.

Tabla 33: Costo del sistema

Cantidad	Material	Precio Uni.	Precio Final
1	Arduino Uno	14	14
1	Shield Ethernet	15	15
1	Módulo GSM	40	40
2	Leds	0,1	0,2
2	Zumbadores	0,25	0,5
1	Fuente de voltaje	6	6
1	UPS	30	30
1	Router	25	25
2	Pulsadores	0,3	0,6
1	Arduino Nano	7	7
1	Módulo WIFI	7	7
1	Sensor de Aceleración	8	8
1	Sensor de Impacto	9	9
1	Batería de Lipo	35	35
1	Cargador de batería	40	40
1	Arnés de Pecho	20	20
2	Cajas de Acrílico	15	30
1	Mano de obra	150	150
	Materiales de Oficina	40	40
	TOTAL		477,30

Referencia: Diseño por autor en software Microsoft Excel

Al comparar con marcas de otros equipos, el precio es mayormente elevado, esto se debe a que, los elementos que se utilizan en el sistema de caídas está dado para manejar un módulo sensor y un módulo central, la capacidad de informar a sus familiares que pueden encuentren fuera o dentro del lugar donde sucedió el accidente, tener acceso remotamente adentro de la institución indicando del estado del sistema, es muy seguro porque funciona en todo momento así se genere cortes de luz el detector de caídas seguirá funcionando y no necesita de un botón para ser activada la alerta es un prototipo que detecta una caída de manera automática es decir, tiene una gran capacidad, al contrario de los detectores comunes que ofrece el mercado.

Por ejemplo, se puede citar los siguientes equipos existentes en el mercado que se encargan de la detección de caídas:

MCT-241MD detector personas caídas

Es un detector de caídas para personas es muy fácil de utilizar y de instalar, debe tener una línea de vista para poder detectar una alerta de caída y sobre todo es solo para una habitación si se desea implementar en otros lugares se deberá poder más sensores en la Figura 82 se puede observar el sensor.



Figura 82:Detector personas caídas

Referencia: <http://www.domodesk.com/mct-122-detector-personas-caidas-hombre-muerto-proteccion>

Características:

- Trabaja con batería de 3V
- Actúa como un botón manual de emergencia o un detector automático de caída o dispositivo de hombre muerto
- Incluye cordón para el cuello con una función de mecanismo de liberación de seguridad y clip de cinturón
- Consumo de corriente 10mA
- Alarma Sonora
- Es inalámbrico
- Precio 163,63

OPTISCAN alarma prevención caídas cama

Optiscan una protección segura sin ser rígida para el anciano, especialmente indicada para personas con Alzheimer o demencia senil con tendencia a la deambulación, es capaz de detectar el movimiento y el calor corporal, para mandar una señal al receptor, en el momento en que el paciente se dispone a incorporarse y bajar de la cama como se puede observar en la Figura 83.



Figura 83: Detector personas caídas

Referencia: <http://www.domodesk.com/mct-122-detector-personas-caidas-hombre-muerto-proteccion>

Características:

- De muy fácil instalación
- Usa tecnología de infrarrojos,
- Prevenir las caídas de la cama en paciente
- Registra (en un ángulo de 90 grados y una distancia de unos 7 metros) el movimiento del paciente que intenta salir de la cama.
- La señal de alarma se transmite al receptor o al sistema de llamadas de la enfermería.
- Libertad de movimientos sin restricciones ni sujeciones físicas.
- Comporta una mayor sensación de seguridad.
- Precio 153

Como se indicó anteriormente, el precio del sistema electrónico de alarma de caídas para adultos mayores, tiene más complejidad y mayor robustez debido a las características que contiene, lo cual es de suma importancia tener un sistema seguro, confiable y fiable que se pueda controlar la asistencia inmediata que brinden los auxiliares de geriatría al momento que un adulto mayor sufrió una caída, no se necesita que pase de 10 a 15 minutos o más tiempo para ser atendido, donde este tiempo es primordial para que sus lesiones causadas no sean mayores y pueden llevar hasta la muerte de la personas, además no existirá situaciones de falta de atención médica a tiempo, y sobre todo que los familiar tengas conocimiento de este accidente.

El precio total del sistema de 452,3 dólares el mismo que no se representa como un costo sino a manera de una inversión que beneficia a los adultos mayores para mejorar la calidad de vida, este valor es menor al que se debe pagar cuando un adulto mayor sufre una caída y no es atendido a tiempo causando lesiones muy graves y muy costosas al momento de recuperarse, como operaciones de cadera que posee un valor total de 9.000 dólares, luego de la operación se debe realizar la rehabilitación que tiene un precio de 500 dólares, estos valores cobran en la clínica Salud Familiar

ubicada en Quito. También existe lesiones de menor grado que tiene un valor de 500 dólares.

4.5.2 Beneficios

El sistema electrónico de alarma de caídas para adultos mayores beneficia al centro de cuidado “San Martín” actualmente no existe un método que permita alertar a las asistentes geriátricas o saber si se ha producido un accidente de caída, al implementar este proyecto se produce una alarma avisando que existe una caída del adulto mayor, generando una atención inmediata de los geriátricos al adulto mayor accidentado, este tiempo es esencial porque se puede prevenir lesiones graves. También fortalece la atención y cuidado que brinda la institución a los adultos mayores.

En el Plan Nacional del Buen Vivir 2013-2017 en el objetivo 2 en el ciclo de vida, expresa que solo el 30% de los adultos mayores cuentan con la asistencia de una persona para su cuidado; que por lo general son sus hijos, esposos, nietos, etc. Solo el 36,5% cuenta con asistencia para su cuidado, el 14,7% viven solos y el 14,9% abandonados (Plan Nacional del Buen Vivir , 2013). Al tomar en cuenta estas cifras se desea ayudar a estas personas para que sean atendidos a tiempo al momento de una caída y a su vez mejorar la calidad de vida del paciente, que se sientan seguros de que si en algún instante sufren una caída sus familiares serán informados inmediatamente. El sistema fue diseñado para ser instalado en cualquier lugar (casas de cuidado del adulto mayor, hogares que se encuentren en la zona rural o urbana el único requisito es tener una toma corriente).

4.5.2.1A los adultos mayores.

Beneficia a los adultos mayores porque en la situación actual del Ecuador, como se expresa en el Plan Nacional del Buen Vivir 2013-2017 en el objetivo 2 en el ciclo de vida que en el Ecuador existe 940 mil adultos mayores, que anualmente fallecen

alrededor de 34 mil, a causa de sus enfermedades, negligencia médica, abandono, por accidentes de caídas y por no ser atendidos a tiempo (Plan Nacional del Buen Vivir, 2013). Con el sistema desarrollado se desea disminuir el número de personas muertas por no ser atendidas a tiempo al momento de una caída, debido a que sus lesiones con el transcurso de los minutos pueden empeorar y causar hasta la muerte.

4.5.2.2A los familiares

Los familiares se benefician de este proyecto cuando un adulto mayor se cae y no es atendido a tiempo, las lesiones causadas son más graves y tiene que ser hospitalizados, operados y tener muchos más cuidado por sus golpes generados y todos estos gastos deben correr los familiares. El prototipo planteado será un mecanismo de prevención a situaciones extremas, su atención será inmediata, las heridas causadas por las caídas no empeoraran, no se necesita ir a un hospital o ser operados y por tal motivo se tendrá un ahorro económico considerable. Otro beneficio es que los parientes de los adultos mayores podrán conocer que su familiar sufrió una caída y que es atendido a tiempo.

4.5.2.3Al país

En la actualidad existe una demanda muy grande de adultos mayores que son atendidos en instituciones públicas y privadas como explica el Plan Nacional del Buen Vivir 2017-2018 en el ciclo de vida que tan solo el 27,7% de las personas adultos mayores son cubiertas por el seguro social, que el 89% de estos es de orden público. El 69% de los adultos mayores han requerido atención médica los últimos 4 meses, mayoritariamente utilizan hospitales, subcentros de salud. El 28% de los casos son ellos mismos los que se pagan los gastos de la consulta médica, mientras que en un 21% los paga el hijo o hija. (Plan Nacional del Buen Vivir , 2013). Al implementar el sistema el país ahorrara dinero al disminuir la atención que se brinda a los adultos mayores, debido que no serán hospitalizados, sus lesiones y fracturas no serán muy graves y el porcentaje de muertes por una caída será menor.

