



CARTA DE AUTORIZACIÓN

CÓDIGO

AP-BIB-FO-06

VERSIÓN

1

VIGENCIA

2014

PÁGINA

1 de 2

Neiva, 19 de Junio de 2019

Señores

CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA

Ciudad

El (Los) suscrito(s):

Giovanny Plazas Lozano, con C.C. No. 1075287605

Jhon Kenedy Córdoba Patiño, con C.C. No.1075289330,

Autor(es) de la tesis y/o trabajo de grado

Titulado: Sistema de monitoreo antirrobo para motocicletas

Presentado y aprobado en el año 2019 como requisito para optar al título de

Ingeniero Electrónico;

Autorizo (amos) al CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN de la Universidad Surcolombiana para que, con fines académicos, muestre al país y el exterior la producción intelectual de la Universidad Surcolombiana, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera:

- Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo de grado en los sitios web que administra la Universidad, en bases de datos, repositorio digital, catálogos y en otros sitios web, redes y sistemas de información nacionales e internacionales “open access” y en las redes de información con las cuales tenga convenio la Institución.
- Permita la consulta, la reproducción y préstamo a los usuarios interesados en el contenido de este trabajo, para todos los usos que tengan finalidad académica, ya sea en formato Cd-Rom o digital desde internet, intranet, etc., y en general para cualquier formato conocido o por conocer, dentro de los términos establecidos en la Ley 23 de 1982, Ley 44 de 1993, Decisión Andina 351 de 1993, Decreto 460 de 1995 y demás normas generales sobre la materia.
- Continúo conservando los correspondientes derechos sin modificación o restricción alguna; puesto que, de acuerdo con la legislación colombiana aplicable, el presente es un acuerdo jurídico que en ningún caso conlleva la enajenación del derecho de autor y sus conexos.

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, “Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores” , los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.

Vigilada Mineducación



CARTA DE AUTORIZACIÓN

CÓDIGO

AP-BIB-FO-06

VERSIÓN

1

VIGENCIA

2014

PÁGINA

2 de 2

EL AUTOR/ESTUDIANTE:

Firma:

Giovanny Plazas L. CC. 1075287605

EL AUTOR/ESTUDIANTE:

Firma:

Jhon Kenedy Córdoba P. 1075289330



**TÍTULO COMPLETO DEL TRABAJO:** Sistema de monitoreo antirrobo para motocicletas

**AUTOR O AUTORES:**

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
Plazas Lozano	Giovanny
Córdoba Patiño	Jhon Kenedy

**DIRECTOR Y CODIRECTOR TESIS:**

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
Quintero Polanco	Jesús David

**ASESOR (ES):**

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
----------------------------	--------------------------

**PARA OPTAR AL TÍTULO DE:** Ingeniero Electrónico

**FACULTAD:** Ingeniería

**PROGRAMA O POSGRADO:** Electrónica

**CIUDAD:** Neiva

**AÑO DE PRESENTACIÓN:** 2019

**NÚMERO DE PÁGINAS:** 129

**TIPO DE ILUSTRACIONES** (Marcar con una X):

Diagramas\_\_x\_\_ Fotografías\_\_x\_\_ Grabaciones en discos\_\_ Ilustraciones en general\_\_x\_\_ Grabados\_\_  
Láminas\_\_ Litografías\_\_ Mapas\_\_ Música impresa\_\_ Planos\_\_ Retratos\_\_ Sin ilustraciones\_\_ Tablas  
o Cuadros\_\_x\_\_



**SOFTWARE** requerido y/o especializado para la lectura del documento: visor PDF

**MATERIAL ANEXO:** ninguno

**PREMIO O DISTINCIÓN** (En caso de ser LAUREADAS o Meritoria):

**PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS:**

<u>Español</u>	<u>Inglés</u>
1. Alertas Silenciosas	Silent Alarms
2. GPS	GPS
3. App móvil	Mobile App
4. Alimentación secundaria	secondary power supply
5. GSM/GPRS	GSM/GPRS
6. Motocicleta	Motorcycle
7. Módulo de comunicación	communication module
8. Ionic framework	Ionic framework

**RESUMEN DEL CONTENIDO:** (Máximo 250 palabras)

Las motocicletas ofrecen al ciudadano promedio economía, practicidad, agilidad y portabilidad; por tales motivos, estas también tienen los mayores índices de robos a nivel nacional, puesto que dichas características ofrecen al delincuente, facilidad de hurtarlas. A causa de lo anterior, el presente proyecto se realizó con el fin de combatir las series de hechos que azota a la comunidad de moteros a nivel nacional. El actual trabajo abarcó la solución del hurto a motocicletas, desde la problemática; desarrollando la metodología de la creación de un nuevo producto. Se implementó un dispositivo basado en alertas silenciosas, que permita al usuario monitorear el estado de quietud de su vehículo independientemente de la distancia que esté presente entre ambos; se integró de igual forma un GPS para corroborar la posición del mismo a partir de alertas o peticiones de ubicación; también mediante la App móvil se hizo un sistema de historial para consultar todas las alertas generadas con su respectiva ubicación, de manera que se conozca en qué fecha y hora sucedió cada



movimiento; para completar, analizando los peores escenarios se incluyó un sistema de alimentación secundaria por si la alimentación desde la batería de la motocicleta falla o es removida por algún factor, brindándole seguridad y confianza a cada lugar que el usuario vaya.

A partir del prototipo final se llevaron a cabo pruebas con resultados satisfactorios en cada una de las funciones que integra tanto el hardware como el software.

**ABSTRACT:** (Máximo 250 palabras)

A Motorcycles offer economy, practicality, agility, and portability to average citizen. Hence, motorcycles have the highest rates of theft in the country. For its characteristics motorcycle is ease for stealing. For that reason, this project was carried out to combat those situations that affects biker community countrywide. This paperwork includes the solution of motorcycles stealing, from the problematic, developing the methodology of creating a new product. A device based on silent alerts which allows the user monitor the state of movement in the vehicle, regardless of the distance between the user and the vehicle. In the same way, a GPS was integrated to bear out the position of it; from alerts or location requests. Also, in mobile app a record system was made to consult all the alerts generated with its corresponding location. So that, the user can explore the date and the time of each movement. Finally, analyzing the worst scenarios, a secondary feeder was included in case the power supplied from the motorcycle's battery fails or is removed for any reason. Bringing security and confident to every place the user goes.

From the final prototype, tests were carried out with satisfactory results in each one of the functions that integrate both the hardware and the software.

**APROBACION DE LA TESIS**

Nombre Jurado: Martin Diomedes Bravo Obando

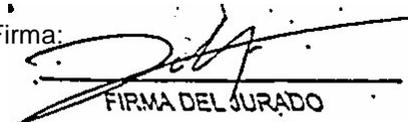
Firma:



FIRMA DEL JURADO

Nombre Jurado: Julián Adolfo Ramírez Gutiérrez

Firma:



FIRMA DEL JURADO

Vigilada Mineducación

**SISTEMA DE MONITOREO ANTIRROBO PARA MOTOCICLETAS**

**Proyecto de grado, para optar por el título de ingeniero electrónico  
Presentado por:**

**JHON KENEDY CORDOBA PATIÑO  
Código: 20122113771**

**GIOVANY PLAZAS LOZANO  
Código: 20122111899**

**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
INGENIERÍA ELECTRÓNICA  
NEIVA – HUILA  
2019**

# **SISTEMA DE MONITOREO ANTIRROBO PARA MOTOCICLETAS**

**Proyecto de grado Presentado**

**por:**

**JHON KENEDY CORDOBA PATIÑO**

**Código: 20122113771**

**GIOVANY PLAZAS LOZANO**

**Código: 20122111899**

**Director propuesto:**

**Ingeniero Jesús David Quintero**

**Presentado a:**

**COMITÉ DE CURRÍCULO**

**PROGRAMA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA**

**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**INGENIERÍA ELECTRÓNICA**

**NEIVA - HUILA**

**2019**

## TABLA DE CONTENIDO

<b>1. RESUMEN</b> .....	<b>7</b>
<b>2. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>8</b>
<b>3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	<b>9</b>
<b>4. JUSTIFICACIÓN</b> .....	<b>10</b>
<b>5. OBJETIVOS</b> .....	<b>10</b>
<b>5.1. OBJETIVOS GENERALES</b> .....	<b>10</b>
<b>5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b> .....	<b>10</b>
<b>6. ANTECEDENTES</b> .....	<b>11</b>
<b>7. MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>12</b>
<b>7.1. SISTEMAS DE COMUNICACIÓN</b> .....	<b>12</b>
<b>7.2. FRAMEWORKS PARA APLICACIONES MÓVILES</b> .....	<b>17</b>
<b>7.3. SISTEMA EMBEBIDO</b> .....	<b>19</b>
<b>7.4. MODULO RELÉ DE UN CANAL ARDUINO</b> .....	<b>20</b>
<b>7.5. SENSOR DE VIBRACIÓN</b> .....	<b>22</b>
<b>8. DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA</b> .....	<b>25</b>
<b>8.1. FASE DE DISEÑO.</b> .....	<b>25</b>
8.1.1. Criterios de Evaluación.....	25
8.1.2. Posibles Soluciones .....	26
<b>8.2. FASE ANALÍTICA CONCEPTUAL</b> .....	<b>39</b>
8.2.1. Elección De Componentes .....	39
8.2.2. Funcionalidades Del Sistema De Seguridad .....	52
<b>8.3. FASE TÉCNICA CREATIVA</b> .....	<b>53</b>
8.3.1. Propiedades Del Sistema De Seguridad .....	53
8.3.2. Tipos De Conexiones .....	53
8.3.3. Boceto del Sistema de Alarma .....	54
8.3.4. Desarrollo Del Prototipo Del Sistema De Monitoreo Antirrobo Para Motocicletas .....	55
8.3.4.1. Hardware .....	55
8.3.4.1.1. Diseño De La Placa Del Dispositivo. ....	61
8.3.4.2. Software .....	63
8.3.4.2.1. Sketch Arduino .....	63
8.3.4.2.2. Aplicación Móvil.....	70
8.3.5. Pruebas de Integración del Prototipo Funcional .....	86
<b>8.4. CONTRASTACIÓN DEL NUEVO PRODUCTO</b> .....	<b>90</b>
<b>9. LIMITACIONES Y RECOMENDACIONES DEL SISTEMA.</b> .....	<b>98</b>
<b>10. CONCLUSIONES</b> .....	<b>99</b>

<b>11. BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>101</b>
<b>12. ANEXOS .....</b>	<b>107</b>
<b>12.1. MANUAL DE USUARIO .....</b>	<b>107</b>
<b>12.2. ANEXO CODIGO ARDUINO COMPLETO .....</b>	<b>118</b>
<b>12.3. ANEXO CODIGO APP (servicios) .....</b>	<b>124</b>

#### **TABLA DE FIGURAS**

<b>1. Figura 1. Antena de transmisión.....</b>	<b>12</b>
<b>2. Figura 2. Diagrama de una Red GPRS .....</b>	<b>15</b>
<b>3. Figura 3. Satélite de geo posicionamiento.....</b>	<b>16</b>
<b>4. Figura 4. Arquitectura aplicaciones Híbridas .....</b>	<b>19</b>
<b>5. Figura 5. Sistema Embebido.....</b>	<b>20</b>
<b>6. Figura 6. Arquitectura básica de sistemas embebidos .....</b>	<b>20</b>
<b>7. Figura 7. Modulo releed 1 canal funcionamiento .....</b>	<b>21</b>
<b>8. Figura 8. Modulo relé 1 canal esquemático de la bobina .....</b>	<b>21</b>
<b>9. Figura 9. Modulo relé 1 canal simulación diseño propio .....</b>	<b>22</b>
<b>10. Figura 10. Módulo relé 1 canal .....</b>	<b>22</b>
<b>11. Figura 11. Movimiento armónico sencillo .....</b>	<b>23</b>
<b>12. Figura 12. Sensor de vibración KY-002.....</b>	<b>24</b>
<b>13. Figura 13. Sensor SW-18020 .....</b>	<b>24</b>
<b>14. Figura 14. Módulo sim808 eva-3.2 .....</b>	<b>39</b>
<b>15. Figura 15. Mini módulo sim800L .....</b>	<b>42</b>
<b>16. Figura 16. Módulo sim900 .....</b>	<b>43</b>
<b>17. Figura 17. Módulo de interruptor de vibración KY-002 .....</b>	<b>45</b>
<b>18. Figura 18. Sensor de vibración piezo eléctrico 27mm.....</b>	<b>46</b>
<b>19. Figura 19. Prueba de vibración piezo eléctrico .....</b>	<b>47</b>
<b>20. Figura 20. Prueba sensor KY-002 .....</b>	<b>47</b>
<b>21. Figura 21. Arduino nano .....</b>	<b>48</b>
<b>22. Figura 22. Arduino uno .....</b>	<b>49</b>
<b>23. Figura 23. Raspberry PI 3 model B+.....</b>	<b>50</b>
<b>24. Figura 24. Prototipo de sistema de monitoreo .....</b>	<b>54</b>
<b>25. Figura 25. Tipo de señal switch antirrebote.....</b>	<b>55</b>
<b>26. Figura 26. Esquemático switch antirrebote .....</b>	<b>56</b>
<b>27. Figura 27. Esquemático regulador L.7805 .....</b>	<b>56</b>
<b>28. Figura 28. Prueba de la conexión con el GPS .....</b>	<b>58</b>
<b>29. Figura 29. Diagrama de bloques de conexiones del prototipo.....</b>	<b>59</b>
<b>30. Figura 30. Circuito de batería de reserva.....</b>	<b>60</b>

31. <b>Figura 31.</b> PCB diseño de impresión .....	60
32. <b>Figura 32.</b> Aproximación real del diseño de la PCB .....	61
33. <b>Figura 33.</b> Figura PCB física .....	61
34. <b>Figura 34.</b> Placa montada y soldada .....	61
35. <b>Figura 35.</b> Interfaz de Arduino software .....	62
36. <b>Figura 36.</b> Búsqueda del número registro.....	63
37. <b>Figura 37.</b> Switch si está en alto.....	64
38. <b>Figura 38.</b> Switch si está en bajo .....	64
39. <b>Figura 39.</b> Lectura del SMS. ....	65
40. <b>Figura 40.</b> Condiciones para las funcionalidades .....	65
41. <b>Figura 41.</b> Código P0001.....	65
42. <b>Figura 42.</b> Código P0002.....	65
43. <b>Figura 43.</b> Código P0003.....	65
44. <b>Figura 44.</b> Código P0004.....	66
45. <b>Figura 45.</b> Código Reset .....	66
46. <b>Figura 46.</b> Código de detención de la batería principal .....	67
47. <b>Figura 47.</b> Código para la detección de vibraciones .....	68
48. <b>Figura 48.</b> Código para el cese de vibración .....	68
49. <b>Figura 49.</b> Código para la desactivación de la alarma .....	68
50. <b>Figura 50.</b> Ventana conectar .....	70
51. <b>Figura 51.</b> Conectar.ts .....	70
52. <b>Figura 52.</b> Ventana configurar credenciales .....	71
53. <b>Figura 53.</b> Configurar-credenciales.ts .....	71
54. <b>Figura 54.</b> Ventana login (inicio de sesión) .....	72
55. <b>Figura 55.</b> “login.ts” parte 1 .....	72
56. <b>Figura 56.</b> “login.ts” parte 2 .....	73
57. <b>Figura 57.</b> Vista Home. ....	74
58. <b>Figura 58.</b> “home.ts”. ....	74
59. <b>Figura 59.</b> “Vista controles de seguridad .....	75
60. <b>Figura 60.</b> “activar-Alarma.ts” parte 1 .....	75
61. <b>Figura 61.</b> “activar-Alarma.ts” parte 2 .....	76
62. <b>Figura 62.</b> “activar-Alarma.ts” parte 3... ..	76
63. <b>Figura 63.</b> “activar-Alarma.ts” parte 4 .....	77
64. <b>Figura 64.</b> “activar-Alarma.ts” parte 5 .....	77
65. <b>Figura 65.</b> Vista mapa .....	78
66. <b>Figura 66.</b> “mapa.ts” .....	79
67. <b>Figura 67.</b> Vista configuraciones.....	80