En el Plan Nacional del Buen vivir Objetivo 11.4 expone que se debe desarrollar y fomentar la formación, la investigación científica y la innovación tecnológica (Plan Nacional del Buen Vivir, 2013). Por lo que este proyecto contribuye a las investigaciones de nuevas tecnologías en el Ecuador, en la actualidad en el país no existe ningún proyecto que permita tener una alarma al momento que un adulto mayor cae. También se está generando un servicio técnico que se lo puede implementar en cualquier lugar, ya sea una institución pública o privada o en una casa, que cuente con cobertura de una red inalámbrica.

Con la implementación de este proyecto se tiene un ahorro considerable que al momento que el adulto mayor sufre una caída y debe ser operado por las lesiones causadas al no ser atendido a tiempo, los valores de estas operaciones son muy altas y tomando a consideración que existen adultos mayores que se caen una, dos hasta tres veces en el año se considera que el precio se duplica o hasta se triplica. Por este motivo el costo del sistema es menor al precio de curaciones, este proyecto es muy factible porque ayuda a mejorar la calidad de vida de los adultos mayores.

5. Capítulo V

5.1 Conclusiones

- Se realizó el diseño e implementación del sistema electrónico de alarma de caídas para adultos mayores del centro de cuidado “San Martín, con lo que se cumple el objetivo principal de este proyecto, el cual tiene como propósito mejorar la asistencia inmediata a los adultos mayores luego de generarse una caída.
- La alarma del sistema se genera en modo auditivo y visual, activándose cuando el módulo sensor presenta cambios en los datos emitidos por los sensores.
- Una vez finalizadas las pruebas de funcionamiento del sistema de caídas se obtiene un bajo consumo de energía, con un mínimo impacto ambiental el cual hace que sea una alternativa idónea para dar soluciones a problemas específicos.
- El sistema tiene un bajo consumo de energía, con un mínimo impacto ambiental el cual hace que sea una alternativa idónea para dar soluciones a problemas específicos.
- Después del análisis el costo final del sistema electrónico de alerta de caídas es una inversión justificada, porque ayuda y beneficia a los adultos mayores, a las instituciones, a los familiares por lo tanto se mejora la calidad de atención brindada al momento de sufrir una caída.
- El sistema de caídas presenta una corrección de errores cuando el módulo central no se conecta con el módulo sensor notificando alarmas visuales y auditivas.

5.2 Recomendaciones

- Es necesario tener siempre conexión de red para que el sistema funcione correctamente y no tenga fallas ya que el mismo funciona mediante comunicación wifi.
- Es necesario tener una cuenta todas las variables que se presenten en el transcurso de la elaboración del sistema y poder solucionarlas.
- Se debe tomar en cuenta antes se adquiere una batería de Lipo el voltaje, la corriente que tiene. Si estas características pueden alimentar al proyecto y hacer que todos los elementos eléctricos funcionen correctamente y a su vez conocer el tiempo de duración de la misma.
- Se recomienda realiza más proyectos que ayuden a mejorar la calidad de vida de las personas.
- Al momento de realizar la implementación del sistema electrónico de alarma de caídas en los adultos mayores, se obtuvo un problema del módulo sensor en donde los sensores detectaban como caída al caminar y al acostarse, se procedió a la corrección de este error para establecer un rango idóneo para que los sensores no detecten como caída en estas posiciones y el sistema funcione correctamente
- Se debe contratar un plan de mensajes de texto a la tarjeta SIM que se encuentra en el módulo GSM para que este puede enviar SMS al momento que se produce una caída.

- Se debe dar mantenimiento al sistema por lo menos una vez al año o cuando se necesite configurar o cambiar el número del teléfono que recibe el mensaje informando que se ha producido una caída o cuando se desea cambiar el nombre de la persona que va a usar el prototipo, se recomienda llamar a la persona que instalo.
- Se tomó en cuenta al momento de realizar el diseño del sistema que el proyecto pueda ser instalado y que funcione en cualquier entorno (casa hogar o institución gerontológicos, o domicilio), que lo único que se debe tener para su instalación y buen funcionamiento es una red local la misma que permita a los módulos comunicarse de manera inalámbricamente y que tenga energía eléctrica.
- Se debe incrementó una fuente de alimentaciones externa en el módulo central por seguridad y prevención a los cortes de energía eléctrica que pueden causar que el sistema se apague y deje de funcionar. Esta fuente permite alimentar el módulo central siempre.

REFERENCIAS

LIBROS:

- Aakvaag, N., & Frey, J.-E. (2006). Redes de sensores inalámbricos. *ABB*, 39-41.
- Abramson, N. (1970). THE ALOHA SYSTEM-- Another alternative for computer communications . *AFIPS '70 (Fall) Proceedings of the November*, 281-285.
- Alcalde, P. (2010). *Electronica Aplicada*. Madrid: Paraninfo, S.A.
- Albán, P., Sansó, F. J., & Díaz Canel, A. M. (2007). Envejecimiento poblacional y fragilidad en el adulto mayor . *Revista Cubana de Salud Pública*, 33.
- Aranibar, P. (2001). *Acercamiento conceptual a la situación del adulto mayor en América Latina*. Santiago de Chile: CEPAL.
- Areny, R. P. (2006). *Instrumentos Electrónicos Básicos*. Barcelona, España: Carles Parcerisas.
- Artero, Ó. T. (2013). *Arduino Curso Práctico de formación*. Madrid- España: Alfaomega.
- Baronti, P., Prashnt, P., & Vince, W. (2007). Wireless sensor networks: A survey on the state of the art and the 802.15.4 and ZigBee standards. *Wired/wireless Internet Communications*, 1655-1695.
- Boylestad, R. (1997). *ELECTRÓNICA: TEORÍA DE CIRCUITOS*. Naucalpan de Juárez: Hall Hispanoamericana S.A.
- Brent, M., & Chatschik, B. (2001). *Bluetooth revealed: the insider's guide to an open specification for global wireless communication*. New Jersey: Saddle River.
- Celada-Funes, E., Román, D., Asensio, M., & Beferull, B. (2014). A reliable CSMA protocol for high performance broadcast communications in a WSN. *Ad Hoc and Sensor Networking Symposium*, 473-484.
- CISCO. (2014). *DISEÑO DE REDES INALÁMBRICAS*. CISCO.

- Cogdell, J. (2000). *Fundamentos de electrónica*. Hall, 423 páginas.
- CORPORATION, A. (2015). *ATMEL 8-BIT MICROCONTROLLER DATA SHEET*. AVR.
- Desarrollo, S. N. (15 de Febrero de 2016). *BUEN VIVIR PLAN NACIONAL* .
Obtenido de <http://www.buenvivir.gob.ec>
- Flores, E. (2015). SISTEMA DE MONITOREO DE RITMO CARDÍACO (S.M.R.C.) PARA. Ibarr
- Gac Espinola, H. (2010). CAÍDAS EN EL ADULTO MAYOR. *BOLETÍN DE LA ESCUELA DE MEDICINA UUNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE*.
- ISO/IEC/IEEE. (2011). *Systems and software engineering -- Life cycle processes -- Requirements engineering*. Switzerland.
- Montero, I. B. (2014). *Montaje y Mantenimiento de Sistemas y Componentes Informaticos*. Madrid: Paraninfo.
- Mean Well. (2011). "RS- 25 series". En *25W Single Output Switching Power Supply* (págs. 1-2).
- Plan Nacional del Buen Vivir . (2013). Objetivo 2 . En P. N. Vivir, *Auspiciar la igualdad, la coherencia la inclusión y la equidad social y territorio en la diversidad* (págs. 8-10). Quito .
- Tropea, S., & Caruso, D. (s.f.). MICRONCONTROLADOR COMPATIBLE CON AVR, INTERFAZ DE DEPURACIÓN Y BUS WISHBONE. *Electrónica e Informática*.

LINKOGRAFIAS:

- ACTUAL, S. (15 de Febrero de 2016). Obtenido de SALUD ACTUAL GERIATRÍA:
http://www.saludactual.cl/geriatria/enfermedades_mas_comunes_tercera_edad.php

- *ASUS PERU*. (s.f.). Obtenido de ventas@asusperu.com
- Arduino. (7 de Agosto de 2015). *Arduino*. Obtenido de <https://www.arduino.cc>
- Buelvas Bermúdez, J. (05 de Noviembre de 2012). <http://es.slideshare.net/>. Obtenido de <http://es.slideshare.net/johnbuber/todo-sobre-impresora-laser-y-sus-partes>
- Cabrera, A. &. (2014). *Universidad del Azuay*. Obtenido de <http://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/3610/1/10292.pdf>
- Cherres, F., Eugenio, D., & Orozco, h. (2010). *Circuito Integrados*. vier 16: Noviembre.
- construyasuvideorockola. (20 de Marzo de 2011). *construyasuvideorockola*. Obtenido de http://construyasuvideorockola.com/fabricacion_impresos_03.php
- Cotamo, C., Martinez, L., Guzman, N., & Rincon, S. (19 de Abril de 2010). <http://es.slideshare.net/>. Obtenido de <http://es.slideshare.net/esfabimupa/impresoras-laser?related=1>
- DMEDICINA. (15 de Febrero de 2016). Obtenido de DMEDICINA: <http://www.dmedicina.com/enfermedades/musculos-y-huesos/artrosis.html>
- Electronics, D.-k. (4 de Agosto de 2015). *Digi-key Electronics*. Obtenido de <http://www.digikey.com/>
- Electro Fat Cats Podcast. (Mayo de 2015). *Electro Fat Cats Podcast*. Obtenido de <http://frecuenciax.com/electrofatcats/>
- Forza Power Technologies. (17 de 02 de 2014). *Forza Power Technologies*. Obtenido de dep://www.forzaups.com/ec/downloads/dl/file/id/178/nt_761_ds_spa_hr_05_03_2012.pdf
- HEWLETT PACKARD ENTERPRISE. (2016). *Copyright 2016 HP Development Company, L.P.* Obtenido de http://www8.hp.com/ec/es/products/oas/product-detail.html?oid=4080236&jumpid=reg_r1002_eces_c-002_title_r0001

- Hinostroza, T. (13 de Junio de 2013). *Blog de tito Hinostroza*. Obtenido de <http://blog.pucp.edu.pe/blog/tito/category/electronica/>
- INEC. (2015). *INEC*. Obtenido de <http://www.inec.gob.ec>
- LINIO. (2006). Obtenido de <https://www.linio.com.ec/p/impresora-multifuncional-epson-l555-negro-s0k96w>
- Mariano. (Mier 15 de Junio de 2011). <http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/>. Obtenido de <http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/2011/06/baquelita.html>
- *Mercado Libre*. (20 de Enero de 2016). Obtenido de http://articulo.mercadolibre.com.ve/MLV-463512124-papel-transfer-circuitos-impresos-paquete-de-20-_JM#redirectedFromParent
- Raymond, E. S. (03 de Junio de 2012). *Que Es Hackear(Que Es El Hack)*. Obtenido de <http://www.taringa.net/posts/apuntes-y-monografias/14941328/Que-Es-Hackear-Que-Es-El-Hack.html>
- Romero, M. (25 de Noviembre de 2009). *Slideshare*. Obtenido de <http://es.slideshare.net/hack32/cul-es-el-metodo-mas-sencillo>
- ScanSource. (2016). *PANDAID, Soluciones*. Obtenido de <http://www.pandaaid.com/impresion-de-transferencia-termica-vs-termica-directa/>
- Social, M. d. (15 de Febrero de 2016). *Ministerio de Inclusión Económica y Social*. Obtenido de <http://www.inclusion.gob.ec/aseguramiento-para-la-seguridad-social/>
- SparkFun. (15 de Febrero de 2016). *SparkFun*. Obtenido de <https://www.sparkfun.com>
- Starkebaum, G. A. (15 de Febrero de 2016). *MedlinePlus*. Obtenido de <https://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/ency/article/001243.htm>
- Torres, H. (2015). Obtenido de hetpro-store: <http://hetpro-store.com>

GLOSARIO DE TEMINOS

- **Aislante:** Material no conductor de cargas

- **BCD:** Significa decimal codificado en binario

- **Demográfica:** Estudio estadístico de la población de un país o ciudad.

- **Derrame articular:** Cuando hay acumulación de líquido excesivo en la articulación..

- **Eagle:** Easily applicable graphicable layout editor o Editor de diseño

- **EEPROM:** Electrically Erasable Programmable Real- Only Memory es una memoria que puede ser programada, borrada y reprogramada eléctricamente.

- **Epidemiológicos:** Es una disciplina científica que estudia la frecuencia , los factores determinantes, las predicciones y el control de los factores relacionados con la salud y con las distintas enfermedades existentes en poblaciones humanas definidas.

- **Geriatra:** Es una rama de la medicina que atiende a los ancianos o adultos mayores.

- **Homogeneizar:** Hacer que una cosa sea homogénea igualando o haciendo uniformes los elementos que la componen.

- **I2C:** Significa Inter-Integrated Circuit es un bus serial de datos.

- **ICSP:** Programacion serial en circuitos.
- **INEC:** Instituto Nacional de Estadisticas y Censos.
- **Inflamación en las articulaciones:** Se caracteriza por dolor, hinchazon, calor y limitacion de movimiento.
- **L2CAP:** Logical Link Control and Adaptation Protocolo o Protocolo de control y adaptacion del enlace logico.
- **LiPo:** Abreviatura de Litio y Polimero.
- **MAC:** Media Access Control o Control de acceso al medio.
- **Micro SD:** Formato de tarjeta de memoria flash desarrollada por SanDisk.
- **Morbimortalidad:** Enfermedades causantes de la muerte en determinadas poblaciones.
- **OMS:** Organización Mundial de la Salud.
- **SRSH:** System Requirements Software and Hardare o Sistema de requerimientos de software o hardware.
- **Stakeholders:** Son los interesados como alguien que esta afectado por el proyecto que se desarrolla

- **StSR:** Stakeholder requirements specifications o Requerimientos de las especificaciones de los interesados.
- **SySR:** System Requirements Specifications o Requerimientos y especificaciones del sistema.

- **USB:** Sus siglas significan Bus Universal en Serial.

- **W5100:** Es un controlador 10/100 ethernet con un solo chip y habilitado para internet

- **Wi-Fi:** Wireless Fidelity o tambien Fidelidad inalambrica.

- **WSN:** Wireless Sensor Network o Red Sensor inalambricos.

ANEXO 01: ENTREVISTA

¿Indíquenos brevemente el funcionamiento de la institución para el adulto mayor?

El centro de cuidado San Martín es una entidad privada sin fines de lucro, en donde los familiares pagan al centro por su atención. Se les brinda asistencia médica, también poseen personas auxiliares y ayudantes con amplia vocación y experiencia, dentro de un marco de amor y respeto, capaz de contagiarlos del ferviente deseo de vivir y disfrutar la vida. Este centro ofrece atención permanente para los adultos mayores que viven en el mismo y atención de guardería diaria para los adultos mayores que tiene un horario de 7:00 am a 17:00 pm. También se atiende en su vestimenta, limpieza, higiene y atención personal en la alimentación nutrición balanceada. Posee un ambiente familiar, enfermería 24 horas, terapia ocupacional, actividades recreativas, control de signos vitales, suministración de Medicinas y sobre todo una vivienda adecuada para su desplazamiento.

¿Actualmente cuantas personas son atendidas en el centro (permanentes y guardería) y cuantas son mujeres, hombres y cuál es su edad promedio? Tiene algún registro de las personas que residen en la institución.

Actualmente el centro cuenta con un total de 21 adultos mayores (7 varones y 14 mujeres) atendidos los cuales 19 de ellos viven en del centro y 2 personas son atendidas en guardería. La edad promedio que tiene los adultos mayores de esta institución es de 85 años.

¿Qué actividades realizan los adultos mayores?

En el establecimiento los adultos mayores realizan las siguientes actividades:

- Ejercicios Físicos especiales
- Cumpleaños colectivos
- Juegos Pasivos (Domino, Damas, Cuarenta, Ajedrez)
- Talleres de arte manual

- Actividades espirituales
- Talleres de Música

Para realizar la actividad se les realiza con responsabilidad y controlados para evitar accidentes.

¿Cuál es la posición (acostados, sentado, caminado) que pasan el día los adultos mayores?