<b>68. Figura 68.</b> “configuraciones.ts” parte 1 .....	<b>80</b>
<b>69. Figura 69.</b> “configuraciones.ts” parte 2 .....	<b>80</b>
<b>70. Figura 70.</b> Opciones para escoger imagen de perfil .....	<b>81</b>
<b>71. Figura 71.</b> “configuraciones.ts. parte 3 .....	<b>81</b>
<b>72. Figura 72.</b> Vistahistorial .....	<b>82</b>
<b>73. Figura 73.</b> “historial.ts.” parte 1 .....	<b>82</b>
<b>74. Figura 74.</b> “historial.ts.” parte 2 .....	<b>83</b>
<b>75. Figura 75.</b> Ventana Créditos .....	<b>84</b>
<b>76. Figura 76.</b> Icono App, tomado de flaticon.com, diseñado por freepik. ....	<b>84</b>
<b>77. Figura 77.</b> Dispositivo sobre una motocicleta .....	<b>85</b>
<b>78. Figura 78.</b> Prueba sensor de vibración, alarma activada.....	<b>86</b>
<b>79. Figura 79.</b> Mensaje de alerta con la ubicación (Google Maps/App.....	<b>86</b>
<b>80. Figura 80.</b> Ubicación de la alerta (Vista desde Maps offline/la App del sistema online) .....	<b>87</b>
<b>81. Figura 81.</b> Prueba batería de reserva .....	<b>88</b>
<b>82. Figura 82.</b> Prueba llamada a número de emergencia. ....	<b>89</b>
<b>83. Figura 83.</b> Prototipo funcional terminado.....	<b>90</b>
<b>84. Figura 84.</b> Instalación y conexión, cables .....	<b>90</b>
<b>85. Figura 85.</b> Prototipo instalado .....	<b>91</b>
<b>86. Figura 86.</b> Simulación modalidad halado .....	<b>92</b>
<b>87. Figura 87.</b> Ruta de prueba .....	<b>93</b>
<b>88. Figura 88.</b> Prueba test latencia imagen 1,2 y 3 .....	<b>93</b>
<b>89. Figura 89.</b> Prueba test latencia imagen 4, 5, 6 y 7 .....	<b>94</b>
<b>90. Figura 90.</b> Comparativo de costos claro. ....	<b>95</b>
<b>91. Figura 91.</b> Comparativo de prototipo ilustrativo al prototipo final .....	<b>96</b>
<b>92. Figura 92.</b> Prototipo final de alarma (frente). ....	<b>106</b>
<b>93. Figura 93.</b> Prototipo final de alarma (parte de atrás) .....	<b>107</b>
<b>94. Figura 94.</b> APK de la aplicación Móvil. ....	<b>108</b>
<b>95. Figura 95.</b> Proceso de instalación de la APK. ....	<b>109</b>
<b>96. Figura 96.</b> Icono App. ....	<b>109</b>
<b>97. Figura 97.</b> Permitir permisos .....	<b>110</b>
<b>98. Figura 98.</b> Conectar. ....	<b>110</b>
<b>99. Figura 99.</b> Credenciales. ....	<b>111</b>
<b>100.Figura 100.</b> Ingreso.....	<b>111</b>
<b>101.Figura 101.</b> Interfaz menú despegable.....	<b>112</b>
<b>102.Figura 102.</b> Interfaz controles de seguridad. ....	<b>112</b>
<b>103.Figura 103.</b> Ejemplo para abrir el enlace de la ubicación de forma offline .....	<b>113</b>
<b>104.Figura 104.</b> Interfaz mapa .....	<b>114</b>

<b>105.Figura 105.</b> Interfaz de ventana de historial .....	<b>114</b>
<b>106.Figura 106.</b> Interfaz de configuraciones. ....	<b>115</b>
<b>107.Figura 107.</b> Cambiar imagen de perfil. ....	<b>115</b>
<b>108.Figura 108.</b> Configuración tono de alerta paso 1.....	<b>116</b>
<b>109.Figura 109.</b> Configuración tono de alerta paso 2 .....	<b>117</b>
<b>110.Figura 110.</b> Código arduino parte 1.....	<b>117</b>
<b>111.Figura 111.</b> Código arduino parte 2.....	<b>118</b>
<b>112.Figura 112.</b> Código arduino parte 3.....	<b>118</b>
<b>113.Figura 113.</b> Código arduino parte 4.....	<b>119</b>
<b>114.Figura 114.</b> Código arduino parte 5.....	<b>119</b>
<b>115.Figura 115.</b> Código arduino parte 6.....	<b>120</b>
<b>116.Figura 116.</b> Código arduino parte 7.....	<b>120</b>
<b>117.Figura 117.</b> Código arduino parte 8.....	<b>121</b>
<b>118.Figura 118.</b> Código arduino parte 9.....	<b>121</b>
<b>119.Figura 119.</b> Código arduino parte10.....	<b>122</b>
<b>120.Figura 120.</b> Código arduino parte11.....	<b>122</b>
<b>121.Figura 121.</b> Nombre de variables y banderas internas de la App .....	<b>123</b>
<b>122.Figura 122.</b> Selección de pantalla de inicio “app.components.ts” .....	<b>123</b>
<b>123.Figura 123.</b> Permiso recursos nativos “app.components.ts” .....	<b>124</b>
<b>124.Figura 124.</b> Servicio petición de ubicación “sms.service.ts” .....	<b>124</b>
<b>125.Figura 125.</b> Servicio de activación de alarma “sms-service.ts” .....	<b>125</b>
<b>126.Figura 126.</b> Servicio de desactivación de alarma “sms-service.ts” .....	<b>125</b>
<b>127.Figura 127.</b> Servicio de petición de enlace con el hardware “sms-service.ts” .....	<b>126</b>
<b>128.Figura 128.</b> Servicio de lectura del listado alertas enviadas “sms-service.ts” .....	<b>127</b>
<b>129.Figura 129.</b> Servicio de guardado de los SMS con coordenadas en la memoria interna “utils.ts” .....	<b>127</b>

#### **LISTA DE TABLAS**

<b>1. Tabla 1.</b> Sistemas Operativos y lenguajes de desarrollo para aplicaciones móviles híbridas .....	<b>18</b>
<b>2. Tabla 2.</b> Método de evaluación comparativa de benchmarking. ....	<b>25</b>
<b>3. Tabla 3.</b> Cotización de precios aproximados de elementos idea 1 .....	<b>28</b>
<b>4. Tabla 4.</b> Evaluación de criterios idea .....	<b>29</b>
<b>5. Tabla 5.</b> Cotización de elementos de idea.2 .....	<b>32</b>
<b>6. Tabla 6.</b> Evaluación de criterios idea 2 .....	<b>33</b>
<b>7. Tabla 7.</b> Evaluación de criterios producto 1 .....	<b>35</b>
<b>8. Tabla 8.</b> Evaluación de criterios producto 2 .....	<b>37</b>

9. <b>Tabla 9.</b> Comparación de módulos. ....	<b>44</b>
10. <b>Tabla 10.</b> Comparación de microcontroladores. ....	<b>51</b>
11. <b>Tabla 11.</b> Precio final prototipo. ....	<b>96</b>
12. <b>Tabla 12.</b> Precio aproximado Idea 1. ....	<b>97</b>

## 1. RESUMEN.

Las motocicletas son el medio preferido por la gran mayoría de la población Colombiana, ya que le ofrece al ciudadano promedio economía, practicidad, agilidad y portabilidad; por tales motivos, estas también tienen los mayores índices de robos a nivel nacional, puesto que dichas características ofrecen al delincuente la facilidad de hurtarlas. A causa de lo anterior el presente proyecto se realizó con el fin de combatir las series de hechos que azota a la comunidad de moteros a nivel nacional. El actual trabajo abarco la solución del hurto a motocicletas, desde la problemática; desarrollando una parte de la metodología de la creación de un nuevo producto, lo cual permitió cumplir con los requerimientos establecidos para llevar acabo el prototipo de un sistema de seguridad, basado en alertas silenciosas, que le otorgue la facultad al usuario de saber si alguien sin autorización interrumpió el estado de quietud de su vehículo independientemente de la distancia que esté presente entre ambos; además de que el propietario pueda corroborar la posición del mismo a partir de las alertas o de peticiones de ubicación; de igual forma se desarrolló un sistema para que el consumidor pueda consultar un historial de todas las alertas generada con su respectiva ubicación, de manera que conozca en qué fecha y hora sucedió cada movimiento, para completar, analizando los peores escenarios se incluyó un sistema de alimentación secundaria por si la alimentación desde la batería de la motocicleta falla o es removida por algún factor, brindándole seguridad y confianza a cada lugar que el usuario vaya.

A partir del prototipo se llevaron a cabo pruebas de movimientos y vibraciones que pudiesen estar presentes en el cuerpo de una motocicleta, con la satisfactoria respuesta de que el sensor percibió y el dispositivo envió alertas de todas y cada una de ellas; así mismo se comprobó el funcionamiento del sistema de alimentación secundaria y él envió de alarmas de la desconexión o conexión de la batería principal y por último se analizó la latencia presente en la comunicación GSM/GPRS mediante el servicio de petición de coordenadas.

## 2. INTRODUCCIÓN.

La delincuencia es uno de los factores que más ha afectado a nuestro país, en todas sus esferas sociales, y es que, para ser víctima de un hurto, no es necesario ser rico o pobre, el delincuente siempre está al asecho para aprovechar a la primera, la oportunidad que se le presente para conseguir así lo ajeno.

Las motocicletas por sus tamaños y sus chasis casi descubiertos son la opción más deseada por los delincuentes, además de que los propios dueños en la mayoría de los casos las dejan en lugares que no pueden estar pendientes, esto aumenta las posibilidades de que se pueda llevar a cabo el robo; las cifras de los hurtos a motos van en crecimiento y los diferentes periódicos nacionales lo demuestran. Aunque ya se han venido tomando diferentes medidas implementadas por los mismos usuarios para poder mitigar las cifras de los hurtos; los usuarios de las motos han recurrido a sistemas tales como candados simples en la cadena de la moto, bloqueo en el manillar del acelerador y hasta alarmas sonoras.

Como sabemos la tecnología debe estar al servicio de la humanidad, y esto ha sido el punto de partida para muchos, por no decir todos los proyectos que se han ejecutado, una evidencia de esto son los proyectos que buscan conectar los objetos que se utilizan en la cotidianidad a una red para que por medio de un dispositivo (móvil o PC) se puedan controlar y tener una comunicación bidireccional con el mismo, por lo cual se quiere aprovechar estas tecnologías que se tienen al alcance para diseñar e implementar un dispositivo que ayude a mitigar el impacto de los hurtos a motociclistas y mantener contacto con el vehículo para garantizar su ubicación.

Las tecnologías para emplear este tipo de dispositivo han avanzado a través del tiempo haciéndose cada vez más compactas y portátiles, por hoy contamos con módulos de pequeño tamaño que nos dan una gran versatilidad sin arriesgar servicios o rendimiento, factor que favoreció la solución planteada, de tal forma que se asegura de que no sea un dispositivo visible, y brinde el factor sorpresa a favor del usuario, todo esto con el fin exclusivo de brindar una solución eficaz.

Por lo anterior el presente trabajo aborda una alternativa para brindar una solución empleando el módulo de comunicación SIM808 evb v3.2, algunos de los servicios que nos ofrece la tarjeta de comunicación son, cobertura GSM, envío de datos GPRS, servicio GPS (Geo-Posicionamiento-Satelital y Serial, Estas tecnologías nos permiten tener una gran variedad de opciones y servicios para mejorar la calidad del sistema. Esta tarjeta permite estar conectado a nivel de todo el territorio nacional gracias a la cobertura de la telefonía celular.

Por otro lado la solución cuenta con un sensor de vibración con alta sensibilidad que sirve para captar los movimientos no deseados en toda la moto con la ventaja de ser un sensor de muy bajo consumo, de igual manera se contara con un sistema embebido que ofrece un excelente desempeño aun tamaño pequeño y que cuenta con la versatilidad de poder integrar aún más periféricos, para este caso es el Arduino Nano 3.0 que procesa la información del sensor y se comunica con la tarjeta SIM808 para enviar los datos a la aplicación móvil; por lo que resuelve la problemática de manera práctica, a bajo costo y confiable.

### 3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El concepto de la palabra robar, según la Real academia Española se define como “Quitar o tomar para sí con violencia o con fuerza lo ajeno”; teniendo en cuenta esto, una problemática muy fuerte en el país es el hurto a vehículos, específicamente a motocicletas, ya que está dentro de los 5 primeros delitos más concurridos en el país según Caracol Radio<sup>1</sup>.

Una cifra dada por la misma fuente<sup>1</sup>, en el 2017 para el mes de agosto habían ocurrido 15.032 hurtos, un número realmente alarmante, los métodos más utilizados de acuerdo a un artículo sacado por el periódico el Espectador<sup>2</sup> son con llaves maestras, modalidad de jalado, arma de fuego e intimidación usando armas blancas, el primer método normalmente ocurre cuando se deja estacionadas las motos en vía pública o frente a un establecimiento, siendo uno de los más utilizados aprovechando el descuido de los propietarios.

Luego de efectuarse el hurto viene consigo la siguiente etapa de este proceso, la cual es denominada como el “Rescate” donde los amigos de lo ajeno habiendo ocultado la moto, buscan la forma de contactar al propietario para pedir rescate por la misma, donde a los dueños les toca pagar una alta suma de dinero con tal de recuperar sus vehículos que en muchos casos se entregan en mal estado o pierden la totalidad de su pago, todo esto dicho conforme a lo escrito en el artículo del Espectador<sup>2</sup>.

Colombia es un país que vive afectado por estas problemáticas y que a diario son muchas las personas que se ven obligadas a pasar por estas situaciones de riesgo, que aparte de estar en la posibilidad de ser lastimados o perder sus vidas, pierden sus vehículos y muy pocas veces logran recuperarlos. Por tal razón se busca una solución para prevenir y alertar cuando se esté llevando a cabo el hurto en tiempo real, de tal manera que se pueda frustrar el mismo y en el caso de que se lleven la motocicleta se pueda lograr ubicarla de manera ágil y eficaz

---

<sup>1</sup>CARACOL RADIO. Alarmantes cifras de hurtos en Colombia .Caracol [ en línea], 21 de agosto de 2017 [revisado 16 de julio 2018]. Disponible en Internet:[http://caracol.com.co/radio/2017/08/21/nacional/1503330056\\_298118.html](http://caracol.com.co/radio/2017/08/21/nacional/1503330056_298118.html).

<sup>2</sup>MORENO, Juan David. Estas son las motos que más se roban en Bogotá. El Espectador [en línea], 1 junio de 2017 [revisado 16 de julio 2018]. Disponible en Internet: <https://www.elespectador.com/noticias/bogota/hasta-en-la-web-venden-motos-robadas-articulo-696505>

## 4. JUSTIFICACIÓN

La electrónica va en continuo desarrollo con el fin de que cada día se pueda agilizar y ayudar al ser humano, la integración de los elementos que ayudan a la seguridad y bienestar de las personas con la electrónica no ha sido la excepción y es que la seguridad electrónica procura siempre estar informando al usuario del bienestar de su elemento de valor como en este caso la motocicleta que es el medio más utilizado por los colombianos. Según el boletín de prensa 003 de 2018 del RUNT (Registro Único Nacional de Transito)<sup>3</sup> el 71% de los vehículos matriculados solo en lo corrido del año son Motocicletas.

Otorgada la formación necesaria durante el proceso educativo del programa de ingeniería electrónica se pretende poner en práctica los conocimientos adquiridos, integrándolos en un proyecto que sirva para uso comercial en la sociedad, ayudando a prevenir y alertar posibles hurtos o perturbaciones que se puedan presentar en una motocicleta, usando una tecnología de fácil acceso y bajo costo, sin ir afectar el funcionamiento normal de la moto (siendo No invasivo) pero que permita estar en constante comunicación con el usuario, enviando alertas de movimientos y ubicación.

Contribuyendo así a la solución de una problemática social, además de reflejar los conocimientos aprendidos.

## 5. OBJETIVOS

### 5.1 GENERAL.

Diseñar e implementar un sistema de seguridad para alertar y prevenir el hurto a motocicletas, empleando como plataforma de comunicación un Smartphone.

### 5.2 ESPECÍFICOS.

- Estudiar y evaluar las posibles soluciones para el sistema de seguridad, con tal de garantizar su funcionamiento y los alcances aquí propuestos.
- Diseñar una interfaz gráfica que permita monitorear el estado de la alarma de la motocicleta y la ubicación de esta
- Implementar un sistema de alertas al usuario cuando presente cualquier perturbación en el automotor.
- Emplear materiales de bajo costo, de fácil acceso, confiable respecto a la comunicación y eficientes.
- Elaborar un manual de usuario del sistema.

---

<sup>3</sup> RUNT. El 71% de los vehículos matriculados en lo corrido del 2018 son motocicletas. Runt [en línea], 23 Febrero de 2018 [revisado 16 de julio 2018]. Disponible en Internet: <http://www.runt.com.co/sites/default/files/Bolet%C3%ADn%20003%20de%202018.pdf>

## 6. ANTECEDENTES

La primera patente de una alarma electromagnética fue registrada el 21 de junio de 1853 por Augustus Russell Pope de Somerville<sup>4</sup>. De allí los sistemas de seguridad siguieron avanzando e integrando nuevas funcionalidades que permitan al usuario una mayor protección y confianza, extendiéndose a diferentes infraestructuras como casas, carros, ciclas, teléfonos, cajas fuertes, motocicletas y demás.

En Colombia han surgido a través de estos últimos años proyectos en diferentes universidades que han estudiado los sistemas de alarmas en motocicletas utilizando diversas tecnologías con el fin de alertar al usuario y brindar protección, algunas de estas tecnologías se han implementado por separado y otras medianamente se han integrado como lo son: GSM, GPS, Bluetooth, RF; algunos de los nombres y fechas de estos proyectos son:

“Implementación de un sistema de alarma, control remoto y geo posicionamiento para motocicletas usando hardware y software libre”<sup>5</sup> publicada en 2011 por el Instituto Técnico metropolitano, facultad de Ingeniería. Este proyecto se enfoca en el uso de la tecnología GPS como medio de comunicación para resolver el problema de los hurtos a motos.

Otro proyecto es la “Implementación, Control y Monitoreo de un Sistema de Seguridad Vehicular Por Redes GSM/GPRS”<sup>6</sup> publicada en el 2013 por la Universidad Tecnológica de Pereira, facultad de Ingeniería. El enfoque de este sistema explora el uso de llamadas y mensajes de texto como alternativa de seguridad para distintas clases de vehículos.

Por último, el proyecto más reciente encontrado fue el “Sistema de Monitoreo para Motocicletas con Tecnología Arduino Y Android”<sup>7</sup> publicado en el 2016 por la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD), Escuela de Ciencias Básicas Tecnológicas e Ingeniería. Siendo el más reciente integra la tarjeta de desarrollo Arduino vinculada con un módulo Bluetooth y GSM/GPRS para la comunicación, además de aplicación móvil solo para Android desarrollada por medio de AppInventor.

Los antecedentes ya mencionados son algunos de los proyectos que se han llevado a cabo, y que se toman como punto de partida para mejorar e innovar la tecnología, con el fin de encontrar la mejor solución con tal de hacer un sistema eficiente que permita una conexión bidireccional con el usuario para alertar, logrando de tal forma prevenir un robo.

---

<sup>4</sup> MONTES, Luis. Alarma para casa: Breve historia. SeguComp® [en línea], 13 de Mayo de 2016 [revisado 16 de julio 2018]. Disponible en Internet: <https://seguridadcompartida.mx/alarma-para-casa-como-funciona/>.

<sup>5</sup> JARABA LEMUS, Yuliana Calle. et al. Implementación de un sistema de alarma, Control remoto y geo posicionamiento para motocicletas usando hardware y software libre. Calameo [en línea], 2011 [revisado 16 de julio 2018]. Disponible en Internet: <https://es.calameo.com/read/0002461164b6cd732e1f9>.

<sup>6</sup> BEDOYA GIRALDO, Yeferson. et al. Implementación, control y monitoreo de un sistema de seguridad vehicular por redes GSM/GPRS. Universidad Tecnológica de Pereira [en línea], 2013 2011 [revisado 16 de julio 2018]. Disponible en Internet: <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/4350/6298B412.pdf;sequence=1>.

<sup>7</sup> MARTINEZ OROZCO, Fabio Fernando. et al. Sistema de monitoreo para motocicletas con tecnología Arduino y Android. Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD [en línea], 2016 [revisado 16 de julio 2018]. Disponible en Internet: <https://stadium.unad.edu.co/preview/UNAD.php?url=/bitstream/10596/7918/3/1110448165.pdf>.

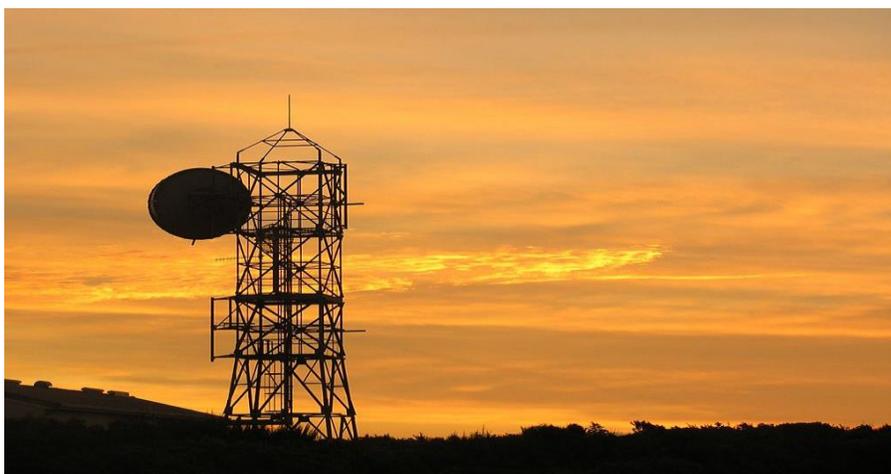
## 7. MARCO TEÓRICO

### 7.1 SISTEMAS DE COMUNICACIONES

Los sistemas de comunicación a menudo se van expandiendo, cada vez se están desarrollando más tecnologías con diferentes propósitos, unas son para largas distancias, otras orientadas a la velocidad de conexión, otras para corta distancias, etc. todo tienen un lugar dependiendo de la necesidad. Para nuestro proyecto nos hemos enfocado en tecnologías que ya son muy conocidas, por lo que nos permite tener una mayor documentación al respecto y una gran fiabilidad a la hora de su uso, estas son: la GSM, GPRS, GPS, Bluetooth y serial.

- **Microondas (MW):** Cuando hablamos de comunicaciones por medio de las microondas tenemos en cuenta que esto ocurre gracias a tres componentes fundamentales que son el transmisor, el receptor y el canal aéreo. El transmisor modula la señal digital a la misma frecuencia que es utilizada para transmitir luego esta señal viaja por el canal aéreo que si el transmisor y el receptor están a gran distancia puede ser un limitante la propagación de la señal además deberá estar libre de obstáculos por eso las comunicaciones por microondas se usan mucho con torres para ajustar la altura que tienen que tener los componentes con respecto a los obstáculos en la vía.

Cuando hablamos de microondas hacemos referencias a ondas electromagnéticas definidas en un rango de frecuencia que es generalmente entre los 300MHz a los 300GHz con un periodo de oscilación de 3 nanosegundos a 3 picosegundos con una longitud de onda de entre 1 m a 1mm, Este rango de frecuencias es adecuado para transmisiones de largo recorrido (comunicaciones por satélite, comunicaciones terrestres punto a punto como alternativa al cable coaxial o la fibra óptica, y también la mayoría de las tecnologías inalámbricas más habituales que existen en la actualidad la usan como por ejemplo los GPS, antenas de telefonía móvil entre otras), Las microondas suelen ser direccionales y utilizan una parte del espectro con frecuencias más pequeñas que los infrarrojos.<sup>8</sup>



**Figura 1.** Antena de transmisión. Tomada de Wikipedia

---

<sup>8</sup> Tectronica. Radioenlaces de microondas: introducción planificación y diseño.[En línea] 28 junio 2018, [revisado 5 diciembre 2018] disponible en línea:<https://telectronika.com/articulos/fundamentos-de-radioenlaces-de-microondas/>

- **GSM:** Es el sistema global para las comunicaciones móviles se le conoce por ser un sistema estándar, libre de regalías, de telefonía móvil digital.

La arquitectura está compuesta por MS (Mobile station) hace referencia al móvil que se usa para realizar una llamada este contiene un numero email que lo identifica a nivel mundial. Dentro del celular tenemos una tarjeta inteligente llamada SIM esta lleva dos números guardados el primero es el IMSI (International Mobile Subscriber Identify) encargado de darle una identificación al móvil en la red GSM, el otro es el MSISDN (Mobile Subscriber ISDN Number) este es el numero encargado de llamar al abonado que tenga la SIM en su teléfono. Este móvil se conectará con una BTS (Base Transceiver Station) que se encarga de la transmisión y recepción de radio teniendo en cuenta el tráfico de señales, esta comunicación se realiza gracias al BSS (Base Station Subsystem) que agrupa toda la infraestructura específica de los aspectos de radio celular. Cuando tenemos varias BTS estas serán controladas en forma remota por un BSC (Base Station Controller) y cuando tenemos varias BSC estas también serán controladas por un MSC (Mobile Switching Center) quien coordinara el establecimiento de llamadas entre los abonados. Este debe tener acceso a una base de datos que contendrá la información de los móviles pertenecientes a la MSC con esto facilitamos la localización del móvil cuando se dese establecer una llamada con él, también tenemos acceso a un VLR (Visitor Location Register) que es una memoria temporal que va a tener información de los móviles en la MSC. Esta MSC se estará conectando regularmente con una base de datos mundial que contiene los email y datos de los celulares que han sido repostados como robo a nivel mundial esta base de datos se le conoce como EIR (Equipment Identity Register) así es la arquitectura del funcionamiento de la tecnología GSM.

La familia gsm está compuesta por cuatro sistemas principales primero tenemos el GSM 850 y GSM 900 este es la red celular original y operan en el rango de los 850 a 900 MHz está diseñada para áreas muy grandes y por lo tanto requiere más potencia para operar. También tenemos el GSM1800 y GSM1900 los cuales incorporan servicios de comunicación personal con frecuencias de 1800MHz y 1900MHz respectivamente, el 1800 se hizo para operar en Europa y el 1900 se hizo para operar en América y ambas requieren menos potencia que los anteriores ya que cubren menor zona

Ahora empezamos hablar de los servicios GSM primero tenemos el servicio de voz en cual tenemos el servicio de manejo de llamadas donde el usuario puede manejar las diferentes opciones que puede requerir, también tenemos el buzón de mensaje en donde siempre mandara a la persona que llama a un buzón de mensajes las veces que sea necesario siempre y cuando el usuario al que llaman no conteste. Tenemos también los servicios de mensajes como el SMS servicio el cual consiste en enviar y recibir cortos mensajes de texto de hasta un máximo de 160 caracteres, el servicio MMS servicio de mensajes para enviar mensajes de texto, fotos, videos, audio o una combinación de las 4 IM servicios de mensajes instantáneos enviados en tiempo real y el E-Mail permite tener al usuario acceso a su correo electrónico. Tenemos servicios de entretenimiento donde a través de nuestro móvil

podemos ver programación de televisión videos, música, acceso a internet y ubicación donde el usuario puede conocer la ubicación exacta y de interés alrededor de este.<sup>9 10</sup>

- **GPRS (General Packet Radio Service).** Esta estructura de red es el remplazo de la conmutación de circuitos, brinda la ventaja de tener el control sobre la información que circula en su red ya que divide la misma en función de paquetes y permite tener una regulación del flujo de información, ya no trabajando sobre el tiempo de conexión si no directamente por el tamaño de los paquetes de esta.

Empezó a utilizarse en el 2001 y se integró con la estructura actual de redes GSM. Esta tecnología permite una velocidad de datos de entre 56 y 115 kbps. Sus ventajas son múltiples y se aplican fundamentalmente a las transmisiones de datos que requieren tráfico discontinuo, como por ejemplo Internet y mensajería electrónica (SMS y MMS). Los proveedores de servicio de telefonía móvil podrán facturar por los paquetes realmente enviados y recibidos. El ancho de banda podrá ser entregado a la carta, en función de las necesidades de la comunicación.<sup>11</sup>

Esta tecnología es ideal para llevar a cabo este proyecto ya que cumple con una de las necesidades principales, tal necesidad es la de tener cobertura para la transmisión de datos en cualquier lugar que se encuentre el dispositivo, el GPRS al estar integrado a la estructura GSM que utiliza los operadores de telefonía celular, cuenta con una cobertura a nivel nacional, suficientes para los alcances aquí propuestos.

---

<sup>9</sup> HERNANDO RABANOS, José M. MENDO TOMAS, Luis. RIERA SALIS, José Manuel. Comunicaciones móviles. Editorial Universitaria Ramón Aceres. 2002 [Consultado el 5 diciembre 2018] disponible en internet: <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=lnqnDAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA21&dq=sistema+global+para+las+comunicaciones+móviles&ots=LmpLc3DIwr&sig=DARrFWQ70ZWwxhVs3VmMjdojDDQ#v=onepage&q&f=false>

<sup>10</sup> TOMASI, Wayne. Sistema de Comunicaciones Electrónicas. Person educación México, 2003 [consultado diciembre 5 del 2018] disponible en internet: [https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=\\_2HCio8aZiQC&oi=fnd&pg=PR1&dq=sistema+global+para+las+comunicaciones+móviles+GSM&ots=vv0ZO4BNvb&sig=ou1CQdkGyxNav4qGo6RJprqzBWA#v=onepage&q=sistema%20global%20para%20las%20comunicaciones%20móviles%20GSM&f=false](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=_2HCio8aZiQC&oi=fnd&pg=PR1&dq=sistema+global+para+las+comunicaciones+móviles+GSM&ots=vv0ZO4BNvb&sig=ou1CQdkGyxNav4qGo6RJprqzBWA#v=onepage&q=sistema%20global%20para%20las%20comunicaciones%20móviles%20GSM&f=false)

<sup>11</sup> Viloría Núñez, César, Cardona Peña, Jairo, Lozano Garzón, Carlos, Análisis comparativo de tecnologías inalámbricas para una solución de servicios de telemedicina. Ingeniería y Desarrollo [en línea] 2009, (Enero-Junio) : [Fecha de consulta: 28 de noviembre de 2018] Disponible en: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=85212371012>> ISSN 0122-3461

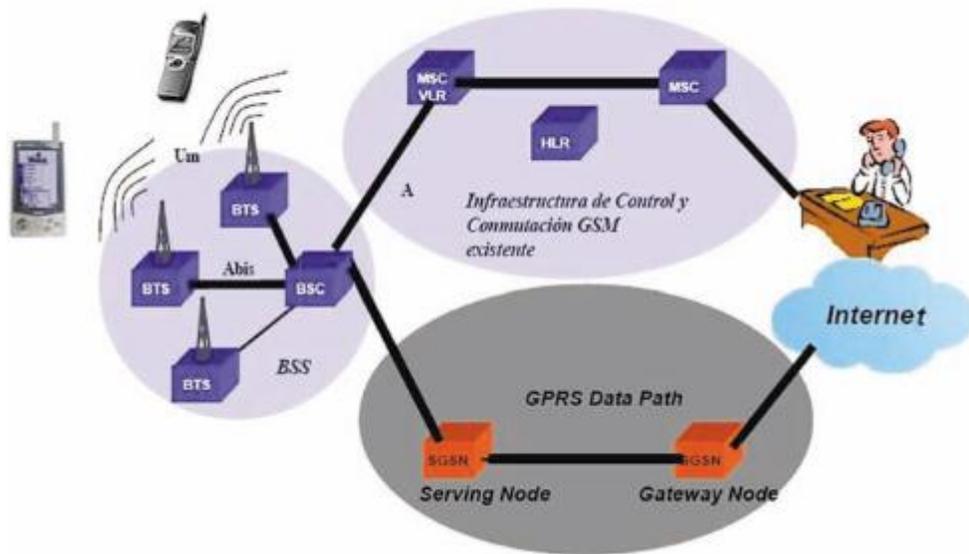


Figura 2 “Diagrama de una Red GPRS”<sup>12</sup>

- GPS:** lo conocemos normalmente como sistema de posicionamiento global (GPS) es un sistema mundial de navegación desarrollada por el departamento de defensa de los estados unidos de América, este sistema fue desarrollado por Roger L. Easton fue puesto en órbita en el año de 1978, para proporcionar a los usuarios información sobre el posicionamiento navegación y cronometría. El GPS ha ido evolucionando al pasar del tiempo en cuanto a mayor precisión y seguridad tanto en mar, aire y tierra.