Los adultos mayores pasan su mayor parte del día sentados en las sillas en sus sillones de ruedas en los sillones, no les gusta pasar acostados y pocos son los que caminan.

¿Cuáles son las enfermedades que poseen los adultos mayores? Si hay un registro

Tienen diferentes tipos de enfermedades como es sordera, problemas de visión, tienen Alzheimer y poseen artritis. Es por esta razón que todos los adultos mayores consumen fármacos a diario por sus enfermedades. Las enfermedades es una de las causas para producirse accidentes de caídas.

¿Cuántas caídas tiene por mes y cuáles son las principales causas?

Se producen de 2 a 3 caídas por mes aproximadamente, en una misma persona o en diferentes adultos mayores; estas caídas se generan por diferentes factores:

- Por resbalón al caminar en piso mojado, al salir de la ducha y deslizamiento en la silla (de ruedas, de comedor, de sillón de sala de video).
- Al levantarse o ponerse de pie ya sea de su cama, del inodoro, de los sillones y de las sillas.
- Por las enfermedades que tiene por ejemplo la falta de visión, por mareos, también son generadas por los fármacos que los adultos mayores toman todos los días.
- Al caminar porque tienen dificultad ya que algunos necesitan bastón o caminadora o por tropezarse con objetos.

¿En qué lugar se han ocasionado las caídas?

Se han producido en diferentes espacios físicos del centro de cuidado, en los dormitorios, en el baño, en el comedor, en la sala de video, en el patio.

¿Qué tipo de lesión ha producido estas caídas?

Se producen algún tipo de lesión que van desde moderadas a graves como fracturas (cadera, extremidades superiores e inferiores, columna, craneales) y lesiones (de piel, raspaduras) y hasta la muerte.

¿Qué tipo de consecuencias ha causado las caídas?

- **Consecuencia Psicológica:** Después de una caída se producen cambios en los adultos mayores, hay reducción de la movilidad, el dolor por el trauma, el temor a volver a caer o post caída que provoca ansiedad y restricción de actividades físicas, dificultar a realizar actividades cotidianas.
- **Consecuencias Físicas:** Como producto de una caída en los adultos mayores se producen lesiones como se observa en la Figura 35.
- **Consecuencia Económica:** Implica gastos económicos tanto para los familiares del adulto mayor porque deben gastar en sus medicaciones y hospitalización, como para la institución porque el personal de cuidado de los adultos mayores debe ser dedicado especialmente a la mejora del paciente accidentado y esto conlleva a que se requiera de personal especializado y que trabajen más horas.

¿Existe lugares estratégicos donde las personas que trabajan se reúnan?

Si existe dos lugares estrategia en donde todas las personas que pertenecemos o trabajamos en este centro nos reunimos es en el comedor o en la sala de estar.

¿Habría inconvenientes si se genera señales auditivas para generar alertas?

Si existe un problema porque los adultos mayores con una señal auditivo se pondrán nerviosos y mucha perturbación.

ANEXO 02: CÓDIGO HTML

```

<!DOCTYPE html>

<html><head>

<title>Caidas</title>

<style type="text/css">

body{background:#2446B3;}

h1 {color:FBF820; height:90px 90px;font-size:80px; text-align:center    }

h2{color:F5F0F0;height:90px;font-size:27px;text-align:center;}

h3 {font-size:75px;}

p{color:BABCC2;font-size:15px;}

aside{background:#FFFF0B; width:40%;height:227px;float:left;padding:5px;margin-
bottom:10px;padding:20px;

footer{background:#000;color:#fff;clear:both;padding:1px 1px;text-align:center;}

<header><h1> BIENVENIDOS AL S.E.A.C.A.M</h1>

h2>SISTEMA ELECTRÓNICO DE ALARMA DE CAÍDAS PARA ADULTOS
MAYORES DEL CENTRO DE CUIDADO SAN MARTÍN</h2>

</header><section class="main"><font color="F9F905" Face="Catellas">    <h3>NO
EXISTE ALERTA DE CAÍDA</h3></font></section>

<aside><h4> Características del Sistema</h4><ul><li>Usa comunicación inalámbrica</li>
<li>Tiene un módulo Central y un módulo Sensor</li><li>Emite alarma cuando existe caída
</li><li>Emite alarma cuando no existe comunicación entre los módulos</li><li>No es
lavable</li>No puede salir de lugar de instalación</li>    <li>Se recomienda no usar si
tiene hipersensibilidad electromagnética</li></ul></aside>

<footer> <p> Autor:Katherine Izama    Correo:kpizamaf@utn.edu.ec  Tutor:Ing.Omar
Oña</p></footer></body></html>

```

ANEXO 03: FIRMWARE DEL MICROCONTROLADOR ARDUINO UNO

```
#include <SPI.h>

#include <Ethernet.h>

#include <SD.h>

#include <SoftwareSerial.h>

SoftwareSerial mySerial(1, 2); // RX, TX

byte mac[] = {0xDE, 0xAD, 0xBE, 0xEF, 0xFE, 0xED};

IPAddress ip(192, 168, 2, 105);

IPAddress gateway(192, 168, 2, 1);

IPAddress subnet(255, 255, 255, 0);

EthernetServer server(88);

File archivo;

EthernetClient client;

EthernetClient cliente;

int alerta=0;

int alerta2=0;

int sirena=8;

int ledfalla=5;

int ledfalla2=7;

int ledcaida=2;

int test=1;

int sms=1;

void setup() {
```

```
pinMode(sirena,OUTPUT);  
pinMode(ledfalla,OUTPUT);  
pinMode(ledfalla2,OUTPUT);  
pinMode(ledcaida,OUTPUT);  
Ethernet.begin(mac, ip, gateway, subnet);  
server.begin();  
servidor.begin();  
Serial.begin(9600);  
Serial.println("Initializing SD card...");  
if (!SD.begin(4)) {  
    return; // init failed  
}  
mySerial.begin(9600);  
digitalWrite(sirena,HIGH);  
digitalWrite(ledcaida,HIGH);  
ledrojo();  
delay(1000);  
digitalWrite(sirena,LOW);  
digitalWrite(ledcaida,LOW);  
ledverde();  
cliente.stop();  
client.stop(); }  
void loop() {
```

```

EthernetClient cliente = servidor.available();

if (cliente) {

    boolean currentLineIsBlank = true;

    while (cliente.connected()) {

        if (cliente.available()) {

            char c = cliente.read();

            if (c == '\n' && currentLineIsBlank) {

                if (alerta == 0 && alerta2 == 0) {

                    cliente.println("HTTP/1.1 200 OK");

                cliente.println("Content-Type: text/html");

                    cliente.println();

                    cliente.println("<!DOCTYPE HTML>");

                    cliente.println("<html>");

                    archivo = SD.open("index2.htm");

                    if (archivo) {

                        while(archivo.available()) {

                            cliente.write(archivo.read());

                        }

                        archivo.close();

                    }

                    cliente.println("</html>");

                }

                if(alerta == 2 && alerta4 == 0) {

                    cliente.println("HTTP/1.1 200 OK");

                    cliente.println("Content-Type: text/html");

                    cliente.println("Connection: close");

```

```

        if (c == '\n') { // Si el caracter es un salto de linea:
currentLineIsBlank = true;}

currentLineIsBlank = false; }

        delay(1);

cliente.stop();

    }

If (client) {

    while (client.connected())

    if (client.available()) {

    char e = client.read();

        if (e=="T"){

            test=1;

            e=0;

            client.stop(); }

        if (e=="*"){

            alerta=3;

            if (sms==1){

                smscaida(); }

            e=0; }

        if (e=="#"){

            alerta=0;

            e=0;

            sms=1;

```

```
        client.print("Envio P\r\n");

        client.stop(); // Cierra la conexión. } }

if (test>0){

    ledverde();

    alerta2=0;}

if (alerta2==1||alerta==3){

    digitalWrite(sirena,HIGH);

    }

    if (alerta==1&&alerta3!=1){

digitalWrite(sirena,LOW);

    }

if (alerta==3){

    digitalWrite(ledcaida,HIGH); }

void ledrojo(){

    digitalWrite(ledfalla,HIGH);

    digitalWrite(ledfalla2,LOW); }

void smscaida(){

    mySerial.print("AT+CMGS=\"\";\r\n");

    delay(300);

    mySerial.print("\"SISTEMA DE DETECCION\"\r\n");

    mySerial.print("ALERTA CAIDA \r\n");

    mySerial.print("PACIENTE: MARIA ROSARIO CERVANTES VERGARA \r\n");

    mySerial.write(26);
```