El GPS tiene tres componentes el espacial el de control y el del usuario. El componente espacial está constituido por una constelación de 24 satélites en órbita terrestre aproximadamente a 20200KM distribuido en 6 planos orbitales fue concebido con el fin de que existan 4 satélites visibles por encima del horizonte en cualquier punto de la superficie en cualquier altura. El componente de control está constituido por 5 estaciones de rastreo distribuidas a lo largo del globo y una estación de control principal este componente rastrea los satélites actualiza sus posiciones orbitales calibra y sincroniza sus relojes, otra función importante es determinar las orbitas de cada satélite y trazar su trayectoria en las 24 horas siguientes, esta información es enviada a cada satélite para después ser transmitida por este informando al receptor local donde ir es posible encontrar el satélite. El componente de usuario incluye todos aquellos que usan un receptor GPS para recibir y convertir la señal del GPS en posición, velocidad y tiempo incluye además todos los elementos necesarios como las antenas y el software de procesamiento.

<sup>12</sup> Radiocomunicaciones Móviles. “Tecnología 2.5 GPRS”. Escuela Superior de Ingeniería de Telecomunicaciones. Universidad Rey Juan Carlos. 2005.



**Figura 3.** Satélite de geo posicionamiento tomado de nobbot.com

Cuando hablamos de los fundamentos básicos del GPS se basa en la determinación de distancia entre un punto (el receptor) a otro, de referencia los satélites, sabiendo la distancia que nos separa de 3 puntos podemos determinar nuestra posición relativa a esos mismos 3 puntos a través de la intercepción de 3 circunferencias cuyo radio son las distancias medidas entre el receptor y los satélites. En la realidad son necesario como mínimo 4 satélites para determinar nuestra posición correctamente, cada satélite transmite una señal que es recibida por el receptor este por su parte mide el tiempo que las señales tardan en llegar hasta el, multiplicando el tiempo medido por la velocidad de la señal tenemos la distancia receptora satélite, sin embargo, el posicionamiento satelital no es así de simple. Cada satélite GPS emite continuamente un mensaje de navegación a 50 bits por segundo, la señal GPS proporciona la hora de la semana precisa de acuerdo con el reloj atómico a bordo del satélite. Cada transmisión dura 30 segundos que son 1500 bits de datos codificados esta pequeña cantidad de datos esta codificada con una secuencia pseudoaleatoria PRN de alta velocidad que es diferente para cada satélite, los receptores GPS conocen los códigos PRN de cada satélite y por ello no solo pueden decodificar la señal, sino que la pueden distinguir entre diferentes satélites.

Existen diferentes tipos de GPS tenemos los GPS comunes que son de uso particular y tenemos otros GPS que son los de precisión que funcionan de diferente manera, el funcionamiento es el siguiente, las estaciones terrestres filtran la señal comparando las posiciones con las proporcionadas por satélites GPS, el sistema tiene en cuenta las condiciones atmosféricas que alteran la calidad de la señal, las correcciones se envían a un

satélite geostacionario y devuelve la señal corregida a la tierra proporcionando mayor precisión y seguridad en la señal.<sup>13 14</sup>

## 7.2 FRAMEWORKS PARA APLICACIONES MÓVILES.

El termino Frameworks es una estructura de software modulable para al desarrollo de una aplicación, esto quiere decir que es un marco de trabajo que permite agregar componentes personalizables además de añadir librerías, estos Frameworks vienen configurados con ciertos parámetros pre cargados que dan la facilidad de acceder a estructuras de código generales, en pocas palabras reutiliza código para acelerar el desarrollo. Existen muchos tipos de Frameworks que tienen diversas finalidades, aquí se tratará para términos de este proyecto el uso de este solo para desarrollo de aplicaciones móviles.<sup>15</sup>

Los Frameworks para desarrollo de aplicaciones móviles viene con componentes de estilos específicos de iconos, banners, etc. en lo concerniente al área visual, además tiene librerías para incluir código (APIs) de aplicaciones reconocidas como Facebook, Twitter, Instagram y muchas más, pero una de las mayores ventajas que puede ofrecer algunos Frameworks específicamente es permitir el desarrollo de aplicaciones Híbridas, siendo esta por mucho un avance en el campo del desarrollo de las mismas, esto significa escribir un solo código y con el poderlo exportar a diferentes sistemas operativos móviles, por ejemplo si se escribe el código para una aplicación web en HTML5 esta aplicación podrá ser exportada para su uso nativo en Android , IOS, Windows móvil.<sup>16</sup>

---

<sup>13</sup> LETHAM LAWRENCE. GPS Fácil uso del sistema de posicionamiento global. Editorial Paidotribo. 2001 [consultado diciembre 5 de 2018]. Disponible en internet: <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=orjnvjPqELcC&oi=fnd&pg=PA5&dq=sistema+de+posicionamiento+global&ots=IlwoEHkwfN&sig=okxnCoL7lS4hsNs3YkOn2yAf2k0#v=onepage&q=sistema%20de%20posicionamiento%20global&f=false>

<sup>14</sup> A.Pozo-Ruz, A.Ribeiro, M.C.García-Alegre, L.García, D.Guinea, F.Sandoval. Sistema de posicionamiento global (GPS): descripción, análisis de errores, aplicaciones y futuro. Dpto. de Tecnología Electrónica Ingenieros de Telecomunicación. Universidad de Málaga. 2003 [consultado diciembre 5 del 2018 ] disponible en internet: [http://www.oocities.org/es/foro\\_gps/infografia/gps5.pdf](http://www.oocities.org/es/foro_gps/infografia/gps5.pdf)

<sup>15</sup> GUTIERREZ, Javier J. ¿Qué es un Framework Web? [en línea]. [revisado 16 de julio 2018]. Disponible en Internet: [http://www.lsi.us.es/~javierj/investigacion\\_ficheros/Framework.pdf](http://www.lsi.us.es/~javierj/investigacion_ficheros/Framework.pdf).

<sup>16</sup> YAGUAPAZ MADERA, Luis Gonzalo. Estudio del Framework Ionic 2 para el Desarrollo de Aplicaciones Móviles Híbridas. Universidad Técnica Del Norte [en línea], Mayo 2018 [revisado 30 de Noviembre 2018]. Disponible en Internet: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/8285/1/04%20ISC%20463%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf>.

	Apple iOS	Android	BlackBerry OS	Windows Phone
Lenguajes	Objective C, C, C++	Java, C, C++	Java	C#, VB, .NET
Herramientas	XCode	Android SDK	BB Java Eclipse Plug-in	Visual Studio
Formato	.app	.apk	.cod	.xap
Tiendas	App Store	Play Store	BlackBerry World	Windows Phone Marketplace

**Tabla 1.** “Sistemas Operativos y lenguajes de desarrollo para aplicaciones móviles híbridas” .18

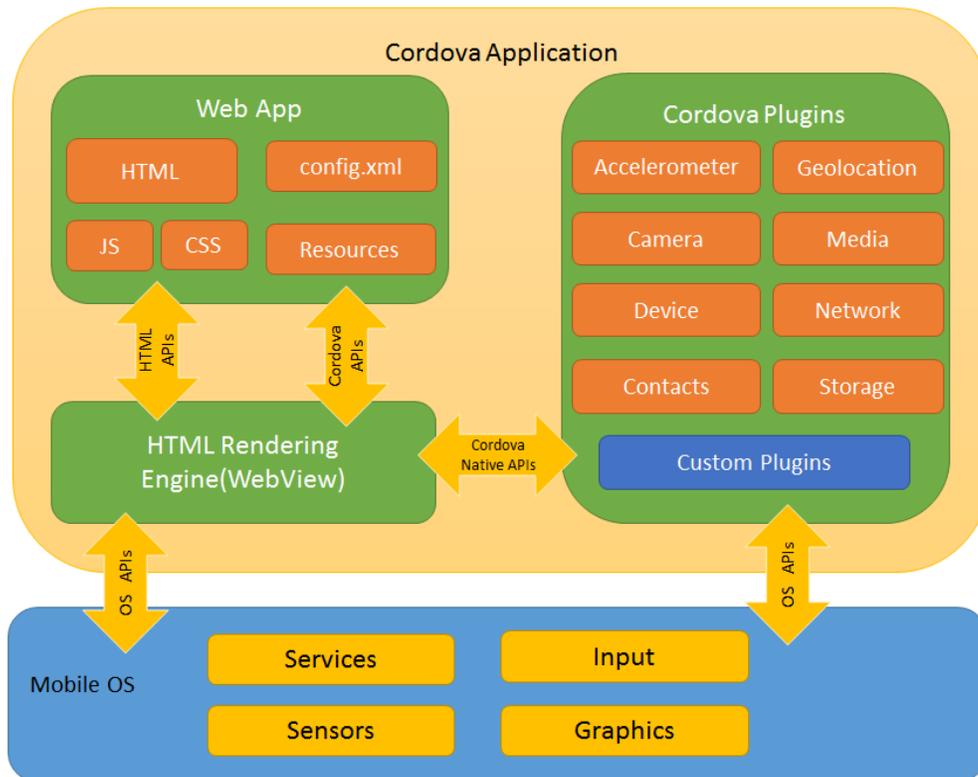
- **Aplicaciones Híbridas:**

Como se menciona en el párrafo anterior son aplicaciones que se desarrollan en base de un solo código pero que se puede compilar en diferentes sistemas operativos, este enfoque híbrido mezcla el desarrollo nativo con tecnología Web, lo que esto permite mantener el acceso directo a API's nativas cuando lo necesiten, ahorrando gran parte del código manteniendo siempre un mismo esquema de trabajo.<sup>14</sup>

En gran medida estos Frameworks son fundamentados en los marcos de desarrollo de Apache Córdova el cual permite integrar y utilizar las tecnologías estándar Web de tales como lo son HTML5, CSS3 y Java Script, esto permite el desarrollo multiplataforma, y depende de los enlaces API para acceder a las funciones nativas de dispositivos, datos y estado de la red.<sup>17</sup>

---

<sup>17</sup> APACHE CORDOVA. Resumen. Cordova [en línea], [revisado 30 de Noviembre 2018]. Disponible en Internet: <https://cordova.apache.org/docs/es/latest/guide/overview/>.



**Figura 4.** Arquitectura aplicaciones Híbridas Tomado de cordova.apache.org

### 7.3 SISTEMA EMBEBIDO.

“El término «sistema embebido» hace referencia a todo circuito electrónico digital capaz de realizar operaciones de computación, generalmente en tiempo real, que sirven para cumplir una tarea específicas en un producto»<sup>18</sup>

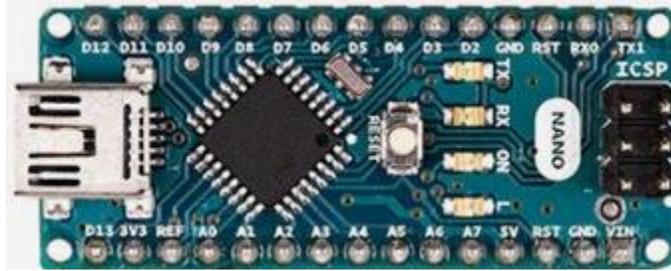
Esta clase de sistemas permiten administrar, procesar, y controlar los datos, cada día se integran más de estos sistemas en artículos cotidianos como por ejemplo electrodomésticos, herramientas etc. Digitalizando las funcionalidades para un mejor control y operatividad, por ende, fue crucial que el cerebro de este proyecto albergara un sistema embebido que administrara el flujo de datos y su interpretación, para que se realizara una correcta operación del sistema de seguridad.<sup>19</sup>

En un sistema embebido normalmente la mayoría de los componentes se encuentran en la placa (tarjeta de audio, video, wifi, bluetooth, etc.), además cuenta con diversos tipos de

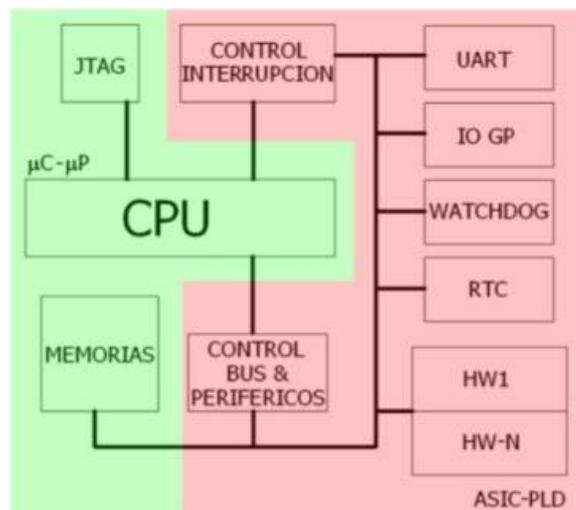
<sup>18</sup> SALAS ARRIARÁN, Sergio. Todo sobre sistemas embebidos [capítulo 1]. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC) [en línea], 05 de Octubre de 2015, p 38. [revisado 16 de julio 2018]. Disponible en Internet: <http://hdl.handle.net/10757/579143>.

<sup>19</sup> CAMARGO BAREÑO, Carlos Ivan. Transferencia tecnológica y de conocimientos en el diseño de sistemas embebidos. Universidad Nacional de Colombia [en línea], 2011, p 4. [Revisado 1 de Diciembre 2018]. Disponible en Internet: <https://core.ac.uk/download/pdf/11055513.pdf>.

lenguaje de programación que van desde ensamblador en adelante unos ejemplos de estos esta c++, java, Python, etc.



**Figura 5.** Sistema Embebido Tomado de store.arduino.cc Arduino Nano v3.0



**Figura 6** Arquitectura básica de sistemas embebidos <sup>20</sup>

#### 7.4 MODULO RELÉ DE UN CANAL ARDUINO

Relé se conoce como un interruptor eléctrico o electrónico que se activa mediante una señal, una entrada de datos, en alto 1lógico o un nivel bajo un 0 lógico.

Cuando hablamos del funcionamiento del relé decimos que está compuesto por una bobina B1 y B2 en el módulo no están conectadas directamente la bobina al micro controlador tenemos un circuito de adaptación.

En el otro lado tenemos 3 pines NC, C, NA. Significa con normalidad abierto normalmente cerrado y común. Cuando se excita la bobina que entra corriente en el B1 y B2 se cierran

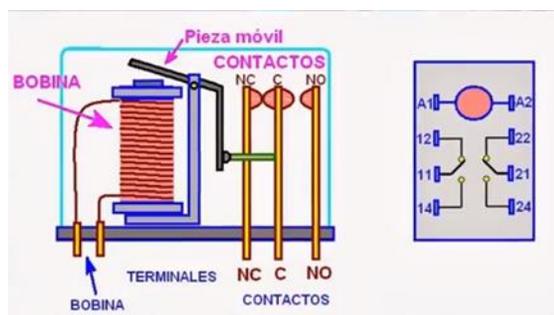
<sup>20</sup> 4to CONGRESO DE ELECTRÓNICA, CONTROL Y TELECOMUNICACIONES. Introducción a los Sistemas embebidos. Universidad Distrital Francisco José de Caldas [en línea], 30 de septiembre de 2008. [revisado 1 de Diciembre 2018]. Disponible en Internet: <https://es.slideshare.net/jkovima/introduccion-a-los-sistemas-embebidos-presentation>

los contactos el normalmente abierto se cierra y el normalmente cerrado se abre lo utilizamos como un circuito electrónicamente accionado

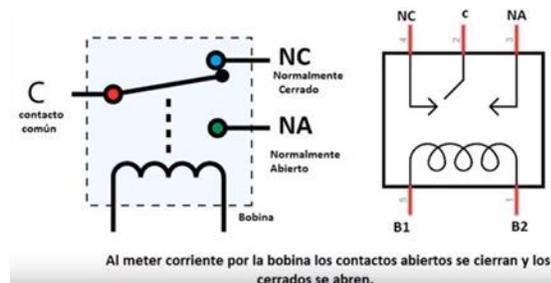
El módulo tiene los 3 pines NC, C, NA al otro lado tenemos vcc este funciona con 5V tenemos el GND que es la tierra el módulo posee dos leds uno rojo que indica la alimentación y uno verde que indica la activación de este. Este módulo al ser de 1 canal es diferente a los demás para la activación del relay requiere de un transistor, los módulos de dos canales en adelante posee un opto acoplador para la activación del relay.

Este módulo facilita mucho el trabajo con el Arduino al igual que con otros sistemas como RasPerry Pi, ESP 8266. Este módulo Relay se activa la salida normalmente abierta con un bajo, y desactiva la salida con un alto.

Funciona de la siguiente manera, entra un bajo uno en el pin de señal lo que hace que la base del transistor ponga a el mismo en saturación, al ocurrir esto, todos los 5 voltios de vcc van a pasar por R4 que a su vez alimenta la bobina y enciende el led rojo, haciendo el cambio de normalmente cerrado a normalmente abierto.<sup>21</sup>

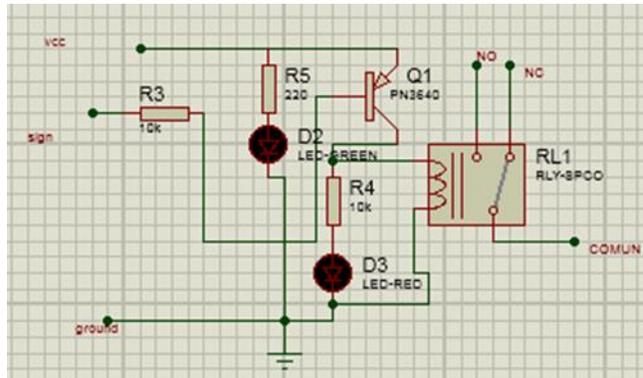


**Figura 7.** Módulo relé 1 canal funcionamiento.



**Figura 8.** Módulo relé 1 canal esquemático de la bobina

<sup>21</sup> Tolocka Profe.Modulos de 4 relés para Arduino. Etolocka. 9 mayo 2005 [consultado diciembre 5 del 2018] disponible en internet: [http://www.oocities.org/es/foro\\_gps/infografia/gps5.pdf](http://www.oocities.org/es/foro_gps/infografia/gps5.pdf)



**Figura 9.** Modulo relé 1 canal esquemático. Diseño propio



**Figura 10.** Modulo relé 1 canal. Tomado de mactronica.com

## 7.5 SENSOR DE VIBRACIÓN.

### • ¿Qué es Vibración?

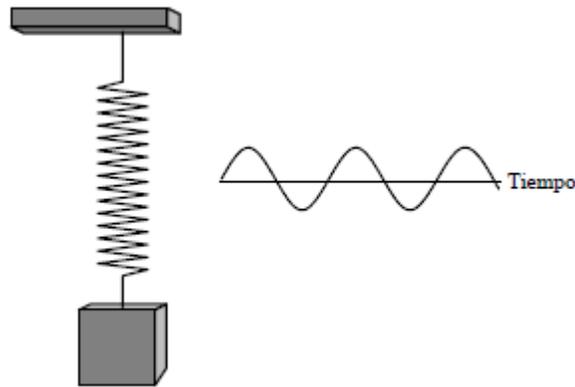
En su forma más sencilla, una vibración se puede considerar como la oscilación o el movimiento repetitivo de un objeto alrededor de una posición de equilibrio. La posición de equilibrio es la que llegará cuando la fuerza que actúa sobre él sea cero. Este tipo de vibración se llama vibración de cuerpo entero, lo que quiere decir que todas las partes del cuerpo se mueven juntas en la misma dirección en cualquier momento.

El movimiento vibratorio de un cuerpo entero se puede describir completamente como una combinación de movimientos individuales de 6 tipos diferentes. Esos son traslaciones en las tres direcciones **ortogonales** x, y, y z, y rotaciones alrededor de los ejes x, y, y z. Cualquier movimiento complejo que el cuerpo pueda presentar se puede descomponer en una combinación de esos seis movimientos. De un tal cuerpo se dice que posee seis grados de libertad. Por ejemplo, un barco se puede mover desde adelante hacia atrás (ondular) desde abajo hacia arriba y de babor hacia tabor. También puede rodar en el sentido de la longitud (rodar), girar alrededor del eje vertical, (colear) y girar alrededor del eje babor-tabor (arfar) Supongamos que a un objeto se le impide el movimiento en cualquiera dirección excepto una. Por ejemplo, un péndulo de un reloj solamente se puede mover en un plano. Por

eso, se le dice que es un sistema con un grado único de libertad. Otro ejemplo de un sistema con un grado único de libertad es un elevador que se mueve hacia arriba y hacia abajo en el cubo del elevador.

La vibración de un objeto es causada por una fuerza de **excitación**. Esta fuerza se puede aplicar externamente al objeto o puede tener su origen a dentro del objeto. Más adelante veremos que la proporción (**frecuencia**) y la magnitud de la vibración de un objeto dado, están completamente determinados por la fuerza de **excitación**, su dirección y frecuencia.<sup>22</sup>

Como se describe en la definición anterior la vibración básicamente es una oscilación que puede presentar un cuerpo, esto va directamente correlacionado con los movimientos armónicos que a su vez depende de una o varias frecuencias, por ende cuando un cuerpo presenta una vibración, esta se representa por medios de ondas, las cuales tienen en cada caso un específico periodo, como ejemplo simple se presenta un sistema resorte-masa el cual representa el movimiento en una dirección y el fenómeno de movimiento armónico sencillo con un único grado de libertad.



**Figura 11** Movimiento armónico sencillo Tomado de Introducción al Análisis de Vibraciones

Cuando se desplaza la masa a una cierta distancia, y luego se suelta, el resorte busca su equilibrio no antes de sobre pasar su posición de descanso, llevando el resorte al sentido opuesto y regresando, transfiriéndose la energía entre la masa y el resorte generando así oscilaciones, que si se analizan en un contexto ideal, estas oscilaciones se seguirían perpetuándose indefinidamente, pero como para términos realistas existe algo llamado fricción, este fenómeno hace que se pierda amplitud en la oscilación de forma gradual ya que la energía se convertirá en calor.<sup>23</sup>

Habiéndose contextualizado de lo que es una vibración, Este proyecto toma como base este principio, para captar dichas señales para su posterior análisis y reacción para el sistema generador de alertas de la alarma, captando de dicha forma las oscilaciones que se llegasen a presentar en el

<sup>22</sup> WHITE, Glen. ¿Qué es Vibración? En: Introducción al Análisis de Vibraciones. U.S.A, 2010. P. 16.

<sup>23</sup> WHITE, Glen. Movimiento armónico sencillo. En: Introducción al Análisis de Vibraciones. U.S.A, 2010. P.

vehículo cuando se tenga la alarma activada para detectar los movimientos indeseados; para captar tales señales se utilizó un sensor que se active o mande una señal de detección que viene configurado para su uso especial con el sistema embebido el elegido, pero esto no significa que no se pueda utilizar con otra clase de tarjetas.

- **Sensor KY-002.**

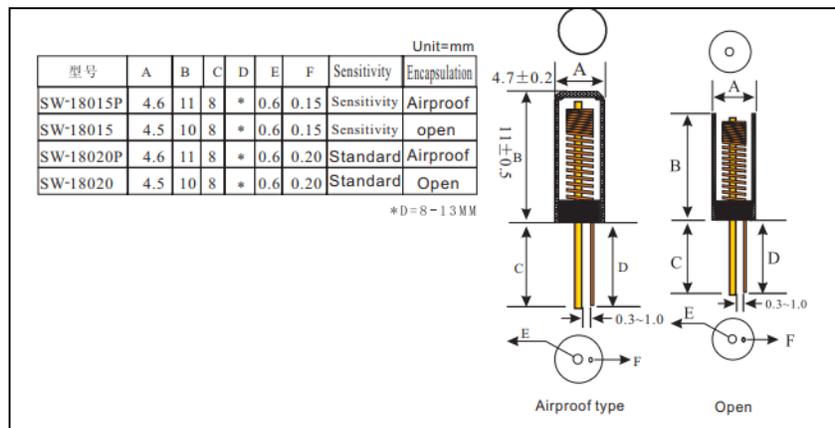
En este dispositivo tiene como base el sensor SW-18020 que viene en un circuito llamado KY-002 el cual complementa su funcionamiento al acondicionar la señal para su uso directo con el sistema embebido, su función básicamente es de tipo Switch, que al detectar la vibración cierra el circuito mandando una señal en bajo para indicar si hay una vibración presente.

A continuación, se muestra su funcionamiento esquemático:



**Figura 12.** Sensor de vibración KY-002 Tomado de soloarduino.blogspot.com

Como se mencionaba básicamente es un switch el cual cuando se cierra manda una señal en bajo al pin Digital que representara la detección de una vibración, pero debajo de este principio básico de funcionamiento general del sensor, esta su funcionamiento interno el cual consiste de una espiral metálica con un pin metálico en el centro, el cual cuando se produce un movimiento brusco, veloz o golpe (vibración) el pin metálico se une con la espiral metálica cerrando el circuito. A continuación, se muestra lo descrito anteriormente.



**Figura 13.** Sensor SW-18020 Tomado de e-radionica.com

## 8. DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA.

### 8.1 FASE DE DISEÑO

En esta fase de acuerdo a la metodología se deben evaluar las posibles soluciones a la problemática y escoger aquella que permita cumplir con los requerimientos de la misma. El método escogido para esta fase fue el de Benchmarking.

#### 8.1.1 Criterios de Evaluación

La ponderación de las nuevas ideas para el proyecto de sistema de monitoreo antirrobo para motocicletas, se realiza por el método de evaluación comparativa de benchmarking. Donde se expondrán dos ideas diseñadas por nosotros y dos basadas en el mercado con tal de analizar las ventajas de cada una de las propuestas, para elegir la que sea más viable en su realización.

Criterio	Descripción
<b>Gusto Personal</b>	¿Por qué le gusta el tema? ¿Esa afinidad de dónde viene? ¿De los cursos vistos? ¿De su experiencia laboral? ¿De una experiencia significativa? ¿De la sugerencia de un conocido? O ¿Simplemente de una inquietud personal?
<b>Factibilidad</b>	¿Cuenta la idea con información suficiente? ¿Puede desarrollarlo en los tiempos estipulados? ¿Cuenta con recursos técnicos (Pc, internet, espacio)? ¿Requiere para desarrollo de salida de campo, entrevistas, encuestas u otras metodologías?
<b>Actualidad</b>	¿La idea es de actualidad? ¿Se discute con frecuencia sobre el tema en los diferentes medios de comunicación y académicos?
<b>Pertinencia</b>	¿La idea es pertinente con el desarrollo de la problemática planteada?, cumple a cabalidad con la solución?
<b>Académica</b>	¿Tiene relevancia y puede apórtale al conocimiento en el campo de la Ingeniería Electrónica?
<b>Económico</b>	¿La relación costo-servicio, Justifica su precio aproximado?.
<b>Profesional</b>	El nuevo producto aporta a la formación del perfil profesional.
<b>Social</b>	¿Puede ayudar a resolver problemas empresariales, comunitarios o entidades públicas? ¿Está acorde con las tendencias del mundo, y con los planes Nacionales, departamentales y municipales de desarrollo?

**Tabla 2.** Método de evaluación comparativa de benchmarking.

#### 8.1.2 Posibles Soluciones.

##### **Idea 1 Sistema Antirrobo:**

Es un sistema de seguridad basado en alertas de movimientos que son producto de vibraciones que se presentan en el automotor. El sistema integra un GPS con comunicación vía GSM/GPRS para el envío de datos. El Sistema consiste en que, cuando se active y detecte el movimiento indeseado envíe una señal que contenga la información del GPS para corroborar la ubicación de la moto con el fin de que el usuario siempre este seguro de la posición de la misma en todo tiempo, el sistema de seguridad cuenta con envío de alertas inteligentes que se mandara una sola vez si el movimiento es muy repetitivo, y cuando dicho movimiento cese enviara un mensaje de confirmación de que se ha detenido.

Como valor agregado la comunicación con el usuario será transparente mediante el uso de una aplicación móvil, ya que hoy en día es el medio masivo de comunicación más utilizado, permitiendo al usuario que pueda tener la facultad de consultar una base de datos de todas las alertas que se hayan producido en cualquier momento, además la aplicación contendrá un número de emergencia totalmente configurable para aviso a las autoridades en caso de robo, por último el sistema integra una configuración de hardware para habilitar un sistema de batería de emergencia que será opcional y avisaría al usuario si la batería principal llegase a ser removida. El sistema será silencioso y de un tamaño justo para que se pueda ocultar fácilmente dentro de la motocicleta.

**Gusto Personal:** el gusto personal por el tema de la seguridad para motocicletas viene de nuestra experiencia trabajando en el medio, y al ver que es una problemática muy común, que afecta a los motociclistas, por la razón de que son más versátiles para moverlas y desvalijarlas. En concreto esta idea nos gusta a nivel personal ya que podemos combinar en ella los distintos saberes aprendidos a lo largo de los cursos, y además contribuir a la problemática social, puesto que tiene el balance óptimo entre tecnología y facilidad de uso para el usuario. Debido a esto consideramos poner en este criterio una valoración de 5 puntos.

**Factibilidad:** los sistemas de seguridad han avanzado bastante con el paso de los años, y se han aplicado a diversos tipos de objetos, por lo cual no es desconocido que ya existan productos con la tecnología necesaria para que sea una realidad, lo que hace a esta idea factible. Por cuanto a los materiales a utilizar en el diseño de esta idea, estos se encuentran disponibles, de tal forma que cumpla con los objetivos deseados. Al ser materiales que ya están en el mercado, se encuentra información relevante para su desarrollo por tanto los recursos para implementarla están al alcance. Para esta idea básicamente se necesita, una tarjeta de adquisición de datos, un módulo de comunicación, conocimientos para desarrollar base de datos y App para Android y Apple. Por lo mencionado se le otorga una calificación de 5 puntos ya que se pueden cumplir los objetivos propuestos con la tecnología actual, con la ventaja de ser un dispositivo NO invasivo, ya que es pensado para mantener la integridad del sistema eléctrico con tal de evitar sobrecargas y daños al mismo, aparte de lo anterior otorga otra ventaja la cual es que al ser No invasivo no habrá problemas si se quisiera montar el dispositivo en vehículos Nuevos ya que no se perdería la garantía del sistema eléctrico.

**Actualidad:** La seguridad es un tema que viene desde hace mucho tiempo atrás y que continuamente va cambiando porque siempre existen personas que buscan las formas de burlarlos, así que a medida que se avanza se buscan nuevas técnicas de protección que permitan ser cada vez más seguras. Al estar en permanente cambio y al vivir en una sociedad donde se tiene diversos tipos de personas, la seguridad siempre va a ser un principio importante y un tema de gran importancia. Una evidencia de lo anterior son las cantidades de robos a motocicletas, por ejemplo las cifras dadas por el artículo sacado por Caracol radio<sup>24</sup> y es que no es solo en Colombia es una problemática netamente mundial, por el ejemplo el periódico digital ECD confidencial digital<sup>25</sup> de

---

<sup>24</sup>CARACOL RADIO. Alarmantes cifras de hurtos en Colombia. Caracol [en línea], 21 de agosto de 2017 [revisado 16 de julio 2018]. Disponible en Internet: [http://caracol.com.co/radio/2017/08/21/nacional/1503330056\\_298118.html](http://caracol.com.co/radio/2017/08/21/nacional/1503330056_298118.html).

<sup>25</sup> ECD CONFIDENCIAL DIGITAL. El robo de vehículos en España: un problema de difícil solución. El confidencial digital [en línea], 04 de Octubre de 2018 [revisado 16 de octubre 2018]. Disponible en Internet:

España lo demuestra con cifras también alarmantes donde se le ha salido de las manos a la mismas autoridades por lo cual, el tema por sí solo, es un tema de actualidad que se discute constantemente en la industrias y que lleva consigo grandes procesos de invocación.

Con respecto a la idea propuesta para dar solución a la problemática, existen en la actualidad sistemas similares que ofrecen hasta algunos servicios adicionales buscando también mitigar el impacto del robo a motocicletas, por lo cual se le otorgará una calificación de 4 puntos teniendo en cuenta que el tema principal que es la seguridad y es de gran importancia, pero al a ver ciertos sistemas que brindan otros servicios adicionales se le baja la calificación. Esos otros servicios son como por ejemplo bloqueo o encendido remoto.

**Pertinencia:** Esta idea fue pensada en el problema, no fue diseñada como un artículo más, ni se pretende crear la necesidad. Es más, es a partir de la necesidad que se encuentra en el ámbito social para lo cual fue propuesta. Es un sistema de comunicación bidireccional que proporciona comunicación constante con la moto, fue pensado a partir de que la mayoría de los robos se producen cuando el propietario está ausente, entonces se ideó para que no importara la distancia del automotor con el dueño ni tampoco el momento, siempre se podrá saber la ubicación y el estado de esta. Este sistema cumple con la solución la cual parte de la necesidad de prevenir y alertar, se previene y se alerta sobre un robo cuando llega la señal donde dice que han movido la moto, el tener conocimiento de esta información puede cambiar el resultado de un intento de robo. Otra necesidad es saber la ubicación de la moto en cualquier momento y más cuando llegasen a completar el robo, porque de ser así esta información es útil para las autoridades que se encargan del operativo de rescate, y al ser de pequeño tamaño pasa de manera inadvertida lo cual le da la ventaja del anonimato, y por tal el ladrón no iría prevenido a desactivarla lo que nos llevaría actuar más de manera eficaz. Se otorga una calificación 5 puntos.