ANEXO 04: FIRMWARE DEL MICROCONTROLADOR ARDUINO NANO

```
const int ledPin = 13

int i=0;

int sensor=0;

int cancela=0;

int x;

int y;

int z;

int a = 400;

int b = 100;

void setup() {

  analogReference(EXTERNAL);

  Serial.begin(115200);

  attachInterrupt(0,Senactiva,FALLING);

  attachInterrupt(1,Sendesactiva,FALLING);

  pinMode(ledPin, OUTPUT);

  digitalWrite(ledPin, HIGH);

  delay(800);

  digitalWrite(ledPin, LOW);

  delay(800);

  sensor=0;

  cancela=0;

  Serial1.print("AT+CIPSTART=\"TCP\", \"192.168.2.105\",88\r\n");
```

```
delay(300);

Serial1.print("AT+CIPSEND=1\r\n");

delay(300);

Serial1.print("*"); }

void loop() {

  acelero();

  if(sensor==0){

    activa();

    i=10;

    if(cancela==1){

      desactiva();

      cancela=0;

      i=60;}

    if (i>=60){

      test();

      i=1; }

    void Senactiva(){

      sensor=6; }

    void Sendesactiva(){

      cancela=2; }

  void activa(){

    digitalWrite(ledPin, HIGH);

    Serial.print("*\r\n"); }}
```

```

void desactiva(){
    digitalWrite(ledPin, LOW);

    for (int m=1; m <= 3;m++){

        Serial.print("AT+CIPSTART=\"TCP\"192.168.2.105\",88");

        tiempo();

        Serial.print("AT+CIPSEND=1");

        tiempo(); Serial.print("#r\n");}

void test(){

    Serial.print("AT+CIPSTART=\"TCP\"192.168.2.105\",88\");

    for (int k=1; k<=6;hk++){ tiempo(); }

    Serial.print("AT+CIPSEND=1");

    for (int k=1; k<=6;k++){ tiempo(); }

    Serial.print("j");

    for (int k=1;k<=6;k++){tiempo(); }}

void tiempo(){

for (int j=0; j <= 300; j++){ delay(1); } }

void acelero(){

    x = analogRead(0);

    y = analogRead(1);

    z = analogRead(2);

    if(x<a||x>b){ sensor=1; }

    if(y<a||y>b){ sensor=1; }

    if(z<a||z>b){ sensor=1; }}

```

ANEXO 05: MANUAL DE USUARIO

PROCEDIMIENTOS DE CARGA DE LA BATERIA DE LIPO

BATERIA DE LIPO

Las baterías LiPo NANO TECH es un tipo de batería recargables que se utiliza como fuente de alimentación del módulo sensor como se observa en la Figura 1 tiene dos enchufes: el uno es un JST-XH que es utilizado para conectarse al cargador, el segundo es un XT60 es utilizado para alimentar al módulo sensor.



*Figura 184: Bateria Nano Tech
Referencia: Foto tomado por autor.*

CARGADOR

El cargador SKYRC está diseñado para cargar baterías de LiPo tiene un balance de enchufe: JST-XH para conectar las baterías, un POWER JACK para conectar la fuente de alimentación de CA (Corriente alterna) a 100-240V y leds indicadores como se puede mirar en la Figura 2.

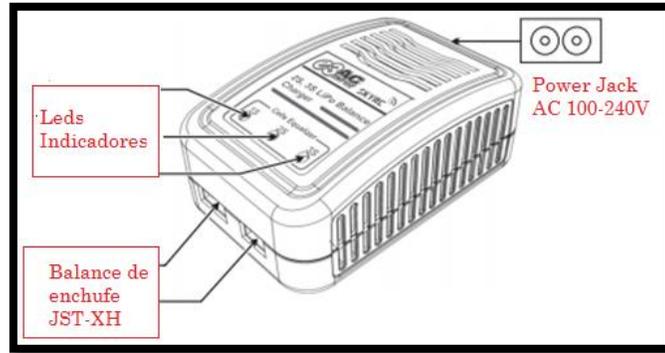


Figura 285: cargador SKYRC

Referencia: Hoja de Datos del Fabricante

1. Inserte el cable de alimentación de CA (Corriente alterna) en el Power Jack del cargador como se observa en la Figura 3.

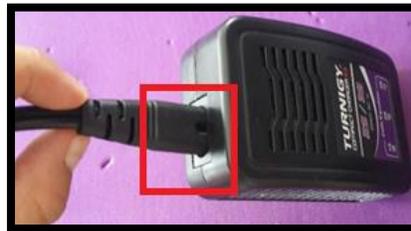


Figura 3: Conectar cable CA al Power Jack

Referencia: Foto tomado por autor.

2. Como se mira en la Figura 4 se inserte el cable de CA en una toma de corriente (100-240V).



Figura 486: Conectar a la toma corriente

Referencia: Foto tomado por autor.

- Al encender a la toma de corriente todos los LED se encenderán en verde y parpadearán en rojo para indicar que el cargador está listo para cargarse (Figura 5).

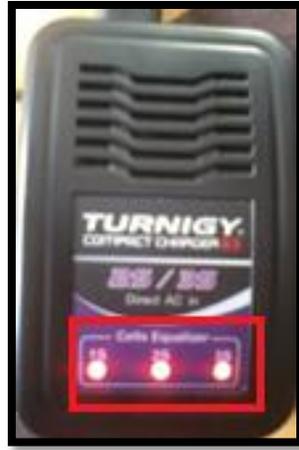


Figura 587: Al encender el cargador

Referencia: Foto tomado por autor.

- Conecte el cable de balance de enchufe: JST-XH de la batería al puerto de equilibrio que está en la parte frontal del cargador, después de 2 segundos, el cargador detecta el voltaje de la batería y empieza a cargarse (Figura 6).

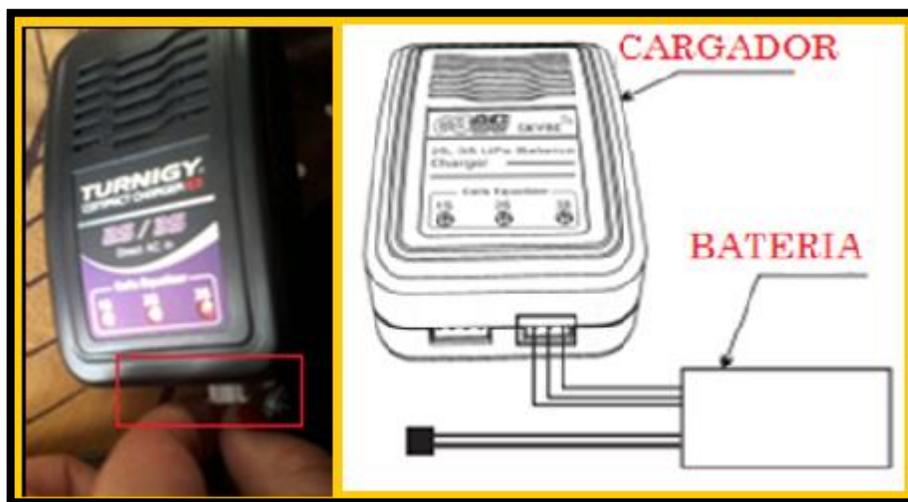


Figura 6: Conexión de la batería al cargador

Referencia: Autor

5. Cuando el cargador comienza a cargarse, los LEDS brillarán constantemente en rojo. Como se puede mirar en la Figura 7, los leds de 1S y 2S brillarán constantemente en rojo.



Figura 788: Inicio de cargado de la batería

Referencia: Autor

6. Cuando la batería está completamente cargada, los LEDS 1S y 2S resplandecerá en verde constante como se observa en la Figura 8.



Figura 889: Batería totalmente cargada

Referencia: Autor

7. Desconecte el cable de balance de enchufe JST-XH de la batería y luego de la toma de corriente (Figura 9).



Figura 9: Desconectar los cables del cargador

Referencia: Autor

Estado de los leds del cargador

En la Tabla 1 se indica el estado de los leds del cargador y que significa cada uno.