**Academia:** Él tema de seguridad indudablemente va de la mano con la ingeniería electrónica prácticamente para este tiempo la seguridad es una de las tantas derivaciones de esta ingeniería. Por lo cual, aunque existen sistema de seguridad mecánicos, cada día estos están yendo en declive y siendo reemplazados por los sistemas de seguridad electrónicos, según el portal de 20 minutos<sup>26</sup> de España dice que los dispositivos mecánicos antirrobo son los menos efectivos. En Colombia y en el mundo se han desarrollado varios tipos de sistemas de seguridad vehicular proporcionando información suficiente al conocimiento de esta área de la electrónica permitiendo mejorar así las debilidades y falencias que han tenido la mayoría de estos sistemas y reafirmando las fortalezas hasta mejorándolas con la ayuda de los nuevos componentes que se van desarrollando. Por lo cual esta idea aporta conocimientos a los futuros estudiantes para cada vez que se requiera incursionar en este tema se pueda implementar uno que sea mejor en diseño y funcionalidad. La ventaja de esta idea se orienta a la simplicidad y la capacidad de tener un producto funcional que combine, la electrónica con una funcionalidad simple y transparente a

---

<https://www.elconfidencialdigital.com/articulo/gadgets/robo-vehiculos-espana-problema-dificil-solucion/20181001132347116484.html>.

<sup>26</sup>DOMINGUEZ, Jesús. Sistemas antirrobo del coche: ¿cuál es el más seguro? 20minutos [en línea], 04 de agosto de 2017 [revisado 16 de octubre 2018]. Disponible en internet:<https://www.20minutos.es/noticia/3104908/0/sistema-antirrobo-proteccion-coche/>.

cualquier usuario y que a su vez puede ser una limitante ya que no aporta más allá de la tecnología que existe en el momento. Por lo tanto, tomamos una puntuación de 3 para este criterio.

**Económico:** Esta idea como se describe, está orientada a ser un sistema de bajo costo y fácil acceso, ya que el enfoque de este proyecto, es aportar una solución a la problemática de robos a motocicletas, esto significa que tiene un enfoque social, pero que a su vez nos permita desarrollar las habilidades adquiridas a lo largo de la carrera, a continuación se describe un valor aproximado de elementos básico que se necesitan tener para implementar este dispositivo, para así analizar su costo-beneficio.

Descripción	Valor
Modulo GSM/GPRS/GPS/BLUETOOTH	\$41.200 COP
TARJETA DE ADQUISICION ARDUINO NANO	\$12.000 COP
SENSOR DE VIBRACION	\$3.000 COP
CABLES Y COSTO DE EXTRAS	\$20.000 COP
TOTAL (costo aproximado)	\$76.200 COP

**Tabla 3.** Cotización de precios aproximados de elementos idea 1

Como se observa en la tabla el costo aproximado del dispositivo es de 70.100 pesos colombianos, esto nos indica que en teoría el dispositivo cumple con las necesidades del sistema a un bajo precio, teniendo la ventaja de no tener que pagar un sobre costo de montaje, como pasa en otro tipo de alarma además de mantener la integridad del sistema eléctrico de la moto. Por lo cual damos una valoración de 5 puntos con respecto a las demás. (Los precios se obtuvieron de AliExpress).

**Profesional:** La idea 1 toma como referencia las nuevas tecnologías como lo son las App para los Smartphone, aquellos dispositivos que se vuelven como una extensión más de nuestro cuerpo, que cada día se vuelven aún más útiles en nuestra vida cotidiana, y que por hoy están involucrados en la mayoría de los avances tecnológicos significativos y como lo plantea el artículo de Influencia del Smartphone en los procesos de aprendizaje y enseñanza<sup>27</sup>, estos dispositivos cada día son más parte de nosotros ya que con ellos se puede desde tener un tiempo de ocio, hasta ayudarnos vitalmente a desenvolvemos en nuestro diario vivir.

Además esta idea busca utilizar un sistema de comunicación que nos permita conectarnos a través de una red que esté presente en casi todo los rincones del área Nacional y que estamos acostumbrados a utilizar. De acuerdo a nuestro perfil profesional “El estudiante del programa se

<sup>27</sup> SILVA CALPA, Alicia Cristina y MARTINEZ DELGADO, Diego. Influencia del Smartphone en los procesos de aprendizaje y enseñanza. Fundación Universitaria Konrad Lorenz [en línea], 25 de marzo de 2017 [revisado 16 de octubre 2018]. Disponible en Internet: <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S2215910X17300010?token=198AA3A9A43446B012237F6C5886F4700C8F027780BFB2342A0465AFA2A543C91BFE1AFA0F8946F0E7DCA10667BBE41F>.

perfila como un profesional de la Ingeniería Electrónica con fortalezas en análisis, caracterización, diseño y desarrollo de soluciones electrónicas aplicadas a las áreas de telecomunicaciones, automatización y control industrial, robótica, haciendo frente a las necesidades de competitividad y optimización de los sectores industrial y comercial de su entorno local, nacional y global.”<sup>28</sup> Esta idea nos permite explotar gran parte de nuestras habilidades por tal razón decidimos dar una puntuación de 4, tomando en cuenta que aporta directamente a nuestro perfil como futuros ingenieros electrónicos, pero los otros productos planteados toman una mayor complejidad de realización que a su vez se traduce en mayores servicios.

**Social:** Esta idea como las otras está pensada para resolver la problemática social del hurto a motocicletas, pero lo que la hace especial para su desarrollo social, es el criterio económico con una relación de bajo costo con los suficientes servicios para teóricamente cumplir con la problemática propuesta, su diseño está pensado en su fácil uso, en su fiabilidad, compatibilidad con cualquier motocicleta, su diseño está pensado para ser lo más pequeño posible para mantenerse oculto ante los demás y mantener la protección del sistema eléctrico del automotor al ser de tipo no invasivo. Además, contribuye con los planes de seguridad del gobierno al mitigar el robo de vehículos de dos ruedas, que es el medio de transporte y trabajo del ciudadano promedio. Este criterio toma 5 puntos sobre la demás idea ya que es la que mejor brinda su servicio en teoría.

CRITERIO	IDEA 1				
	1	2	3	4	5
GUSTO PERSONAL					x
FACTIBILIDAD					x
ACTUALIDAD				x	
PERTINENCIA					x
ACADEMIA			x		
ECONOMICO					x
PROFESIONAL				x	
SOCIAL					x
SUBTOTAL	0	0	3	8	25
TOTAL	36				

**Tabla 4.** Evaluación de criterios idea 1

<sup>28</sup> FACULTAD DE INGENIERIA. Perfil del Egresado. Universidad Sur colombiana [ en línea], [revisado 16 de julio 2018]. Disponible en Internet: <https://www.usco.edu.co/es/estudia-en-la-usco/programas-pregrado/facultad-de-ingenieria/ingenieria-electronica/>

## **Idea 2 Candado Electrónico:**

El sistema se basa en la configuración básica de un candado que no solo se pueda acezar mediante una llave especial si no que también ofrezca la posibilidad de agregar un funcionamiento electrónico como lo es el sistema de alertas que al abrirse el candado sin autorización (la llave especial) este emitirá una alerta sonora que avisara a las personas que están cercas que el candado fue desarmado y a su vez el candado enviara una señal de alerta que contendrá la ubicación del mismo, llegando así una notificación del suceso a una aplicación móvil, alertando al usuario y esta no se desactivara hasta que se desarme adecuadamente el candado, brindando un uso transparente además de fácil ya que es un sistema común para las personas de hoy en día . El sistema será visible y de tamaño promedio para que se pueda poner en casi cualquier lugar de la moto, como, por ejemplo, disco de freno, cadena o gallinazo.

**Gusto Personal:** el candado electrónico es una idea que llamo nuestra atención ya que como la idea 1 responde a los criterios de solución de la problemática, de manera un poco distinta, lo que nos gusta de esta idea es la posibilidad de bloquear mecánicamente el automotor de manera que no se pueda mover, esta idea nació de la cultura en general de los candados ya que han simbolizado por generaciones la mejor forma de resguardar algo, y con el tiempo el concepto del candado ha ido cambiando agregando nuevas funcionalidades por más simples que sean. Pero no es nuestra favorita ya que a manera personal se quiere un dispositivo silencioso, que no alerte a simple vista pero que pueda responder a las diferentes perturbaciones, de tal forma la calificación que le ponderamos teniendo en cuenta las demás es de 4 puntos ya que sigue siendo muy útil para resolver la problemática y al ser tipo candado brinda la familiaridad de su fácil uso.

**Factibilidad:** El candado electrónico es una idea pensada para uso robusto ya que al estar expuesto debe garantizar su funcionalidad en las diferentes situaciones climáticas y lugares, además de brindar un bloqueo mecánico, por lo que sus pieza tiene que estar fabricadas en un material que resistan grandes tenciones. El candado al ser un elemento que se viene implementando desde hace mucho tiempo, se pueden encontrar en internet sus diferentes tipos de diseños y funcionalidades, pero a la hora de construirlo no solo se implica su parte electrónica que es la que avisara y mandara los datos, también repercute su parte mecánica que como ya se mencionó requiere de elementos de fabricación robustos como por ejemplo el acero<sup>29</sup>; Para construir este tipo de candado se requiere maquinaria especial, lo que implica un mayor costo en su fabricación y una gran complejidad de la misma, ya que al integrar la electrónica en él, se debe tener en cuenta que no solo el candado sea robusto si no que la electrónica empleada también lo sea, lo que eso representa tener en cuentas factores que aumentarían el valor del dispositivo, por lo que se sale de uno de los objetivos del proyecto el cual es que tenga un bajo costo, por tal razón la calificación dada es de 2 puntos.

**Actualidad:** Como se mencionó con la idea número 1 el tema de seguridad siempre será actualidad, siempre se buscarán nuevos métodos para evitar que los amigos de lo ajeno consigan lo que no les pertenecen, en específico los candados han venido en constante cambios buscando

---

<sup>29</sup> CALESSANDRINI. Candados y candados: cómo reconocer un candado de calidad en tres pasos. Club de seguridad Viro [en línea], 31 de enero de 2017 [revisado 18 de octubre 2018]. Disponible en Internet: <https://www.clubseguridadviro.es/candados-y-candados-como-reconocer-un-candado-de-calidad-en-tres-pasos/>.

cada día brindar mayor seguridad. Como por ejemplo caracol radio<sup>30</sup> escribió sobre estos candados futuristas que ya viene con tecnología Bluetooth 4.0 para su activación/desactivación además con esta tecnología permite la conectividad de varios al mismo tiempo, y así hay varios que por hoy en día han salido al mercado demostrando que es una idea que es de actualidad, y que hace parte de la innovación. Por lo que se le otorga la puntuación de 5.

**Pertinencia:** El candado electrónico es una idea que traza un camino a la solución de nuestra problemática de manera que como resalta en su descripción pretende impedir los hurtos, independientemente de si es una idea factible o no, es una idea que en otras áreas ya cogió cierto avance integrando la función mecánica con la eléctrica, y cada día será mayor el desarrollo de esta. Pero el hecho de trazar un camino a la solución no significa que esta sea la mejor opción o que esta cumple todos de los objetivos.

Como por ejemplo el riesgo que tiene un candado en su parte mecánica es la más obvia y es que la misma empresa de seguridad viro<sup>31</sup> en su portal afirma como identificar un candado de calidad para que sea un poco más resistentes a los daños lo cual significa una mayor dureza para violarlo pero sin embargo eso no garantiza que no se pueda abrir a la fuerza.

El factor de la visibilidad también es importante, la persona que quiera ejecutar el hurto va a estar sobre avisado y buscara la manera de evitarlo, y no solo por lo que se ha mencionado antes si no que también los nuevos candados electrónicos con tecnología Bluetooth son vulnerables y ya hay evidencias de esto, el portal electrónicos online punto COM afirmo que hay una vulnerabilidad en él envió de datos por medio de esta tecnología, el cual dice que se envían sin ningún tipo de protección lo que le permite a un código simple de hackeo desactivarla; por estas razones decidimos darle una puntuación de 3, porque aunque es una idea que ataca evidentemente al problema, por las diferentes evidencias decidimos que no cumple con lo la solución deseada.

**Académica:** De acuerdo con las fuentes consultadas en el pasado ítem, queda en evidencia que es un campo de conocimiento que ya se está explorando y que han dado como resultado lo que obtenemos hoy, los cuales tienen tecnología como por ejemplo de huella dactilar, WIFI y Bluetooth. Como también vimos todavía presentan cierto errores de protocolos de seguridad en cuanto al envió de información para de uso inalámbrico, lo que todavía los hace pocos seguros, lo que implica que se tiene que seguir investigando y mejorando, un ejemplo de esto es una tesis de maestría que se hizo en la universidad politécnica de valencia<sup>32</sup>, sobre la creación de un candado electrónico con tecnología Bluetooth 4.0 y GPS; Esta idea tiene mucho más que aportarle al área

---

<sup>30</sup> CARACOL RADIO. El candado del futuro que se abre con Bluetooth. Caracol [ en línea], 25 de agosto de 2017 [revisado 18 de octubre 2018]. Disponible en Internet:[http://caracol.com.co/radio/2017/08/25/tecnologia/1503681550\\_172014.html](http://caracol.com.co/radio/2017/08/25/tecnologia/1503681550_172014.html).

<sup>31</sup> CALESSANDRINI. Candados y candados: cómo reconocer un candado de calidad en tres pasos. Club de seguridad Viro [en línea], 31 de enero de 2017 [revisado 18 de octubre 2018]. Disponible en Internet: <https://www.clubseguridadviro.es/candados-y-candados-como-reconocer-un-candado-de-calidad-en-tres-pasos/>.

<sup>32</sup> PÉREZ BLANCO, IVÁN. Diseño de un candado electrónico inteligente controlado por bluetooth. Universidad Politécnica de Valencia, Departamento de Ingeniería Electrónica [en línea], 25 de Noviembre de 2016 [revisado 19 de octubre de 2018]. Disponible en Internet: <https://riunet.upv.es/handle/10251/74614>.

de la ingeniería electrónica y todo apunta a un mercado masivo de este tipo de sistemas. De esta manera damos una calificación de 4 puntos.

**Económico:** El hecho de que su estructura sea la de un candado, ofrece un sistema de bloqueo mecánico e implicaba un costo mayor, ya que los materiales a utilizar tiene que ser robustos para soportar las diferentes condiciones a las cuales va estar sometido, como por ejemplo el clima, el desgaste mecánico y los intentos de robo, además agregado a esto está su costo del proceso de fabricación, el cual tiene que ser con una maquinaria especial para que el candado pueda ser de calidad.

La razón anterior es solo una parte del proceso de llevar acabo esta idea, continuación se describe en un rubro del precio aproximado de un candado de calidad en el mercado, además de los materiales aproximado a utilizar en la implementación de este sistema.

Materiales	Precio (COP)
Candado de acero convencional VIRO	\$101.600
MODULO GSM/GPRS/GPS/BLUETOOTH	\$41.200
TARJETA DE ADQUISICION ARDUINO NANO	\$5.900
CABLES Y COSTO DE EXTRAS	\$20.000
TOTAL	\$168.700

**Tabla 5.** Cotización de elementos de idea 2.

Cabe tener en cuenta que el candado consultado es de tipo convencional, los candados tipo guaya en acero superan tal costo, los costos son sacados de mercado libre y AliExpress. Queda en evidencia que su costo queda aún más arriba de lo que cuesta aproximadamente la idea 1, y los servicios no difieren mucho a la de la primera idea, la calificación que se le otorga a este ítem es de 2 puntos porque no cumple con el objetivo base el cual es que sea un sistema de bajo costo.

**Profesional:** Al igual que la idea número 1 el candado el electrónico pone a prueba todas nuestras capacidades como ingenieros a la hora de implementarlo, se trabajaría el área de comunicaciones y de procesamientos de los datos para que envíe alertas, también abarca el área de desarrollo de aplicaciones móviles, proporcionando experiencia en cada uno de los campos mencionados, sin mencionar que otra experiencia que brinda esta idea es el hecho de realizar el diseño del candado, para que encaje con la parte electrónica, todo esto complementa y aporta la experiencia necesaria para nuestro perfil profesional, de hecho la tesis hecha en la universidad politécnica de valencia<sup>33</sup> es de maestría lo que nos hace pensar que vaya un poco más a ya de nuestras capacidades, la puntuación que le hemos otorgado es de 4 puntos.

**Social:** El candado electrónico ya está empezando a ser un hecho en otras áreas de la seguridad como en los hogares, por lo que el emplearlo en seguridad para motocicletas no estaría mal, pero por las razones que mencionamos antes creemos que no es el diseño más adecuado para esta

<sup>33</sup>PÉREZ BLANCO, IVÁN. Diseño de un candado electrónico inteligente controlado por bluetooth.Universidad Politécnica de Valencia, Departamento de Ingeniería Electrónica [en línea], 25 de Noviembre de 2016 [revisado 19 de octubre de 2018]. Disponible en Internet: <https://riunet.upv.es/handle/10251/74614>

solución ya que sus costos resultarían elevados y al ser un objeto visible está expuesto a mayores daños y la moto al ser un elemento móvil se podría presentar el caso de que pudieran desarmar el candado y la moto se la llevarían dejándola sin un sistema que logrará detectar su ubicación para hacer el respectivo seguimiento.

El aspecto social es el énfasis principal de este proyecto en general y no tenemos duda que es una manera también muy eficiente de atacar el problema, pero no cumple con todos nuestros objetivos mencionados antes, pero al igual valoramos que es una forma de llegar a la solución por esa razón otorgamos la puntuación de 3.

CRITERIO	IDEA 2				
	1	2	3	4	5
GUSTO PERSONAL				x	
FACTIBILIDAD		x			
ACTUALIDAD					x
PERTINENCIA			x		
ACADEMIA				x	
ECONOMICO		x			
PROFESIONAL				x	
SOCIAL			x		
SUBTOTAL		4	6	12	5
TOTAL	27				

**Tabla 6.** Evaluación de criterios idea 2

## **Producto 1 Llave Electrónica:**

**Gusto Personal:** Gusto de gran manera este producto por su uso actual ya que es muy común y muy útil el cual podemos tener prácticamente el control de nuestra moto en el tema del encendido y apagado dándole un puntaje de 5.

**Factibilidad:** la tecnología ha avanzado mucho a lo largo de los años y esto ha hecho que cosas que antes no se tenían en cuenta que se podían hacer, hoy sea posible, hoy en día la tecnología inalámbrica es algo que ha facilitado mucho la vida de las personas, ahora que esa tecnología sirva para tener seguridad en nuestro vehículo ha ayudado mucho, la llave electrónica enciende y apaga la moto desde su misma llave esto ocurre cuando algo llamado transportar que es un dispositivo miniatura que estas llaves tienen en el mando envía una señal alfanumérica que tiene que corresponder exactamente para que la motocicleta funcione de lo contrario se deshabilita el circuito eléctrico haciendo que no encienda la motocicleta por eso se le otorga una calificación de 3 ya que tendríamos un gran problema en extraviar la llave prácticamente la motocicleta quedaría inútil<sup>34</sup>

**Actualidad:** todos los días los medios de comunicación nos dice que la tecnología hace que la mayoría de las cosas estén actualizadas o desactualizadas esto pasa con la seguridad. No podemos negar que la tecnología ha hecho más seguras las cosas en este caso nuestros vehículos día a día son más seguros, pero tenemos un problema es que así como avanza la tecnología y existen personas que crean tecnología para volver nuestros vehículos seguros, existen personas que buscan la manera de violar esta seguridad al siempre estar actualizando nuestros sistemas de seguridad y que cada vez se haga más complejo el tema de violar la seguridad hace que el tema sea actual y siempre tienda estarlo por eso la calificación es un 4

**Pertinencia:** El sistema cumple los requerimientos, sin embargo debemos tener en cuenta que los Switch pueden ser violados manualmente y aunque esto lleva a que sean muy sencillos desarmarlos y unir los cables que hacen energizar la moto, el sistema detectaría tal violación entrando en un estado de bloqueo esto hace más complejo su robo pero no lo evitaría además que no se sabría dónde estaría la moto. Por lo cual se le puede dar una calificación de 3, ya que si se vuelve menos vulnerable pero tampoco es un gran avance en materia de seguridad

**Academia:** Si hablamos de llaves electrónicas sabemos que tiene tecnología convencional no negamos que hubo buena ingeniería, pero como tal aportarle no si podemos utilizarla de manera óptima que es el objetivo de todo producto en busca de mejorar alguna situación pero le damos la calificación de 3 porque es solo manejo de buena ingeniería y no un aporte al campo

**Económico:** El costo de estas llaves puede ser bastante relativo ya que depende de la complejidad de sus componentes tecnológicos si tenemos una llave que abra el Switch de la moto por señales

---

<sup>34</sup> PEÑA GUTIERREZ, Julian ¿Qué es seguridad electrónica?, TECNO Seguro, [en línea] marzo 2018, [revisado 10 enero 2019]. Disponible en internet:<https://www.tecnoseguro.com/faqs/general/que-es-seguridad-electronica>

de radiofrecuencia el valor puede estar alrededor de los 200 mil pesos colombianos, si tenemos una llave con más tecnología donde tenga un transponder y se envían combinaciones alfanuméricas se utilizan mayormente en los automóviles están alrededor y dependiendo la marca en unos 300 mil pesos a unos treientos mil pesos colombianos por eso para su uso efectivo hablando netamente de seguridad tiene un costo bastante elevado por eso le damos un 3<sup>35</sup>

**Profesional:** Al igual que las ideas anteriores la llave electrónica es un producto que pone a prueba mucho conocimiento adquirido en nuestra carrera, en ella podemos aplicar mucho el campo de comunicaciones y el campo de control. En el ámbito de comunicaciones lo podemos aplicar en el envío de todos los datos procesados para su óptimo funcionamiento y en el ámbito del control en todo lo que es el esquema para que la llave funcione como un control on/off. También en la parte del diseño podemos practicar mucha teoría adquirida durante la carrera ya que el producto tiene que tener una muy buena relación de costo beneficio saber que componentes utilizar de que calidad y con qué funcionalidad.

**Social:** Cuando nos damos cuenta que la mayoría de las cosas empiezan a cambiar de su manera análoga a una manera digital observamos cómo llegan estos nuevos sistemas de seguridad (llave electrónica) lo que hace sea algo novedoso para el dueño de su motocicleta como para el ladrón, al ser un artefacto nuevo donde comúnmente el hurto se hacía cuando se desarmaba el switch se unían los cables que energizaban la motocicleta y ya, ahora se topan con un sistema totalmente diferente donde si no es la llave la moto tiene un bloqueo eléctrico esto mejora mucho el índice a nivel social. Mejoro mucho a nivel de carros y aún falta mucha incorporación en modelos nuevos de motocicletas, aun así la tecnología ha avanza tanto y tiene tanta proyección que a futuro estos sistemas ya vendrán incorporados por la misma seguridad a este pero por el momento le damos una puntuación de 3 ya que falta optimización de costos para que sea para todo tipo de público.<sup>36</sup>

CRITERIO	PRODUCTO 1				
	1	2	3	4	5
GUSTO PERSONAL					x
FACTIBILIDAD			x		
ACTUALIDAD				x	
PERTINENCIA			x		
ACADEMIA			x		

<sup>35</sup> PASTORINO, Cecilia. Llaves electronicas RFID ¿Cuál es la opción más segura?, Weliveecurity, [en línea] 2 mayo 2018, [revisado 10 enero del 2019]. Disponible en internet: <https://www.welivesecurity.com/la-es/2018/05/02/llaves-electronicas-rfid-opcion-mas-segura/>

<sup>36</sup> Mauricio Romero. Seguridad: así funcionan y se duplican las llaves de encendido de los autos. EL TIEMPO. [En línea] 28 agosto 2018, [revisado 10 de enero 2019]. Disponible en: <http://www.carroya.com/noticias/guia-para-conductores/como-funciona-la-llave-inteligente-de-un-carro-3801>

ECONOMICO			x		
PROFESIONAL					
SOCIAL			x		
SUBTOTAL	0	0	15	4	5
TOTAL	24				

**Tabla 7.** Evaluación de criterios producto 1

### **Producto 2 Inmovilizador Eléctrico:**

**Gusto Personal:** Es un producto muy útil, en el momento de accionarlo este inmoviliza el motor esto nos da a nosotros como propietarios de la moto más tiempo para reaccionar al robo o en el mejor de los casos evitar el hurto. Este dispositivo complica el robo al ladrón ya que, si se quiere llevar la moto tendrá que remolcarla, pero al ser el método de jalado (llevarse la moto apagada) el más común para hurtar, este dispositivo no evitaría tal cosa, de hecho no avisaría la posición del vehículo, lo que hace más difícil recuperarlo. Por tal se le da una puntuación de 4

**Factibilidad:** Al ser un producto que lleva bastante tiempo cuenta con mucha y buena información en la red y esto lo podemos utilizar para sacar el mayor rendimiento a este sistema de seguridad. Para su instalación podemos perfectamente apoyarnos en la información o experiencias de las personas ya utilizando este producto. Además, contamos con diferentes precios en el mercado lo que hace abarcar más público por eso le doy una puntuación de 4<sup>37</sup>

**Actualidad :** En la actualidad se habla bastante de avances sobre diversos sistemas de seguridad para motos pero en este caso estamos hablando del inmovilizador electrónico lo cual llegamos a la conclusión después de consultar mucho y es que el inmovilizador electrónico en vez de mejorarlo para que cumpla más funciones solo lo han integrado en sistemas más completos donde una de sus

<sup>37</sup> MANUEL GARROTE, Enrique. Cerradura electrónica con sistema de Alimentación integrado en la llave. Universidad politécnica de Madrid [en línea] julio 2017, [Revisado 10 enero del 2019]. Disponible en línea: [http://oa.upm.es/47512/1/TFG\\_ENRIQUE\\_MANUEL\\_GARROTE\\_SOLA.pdf](http://oa.upm.es/47512/1/TFG_ENRIQUE_MANUEL_GARROTE_SOLA.pdf)

funciones sea inmovilizar el motor por esto en la actualidad podemos calificar el producto como un producto de muy poca funcionalidad hablando de un producto en específico le damos una puntuación de 3

**Pertinencia:** si se habla de robos hacia las motocicletas nos damos cuenta de que el inmovilizador electrónico solventa el problema de manera muy general a que nos referimos que si el ladrón solo tuviera una manera de hurto que fuera violar la seguridad manual de la moto encenderla y llevársela pues sería una solución con una eficiencia del cien por ciento pero ese es solo una modalidad de hurto por lo tanto en el momento damos una calificación de 3 por ser una solución muy limitada

38

**Academia:** El producto tiene una tecnología ya muy común por el cual no es mucho el aporte que nos pueda hacer en el campo de la ingeniería lo cual le damos una puntuación de 3 ya que hace un par de años fue muy innovador.

**Económico:** Como se dijo anteriormente el producto lleva bastante tiempo en el mercado lo cual tiene varios precios obviamente depende esto su diferentes tipo de tecnología que lleve el producto lo cual lo hace que sea más preciso y que tenga más durabilidad, entre otras cosas. Tenemos de varios tipos y precios desde 150 mil pesos colombianos hasta uno de muy buena calidad de 300 mil pesos colombianos por lo tanto le damos una puntuación de 4 al tener muchas opciones de precio para el público.

**Profesional:** El inmovilizador eléctrico le podemos aplicar lo aprendido en diseño de productos, para que este cuente con muy buena estética, para que tenga muy buena tecnología y sobre todo buscando la economía de las personas que sea un producto de alto impacto teniendo en cuenta la relación costo beneficio, toca tener en cuenta que tecnología es la más eficaz dependiendo el medio ya que la señal del bloqueo se envía a través de datos procesados y estos tienen q pasar obstáculos como paredes o diferentes objetos que posiblemente pueden interferir en la señal, sin embargo le damos una calificación de 3 ya que para el uso específico para el cual fue creado el producto tiene unos costos bastantes elevados.

**Social:** El producto ayuda con el problema del hurto en las motocicletas ya que se tiene el control del motor de la moto sin estar presente. Aunque el sistema es efectivo no evitaría el robo en métodos como el jaloneo. A nivel social ayuda a mitigar los índices de robo, pero después de ser robada la moto no se puede localizar por tal razón le damos una puntuación de 3.<sup>3940</sup>

---

<sup>38</sup> A. ARRIETA, Rowina. Funcionamiento de las llaves codificadas. Autosoporte. [En línea] 8 septiembre 2018, [revisado 10 de enero 2019]. Disponible en línea. <http://www.autosoporte.com/blog-automotriz/item/470-funcionamiento-de-las-llaves-codificadas-chip-inmovilizadores-de-los-vehiculos>

<sup>39</sup> ARBELAEZ LEON, David Ricardo. plan de negocio para una empresa dedicada a la distribución y comercialización de un localizador para moto: securita. Universidad EIA [En línea] noviembre 2016, [Revisado 10 enero 2019]. Disponible en línea: [https://repository.eia.edu.co/bitstream/11190/1815/1/ArbelaezDavid\\_2016\\_PlanNegocioEmpresa.pdf](https://repository.eia.edu.co/bitstream/11190/1815/1/ArbelaezDavid_2016_PlanNegocioEmpresa.pdf)

<sup>40</sup> HUERFANO GONZALES, Ana Milena. Creación de una empresa dedicada a la producción y comercialización del producto safe control en la ciudad de Bogotá. universidad distrital francisco José de caldas. [en línea] junio 2015,

CRITERIO	PRODUCTO 2				
	1	2	3	4	5
GUSTO PERSONAL				x	
FACTIBILIDAD				x	
ACTUALIDAD			x		
PERTINENCIA			x		
ACADEMIA			x		
ECONOMICO				x	
PROFESIONAL			x		
SOCIAL			x		
SUBTOTAL	0	0	15	12	
TOTAL	27				

**Tabla 8.** Evaluación de criterios producto 2

**Elección del benchmarking:** El objetivo de este sistema de calificación es ayudar a elegir la idea que aporte más puntaje en cada uno de sus ítems por medio de un análisis comparativo, para así lograr tener un criterio más sólido en la realización del proyecto, de forma que se pueda tener una mayor certeza al momento de brindar solución a la problemática.

según los criterios y los puntajes antes descritos se puede observar que la idea número **uno** tiene una mayor puntuación con respecto a la numero dos y con respecto a los dos productos, debido a que esta idea aterriza la solución de la problemática, y aporta directamente a los objetivos, ya que permite la realización de un producto factible, a bajo costo con respecto a los del mercado, además que nos permite como futuros ingenieros explotar las habilidades desarrolladas durante la carrera pero lo principal, es que esta idea viene con un sentido social de trasfondo ya que ofrece lo necesario para mitigar el impacto de la problemática. Así de acuerdo al Benchmarking se escoge la idea 1.