Tabla 34: Estado de los leds del cargador

Indicador LED	Estado del cargador
El LED permanece verde y parpadea en rojo	El cargador está listo para cargar.
El LED se ilumina en rojo constante.	El cargador se está cargando.
El LED se ilumina en verde constante.	El proceso de carga termina

Referencia: Hoja de Datos del Autor.

Mensaje de error

Si el cargador encuentra un problema, todos los LED parpadearán en rojo para avisarle de los errores. En este caso, Desconecte el cable de alimentación de la toma de corriente y desenchufe la batería del cargador.

Tabla 35: Mensajes de error

Indicador Led	Causa del error
Todos los LED parpadean en rojo una vez y paran 1 segundo en ciclo.	La batería se conecta incorrectamente.
Todos los LED parpadean en rojo cuatro veces y paran 1 segundo en ciclo.	El cargador encuentra sobrecarga o cortocircuito
Todos los LED parpadean en rojo seis veces y paran 1 segundo en ciclo.	El voltaje de una sola célula es demasiado alto o demasiado bajo
Todos los LED parpadean en rojo dos veces y se detienen durante 1 segundo en el ciclo.	Hay una diferencia de 300mv de voltaje Entre la batería

Referencia: Hoja de datos del Fabricante.

Recomendaciones:

- Si desenchufa la batería durante la carga, el cargador dejará de cargar automáticamente y entrará en estado de espera.
- Si el cargador encuentra sobrecarga o cortocircuito durante la carga, el cargador dejará de cargarse y tres LED parpadearán en rojo.
- El tiempo que dura en cargar la batería es aproximado de una hora.
- El tiempo de descarga de la batería es de un día para este proyecto.
- Cuando la batería este baja o descargada se genera una alarma avisando al usuario.

PROCESO DE CONEXIÓN EL UPS

El UPS (Sistema de Alimentación Ininterrumpida) Forza está diseñada para brindar protección eléctrica al módulo central. Permitiendo brindar seguridad al módulo cuando

exista cortes de luz o fallas del suministro de eléctrico, por su batería interna los dispositivos tendrán energía eléctrica en todo momento.

1. Conecte el cable de alimentación del UPS a una toma de corriente (110v) como indica la Figura 10.



Figura 10: Conectar el cable de alimentación del UPS

Referencia: Autor

2. Procede a oprimir el botón de encendido (Se ilumina el led azul cuando se prende la unidad) como se observa en la Figura 11.

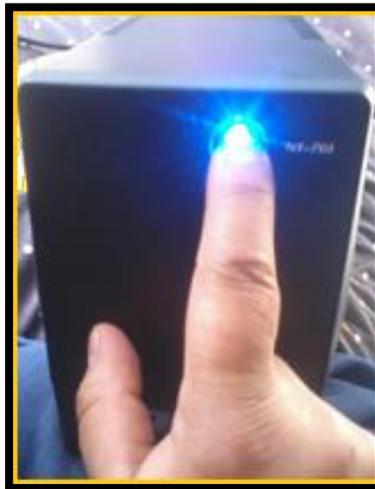


Figura 11: Botón de encendido el UPS

Referencia: Autor

Estado del UPS

En la tabla siguiente se indica el estado de los leds y las alarmas auditivas del UPS, en qué modo se encuentra y que significa cada uno.

Tabla 3: Estado del UPS

Indicador	Modo	Función
LED Azul iluminado	Modo Normal	El suministro de corriente es normal
LED Azul intermitente y Alarma auditiva	Modo de Batería	Debido a una falla en el suministro eléctrico, la UPS está utilizando la carga de batería y emite una señal alarma audible una vez cada 10 segundos.
Alarma auditiva	Bajo Voltaje de la batería	Cuando está en modo de batería y la carga comienza agotarse emite una alarma auditiva una vez cada 1 segundo
Alarma auditiva	Sobrecarga	Cuando la UPS esta sobrecargada emite una señal de alarma audible una vez cada 0,5 segundos para advertir sobre tal condición
Alarma Auditiva	Falla	Genera una señal audible constante cuando el UPS detecta alguna falla

Referencia: Hoja de datos del Fabricante

PROCESO DE CONEXIÓN DEL MÓDULO CENTRAL (ESTACIÓN BASE)

El módulo central cuenta con un Router, un módulo GSM, un módulo indicador de alarma y la fuente de alimentación (Figura 12).

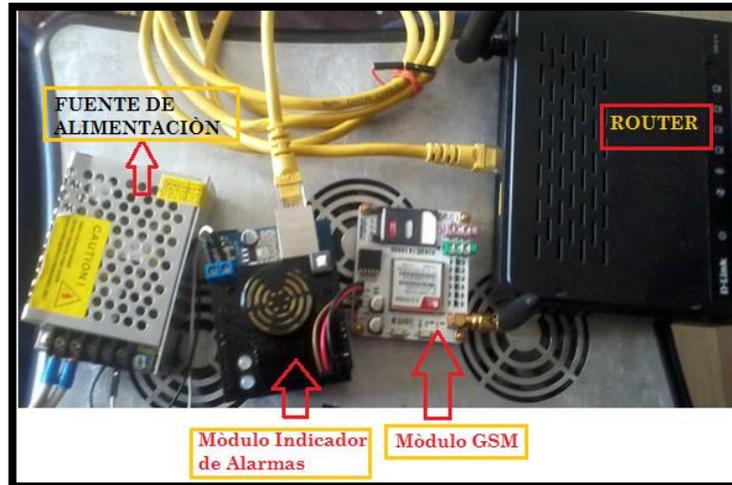


Figura 12: Elementos del módulo central

Referencia: Autor

El módulo de indicador de alarma está compuesto por, un led indicador de falla, un led indicador de caída, una Zumbador que es el que emite la señal auditiva, un botón que permite apagar la señal auditiva y un Conector Ethernet RG45 como se puede mirar en la Figura 13.

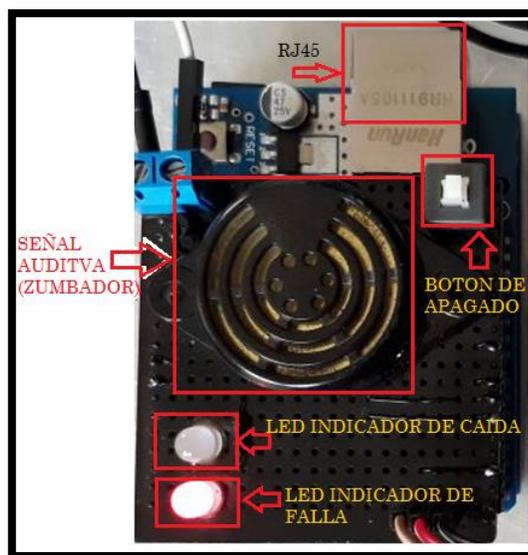


Figura 13: Elementos del módulo Indicador de alarma

Referencia: Autor

1. Como se mira en la Figura 14, conecte mediante un cable RJ45 del Router a la ranura del Shield Ethernet.



Figura 14: Conexión del Router al Shield Ethernet (Indicador de alarma)

Referencia: Autor

2. Conecte los dispositivos (Router, Fuente de alimentación) en cada uno de los receptáculos ubicados en el panel posterior de la UPS (Figura 15).



Figura 1590: Conexión del Router y Fuente de alimentación al UPS

Referencia: Autor

3. Luego de conectar la fuente de voltaje al UPS verificamos que todos los dispositivos eléctricos estén conectados como se puede mirar en la Figura 16.



Figura 16: Verificación de la conexión

Referencia: Autor

4. Procede a oprimir el botón de encendido (PWR) del Módulo GPS (Se ilumina el led azul y parpadea cada 3s cuando el módulo este encendido) como se observa en la Figura 17.

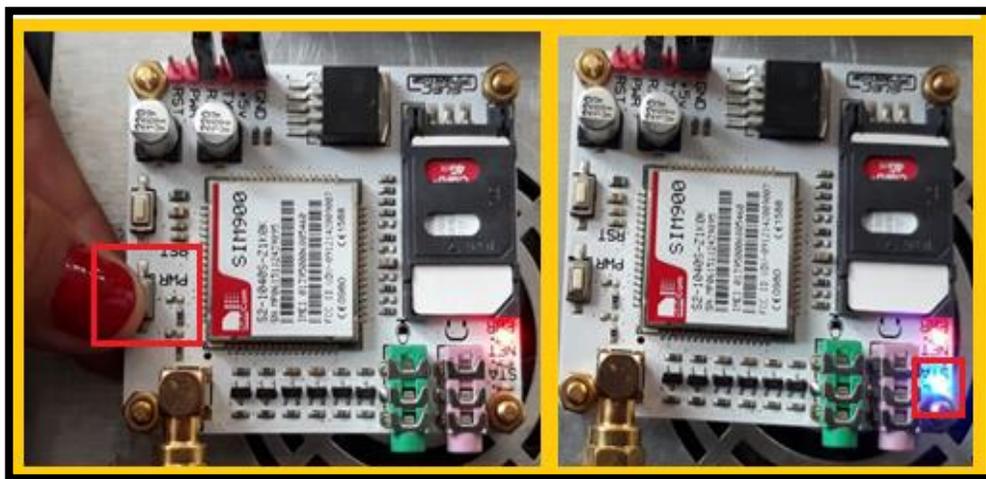


Figura 17: Encendido del Módulo GSM

Referencia: Autor

PROCESO DE CONEXIÓN DEL MÓDULO SENSOR (PORTATIL)

El módulo sensor cuenta con un sensor de aceleración, sensor de impacto, arduino nano, módulo WI-FI, señal auditiva(zumbador), botón de apagado (este botón permite apagar la alarma cuando se ha generado una caída), una batería de lipo y todos estos elementos están ubicados en un arnés de pecho (Figura 18).

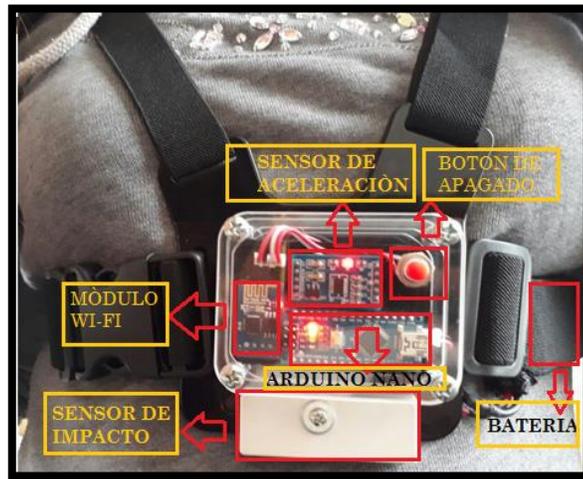


Figura 18: Elementos del Módulo Sensor

Referencia: Autor

1. Conecte el enchufe XT60 de la batería de lipo al módulo sensor como se observa en la Figura 19. Esto se realiza para alimentar al módulo sensor.

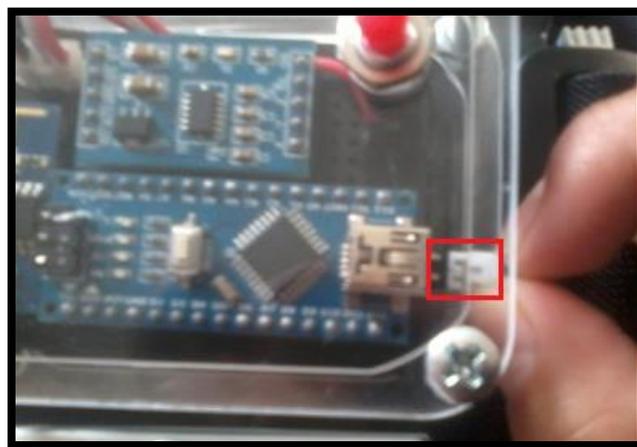


Figura 19: Conexión de la batería al módulo sensor

Referencia: Autor

2. Verifique que los leds se hayan encendido, así como muestra la Figura 20.

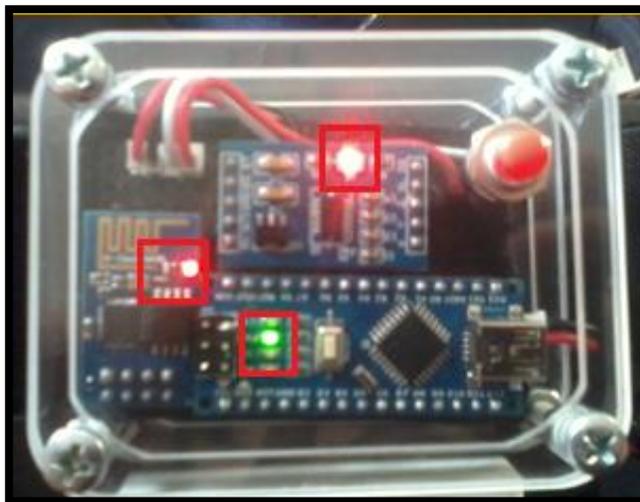


Figura 20: Verificación del encendido de los elementos

Referencia: Autor

3. Coloque el arnes al adulto mayor debajo y encima de una prenda de vestir.



Figura 2191: Colocación del arnés al adulto mayor

Referencia: Autor

PROCESO PARA INGRESAR AL SERVIDOR WEB

Para poder ingresar al servidor Web es necesario tener una computadora la cual puede ser portátil o de escritorio que tenga acceso a la red inalámbrica o cableada, que pueda ingresar a cualquier navegador o explorador Web(Google Chrome, Mozilla Firefox, Internet Explorer, Firefox, Opera, etc.).

1. Encienda la computadora, luego se dirige a la barra de tareas, que encuentra en la parte inferior de la pantalla, posteriormente en la parte derecha encontrara el icono de las conexiones de red hacer click (Figura 22)



Figura 22: Ingrese a la conexión de red

Referencia: Autor

2. Luego del paso anterior se abre una ventana con todos los nombres de diferentes redes, nosotros nos conectaremos a la red que tiene como nombre Tesis AP y pulsamos en conectar (Figura 23).



Figura 23: Conectar a la red Tesis AP

Referencia: Autor

3. Luego del paso anterior nos pedirá una contraseña y escribimos tesis1234 y hacemos clic en el botón siguiente (Figura 24).

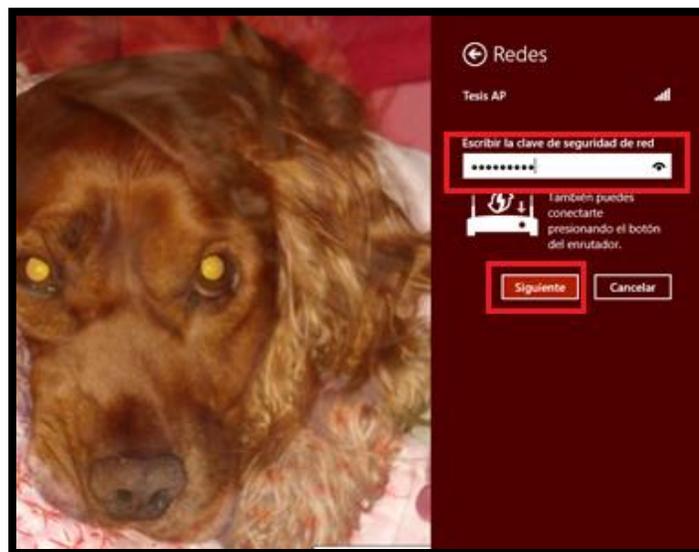


Figura 24: Ingresar la contraseña

Referencia: Autor

4. Ingrese a cualquier navegador y escriba la dirección 192.168.2.105 como se observa en la Figura 25.

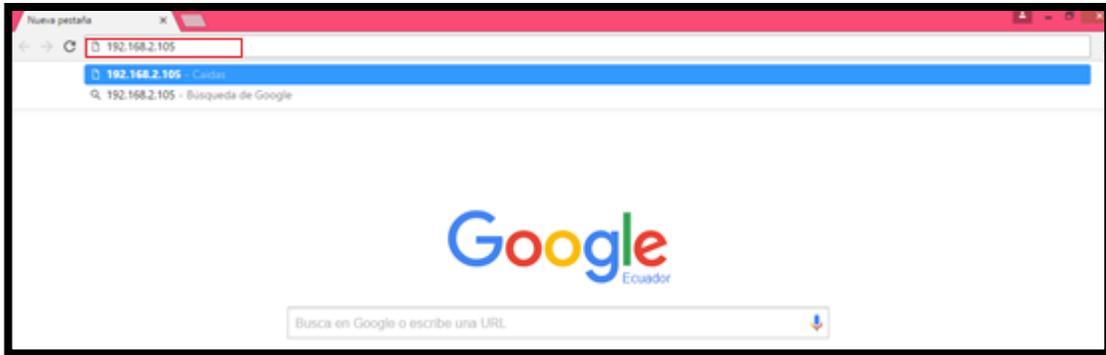


Figura 25: Ingresar la dirección en el navegador

Referencia: Autor

5. Se observa el servidor web (esta página web se modificará automáticamente por sí sola cada 5 segundos, indicando el estado del sistema como se mira en la Figura 26.

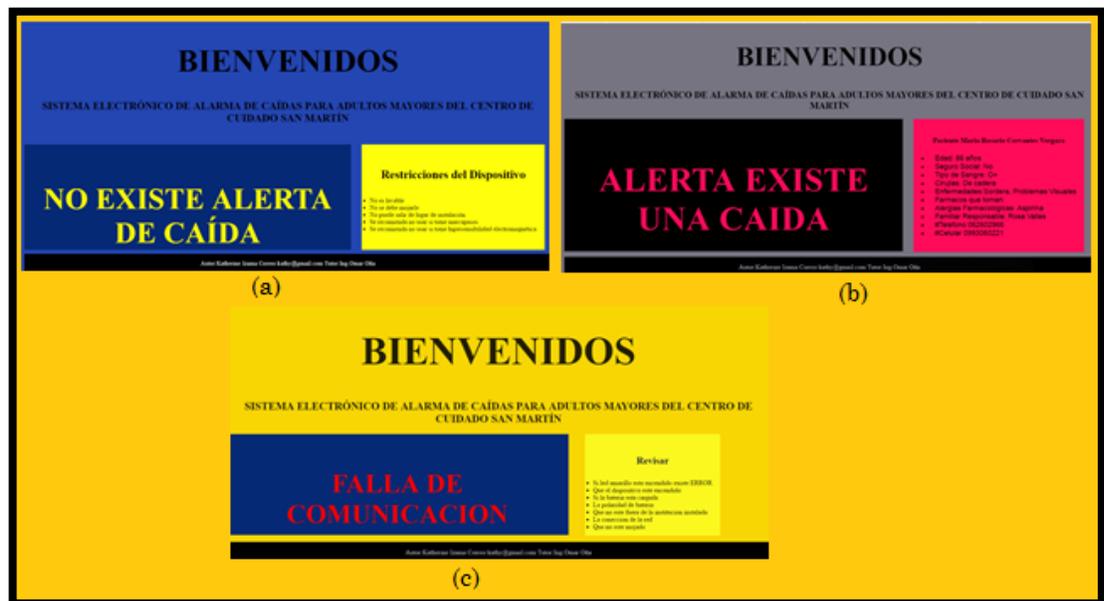


Figura 26: (a) Cuando no existe una alerta de caída, (b) Cuando exista una caída, (c) Cuando existe una falla de comunicación entre el módulo central y el módulo sensor.

Referencia: Autor

ALARMAS

Existen dos tipos de alarmas las cuales son:

Cuando existe una falla en comunicación

Esta alarma se genera cuando no existe una comunicación entre el módulo sensor y el módulo central este problema se puede generar: cuando los módulos no están encendidos, cuando la batería de lipo del módulo sensor este descargado, cuando exista algún problema en la red y cuando exista un problema en los módulos, etc.

1. Cuando exista conexión entre el módulo central y el módulo sensor el “led indicador de falla” genere una luz verde como se puede mirar en la Figura 27.

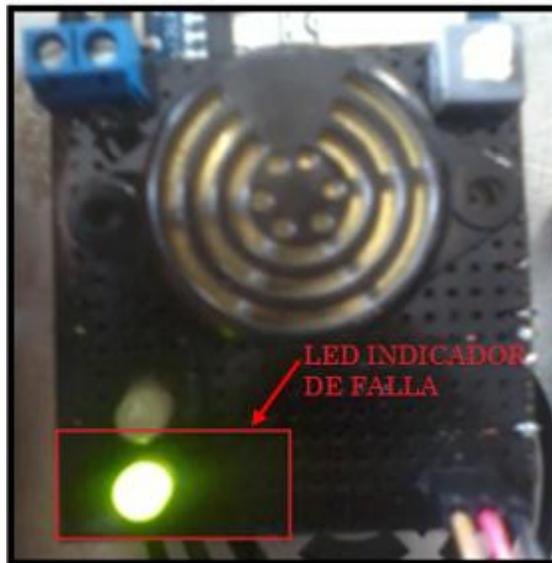


Figura 27: Existe conexión entre los módulos.

Referencia: Autor

2. Cuando no exista conexión entre el módulo central y el módulo portátil el “led indicador de falla” generara una luz roja, se encenderá una alerta auditiva del módulo central y el servidor web indicara falla de comunicación (Figura 28).



Figura 28:(a) Estado del indicador de alarmas (b)Servidor Web

Referencia: Autor

Cuando el adulto mayor sufrió una caída

Esta alarma es encendida cuando el adulto mayor sufrió una caída.

1. Cuando no existe una caída el sistema funciona normalmente no existirá alerta y el servidor web indica que no existe caída, el “led indicador de caída” estará apagado (Figura 29).



Figura 29:(a) Estado del indicador de led, (b)Servidor Web

Referencia: Autor

2. Cuando se produce una caída en el adulto mayor se activara “led de indicador de caída” generando una luz roja, también se encenderá las alertas auditivas del módulo central y portátil, el servidor web indica que existe una caída y se enviará un mensaje de texto al encargado de la institución (Figura 30).



Figura 30: (a)Indicador de led y auditiva encendidos, (b)Servidor Web, (c) Alarma auditiva encendida en módulo sensor, (d)Envío de mensaje de texto

Referencia: Autor

PROCEDIMIENTO PARA DESACTIVAR LA ALARMA

Desactivar la alarma de falla en comunicación

Para desactivar la alarma de fallo de comunicación entre el módulo central y el módulo sensor se debe realizar lo siguiente:

1. Existe un botón en el módulo central en el cual se puede apagar la alarma auditiva que se genera al momento de un fallo de la comunicación o una caída como se puede mirar en la Figura 31. El led indicador de falla y el servidor web no se desactivarán hasta que exista una conexión entre los dos módulos.



Figura 31:Desactivar alarma

Referencia: Autor

Desactivar la alarma cuando el adulto mayor sufrió una caída

Esta alarma se desactivará al momento que cuidador encuentre al adulto mayor que sufrió la caída porque el botón de desactivar se encuentra en el módulo sensor que lleva en su pecho.

2. En el dispositivo que lleva el adulto mayor existe un botón el mismo que debe ser pulsado una vez para pagar la alarma que se generó al momento de la caída. Luego de ser pulsada el sistema pasara ha estado normal (Figura 32).

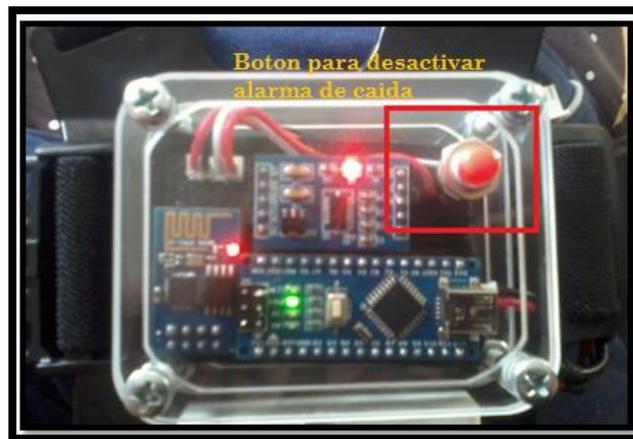


Figura 3292:Desactivar alarma de caída

Referencia: Autor

Recomendaciones

- El sistema no es lavable por lo que no se debe mojarle ni lavarle.
- Se debe tener cuidado al momento de ponerse en el pecho del adulto mayor no sufra un golpe o una aceleración fuerte para que no se active la alarma.
- El arnés debe ser retirado si el adulto mayor va a bañarse o va a salir del área de instalación del sistema.