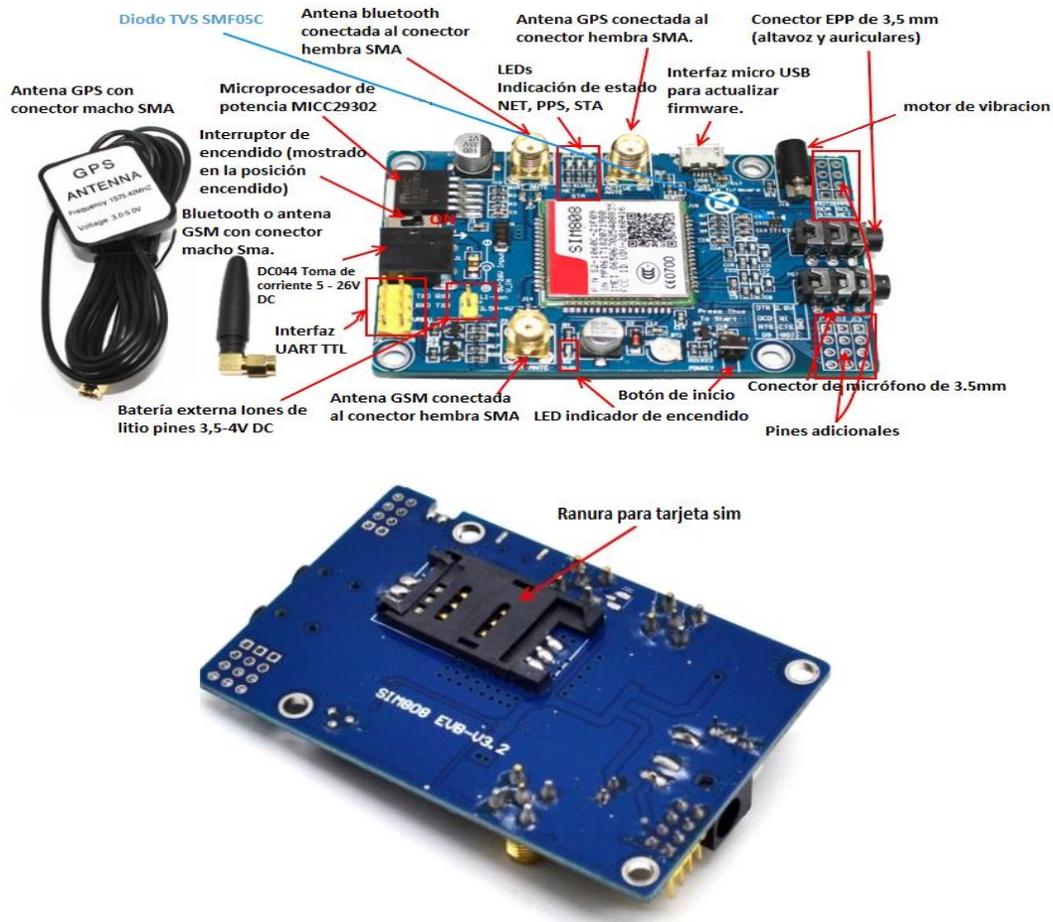
## 8.2 FASE ANALÍTICA CONCEPTUAL:

### 8.2.1 Elección de Componentes:

#### SIM 808

El módulo SIM808 es un módulo GSM / GPRS cuatribanda completo que combina la tecnología GPS para la navegación por satélite. El diseño compacto que integra GPRS y GPS en un paquete SMT ahorrará significativamente tiempo y costos para que los clientes desarrollen aplicaciones habilitadas para GPS. Con una interfaz estándar de la industria y una función de GPS, permite que los activos variables se puedan rastrear sin problemas en cualquier ubicación y en cualquier momento con cobertura de señal.

#### Partes de la tarjeta:



**Figura 14.** Modulo sim 808 explicativo de todas sus partes. Tomado de acoptex.com

El módulo SIM808 es un módulo GSM / GPRS cuatribanda completo que combina la tecnología GPS para la navegación por satélite. El diseño compacto que integra GPRS y GPS en un paquete SMT ahorrará significativamente tiempo y costos para que los clientes desarrollen aplicaciones habilitadas para GPS. Con una interfaz estándar de la industria y una función de GPS, permite que los activos variables se puedan rastrear sin problemas en cualquier ubicación y en cualquier momento con cobertura de señal.

#### **Funciones:**

- Enviar y recibir datos GPRS (TCP / IP, HTTP, etc.)
- Recibe datos GPS y datos A-GPS
- Enviar y recibir mensajes SMS.
- Hacer y recibir llamadas telefónicas.

#### **Características generales:**

- Cuatribanda 850/900/1800 / 1900MHz
- GPRS clase multi-slot 12/10
- Estación móvil GPRS clase B
- Cumple con GSM fase 2/2 + (Clase 4 (2 W @ 850 / 900MHz; Clase 1 (1 W @ 1800 / 1900MHz))
- Bluetooth: compatible con 3.0 + EDR
- FM: bandas mundiales de 76 ~ 109MHz con paso de sintonización de 50KHz
- Dimensiones: 24.0 \* 24.0 \* 2.6mm
- Peso: 3.30g
- Control mediante comandos AT (3GPP TS 27.007, 27.005 y comandos COM mejorados SIMCOM)
- Rango de tensión de alimentación 3.4 ~ 4.4V
- Bajo consumo de energía
- Temperatura de funcionamiento: -40 °C ~ 85

#### **Especificaciones para datos GPRS:**

- Clase 12 de GPRS: máx. 85.6 kbps (enlace descendente / enlace ascendente)
- Soporte PBCCH
- Esquemas de codificación CS 1, 2, 3, 4
- Pila de PPP
- CSD hasta 14.4 kbps
- USSD

#### **Especificaciones para SMS a través de GSM / GPRS:**

- Punto a punto MO y MT
- Transmisión celular por SMS
- Modo texto y PDU.

#### **Funciones de software:**

- 0710 protocolo MUX
- Protocolo TCP / UDP incorporado

- FTP / HTTP
- MMS
- POP3 / SMTP
- DTMF
- Detección de atasco
- Grabación de audio
- SSL
- Bluetooth 3.0 (opcional)
- TTS CN (opcional)
- Incrustado AT (opcional)

### **Especificación para GPS:**

- Tipo de receptor (22 de seguimiento / 66 de adquisición - canal; código GPS L1 C / A)
- Sensibilidad (Seguimiento: -165 dBm; Arranques en frío: -147 dBm)
- Tiempo hasta la primera solución (Arranques en frío: 30 s (típ.); Arranques en caliente: 1 s (típ.); Arranques en caliente: 28 s (típ.))
- Precisión (posición horizontal: <2.5m CEP)

### **Interfaces:**

- 68 almohadillas SMT que incluyen:
- Interfaz de audio analógico
- Interfaz PCM (opcional)
- Interfaz SPI (opcional)
- Copia de seguridad de RTC
- Interfaz de serie
- interfaz USB
- Interfaz para SIM externa 3V / 1.8V
- Interfaz de teclado
- GPIO
- ADC
- Almohadilla de antena GSM
- Almohadilla de antena GPS
- Almohadilla de antena Bluetooth

### **Compatibilidad:**

- Interfaz de comando celular AT

### **Módulo SIM808:**

- Soporta 2G 3G 4G SIM Card
- Se puede utilizar con Raspberry Pi y Arduino.
- tiene una interfaz de antena SMA: hay una interfaz de antena GSM, una interfaz de antena GPS a bordo y una interfaz de antena BT.
- tiene tres interfaces de entrada de alimentación: DC044 y V\_IN y una interfaz de batería de litio. Tenga en cuenta que el rango de DC044 y la entrada de voltaje del pin V\_IN es de 5 a 26 V, cuando use la 5 V como la alimentación, asegúrese de que la fuente de alimentación pueda

proporcionar una corriente de 2A. El rango de voltaje de la potencia de entrada de la batería de litio es 3.5 - 4.2V.

- tiene una interfaz USB, que se utiliza para actualizar el firmware del módulo SIM808.

## SIM800L



**Figura 15.** Mini Modulo SIM800L GPRS GSM. Tomado de belajarduino.com

Mini GSM / GPRS se basa en el módulo de SIM800L, soporta la red / GPRS cuatribanda GSM, GPRS y disponible para datos de mensajes SMS de transmisión remota. La placa cuenta con un tamaño compacto y bajo consumo de corriente. Con la técnica de ahorro de energía, el consumo de corriente es tan baja como 1 mA en modo de reposo. Se comunica con el micro controlador a través del puerto UART, apoya al mando, incluyendo 3GPP TS 27.007, 27.005 y SIMCOM mejorado Comandos AT. Módulo GSM/GPRS cuatribanda (QuadBand) SIM800L que permite el envío/recepción de llamadas, el envío/recepción de mensajes cortos (SMS) y operaciones por Internet sencillas como HTTP/UDP/FTP. Al ser cuatribanda funciona en cualquier país gracias a la red GSM global. No funciona con redes 3G. Funciona mediante comandos AT al igual que la mayoría de los módulos y shields GSM. Ideal para domótica como por ejemplo los avisos mediante SMS de las alarmas silenciosas para el hogar. Tiene el tamaño de una moneda de 2 euros. Incluye pines para soldar a la placa. Utiliza el mismo chip SIM800L que el módulo FONIA de Adafruit, por lo que se pueden utilizar las mismas librerías.

### ESPECIFICACIONES DE MINI MODULO SIM800L GPRS GSM

- Quad-banda de 850/900/1800 / 1900MHz.
- Enviar y recibir datos GPRS (TCP / IP, HTTP, etc.).
- Enviar y recibir mensajes SMS.
- Escanear y recibir emisiones de radio FM.
- Se conecta a cualquier red GSM global con cualquier tarjeta SIM 2G.
- Tensión de trabajo 3.5~4.2V.
- Temperatura de Operación -40° a 85 C 1.5 cm \* 1.8 cm \* 0.25 cm

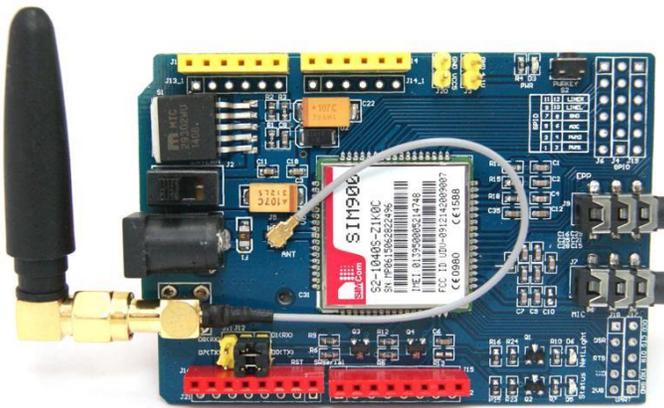
### CARACTERÍSTICAS DE MINI MODULO SIM800L GPRS GSM

- Dimensiones: 25x23x1 mm.
- Peso: 4.7 g.
- Marca: OEM.

### COMPATIBILIDAD DE MINI MODULO SIM800L GPRS GSM

Se comunica con el micro controlador a través del puerto UART, apoya al mando, incluyendo 3GPP TS 27.007, 27.005 y SIMCOM mejorado Comandos AT.

### SIM900



**Figura 16.** Módulo sim900. Tomado de propox.com

Esta es una tarjeta GPRS ultra compacta de comunicación inalámbrica. La tarjeta es compatible con todos los modelos de Arduino con el formato UNO, además puedes controlarla con otros micro controladores también.

La tarjeta está basada en el módulo SIM904. La tarjeta GPRS está configurada y controlada por vía UART usando comandos AT. Solo conecta la tarjeta al micro controlador, Arduino, etc., y comienza a comunicarte a través de comandos AT. Ideal para sistemas remotos, comunicación recursiva, puntos de control, mandar mensajes de texto a celulares, etc.

#### Características generales:

- Cuatribanda 850/900/1800/1900 MHz
- GPRS multi-slot clase 10/8
- Estación móvil GPRS clase B
- Cumple con GSM fase 2/2 + - Clase 4 (2 W @ 850/900 MHz) - Clase 1 (1 W @ 1800 / 1900MHz)
- Dimensiones: 24 \* 24 \* 3mm
- Peso: 3,4 g
- Control a través de comandos AT (GSM 07.07, 07.05 y SIMCOM comandos AT mejorados)
- Kit de herramientas de la aplicación SIM
- Rango de tensión de alimentación: 3.2 ... 4.8V

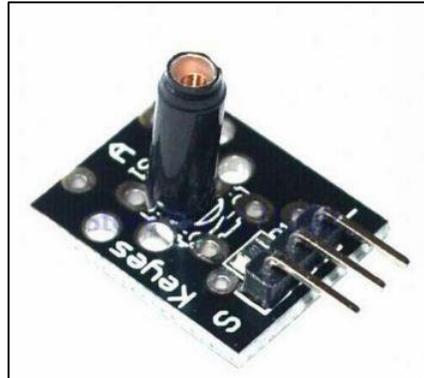
- Bajo consumo de energía: 1.0mA (modo de reposo)
- Temperatura de funcionamiento: -40 ° C a +85 ° C
- Especificaciones para fax: Grupo 3, clase 1
- **Especificaciones para datos**
- Clase GPRS 10: máx. 85.6 kbps (enlace descendente)
- USSD
- Modo no transparente.
- Especificaciones de PPP-stack para SMS a través de GSM / GPRS.
- Punto a punto MO y MT.
- **Funciones de software.**
- 0710 protocolo MUX.
- protocolo TCP / UDP incorporado.
- FTP / HTTP firmware especial.
- FOTA.
- MMS.
- Java (cooperar con Iasolution).
- Especificaciones AT incrustadas para voz.
- Tricodec - Half rate (HR) - Full rate (FR) - Enhanced Full rate (EFR).
- Operación manos libres (supresión de eco).
- AMR - Half rate (HR) - Interfaces de tasa completa (FR).
- Interfaz para SIM externa 3V / 1.8V.
- Interfaz de serie.
- Almohadilla de antena.

Cuadro comparativo módulos.						
Nombre del modulo	Tecnología	Temperatura de operación	Costo	Consumo energético	Dimensiones	Peso
Sim 808	GSM GPRS ((TCP / IP, HTTP, etc.)) GPS	-40 °C ~ 85	41200 mil pesos colombianos	3.4 ~ 4.4V	24.0 * 24.0 * 2.6mm	3.30g
Sim 800L	GSM GPRS (TCP / IP, HTTP, etc.).	40° a 85 C	40000 pesos colombianos	3.5~4.2V.	25x23x1 mm.	4.7 g.
Sim 900	GSM GPRS	-40 ° C a +85 ° C	97000 pesos colombianos	3.2 ... 4.8V	24 * 24 * 3mm	3,4 g

**Tabla 9.** Comparación de módulos

- En el momento de elegir el modulo correcto para hacer el proyecto se tiene que tener en cuenta las siguientes características como tecnología, temperatura, costo, consumo energético, dimensiones y peso. Primero se analiza la tecnología, se encuentra que es superior el modulo sim 808 ya que cuenta con la misma tecnología que el modulo sim 800L y el módulo sim900 pero además tiene una adicional que es fundamental para el proyecto pues el módulo sim808 quien integra el sistema GPS que esto a su vez simplifica la complejidad de la programación el tamaño del prototipo y el costo, por esto se concluye que el modulo sim 808.
- En temperatura se observa que los tres módulos cuentan con el el mismo rango de temperatura el cual es perfecto en el momento de ensamblar el prototipo, ya que este es diseñado para que se coloque en un lugar donde la temperatura causada por el motor no afecte el circuito y no pase el límite de temperatura para su óptimo funcionamiento.
- Cuando se habla de costos el mercado muestra que el modulo sim 808 es mucho más completo y económico ya que, aunque al momento de comparar precios el módulo sim800L es más económico, este sin embargo no tiene incorporado el sistema GPS lo cual hace que se tenga que adquirir lo que aumenta el presupuesto y a su vez la complejidad en el momento de programar, además el tamaño podría aumentar dependiendo del módulo GPS que se comprara.
- En alimentación se observa que el módulo sim808 tiene tres interfaces de entrada de energía DC044, V\_IN y una interfaz de batería de litio. Se tiene en cuenta que el rango de DC044 y la entrada de voltaje del pin V\_IN es de 5 a 26 V lo cual funciona a la perfección ya que gracias a este rango de voltajes se puede alimentar directamente con la batería de la motocicleta que genera 12V y así no se tendría problemas de sobre voltaje.
- Cuando se habla de dimensiones podemos ver que las tres tienen dimensiones similares, el módulo sim800L tiene las dimensiones más pequeñas y el módulo sim900 cuenta con las dimensiones más grandes, cuando se analiza los objetivos del prototipo en cuestiones de comunicaciones GSM/GPRS cualquiera de las tres califican para ser ensambladas, pero se elegiría el módulo SIM808 por su servicio adicional que también es fundamental para el prototipo que debe ser del menor tamaño posible
- En cuanto al peso si comparamos los tres módulos podemos ver que no hay mucha diferencia en sí y el peso en este caso no influye mucho ya que el producto se instalará dentro de la moto en un lugar el cual soporta pesos mayores.

## KY-002



**Figura 17.** Módulo de interruptor de vibración KY-002. Tomado de [henrysbench.capnfatz.com](http://henrysbench.capnfatz.com)

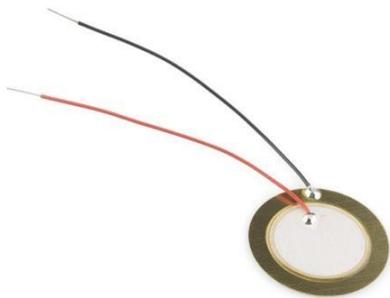
El módulo de interruptor de vibración KY-002 consiste en un resorte de vibración conductivo y una resistencia de 10k, reaccionará a los golpes y vibraciones cerrando el circuito. Uso que podría darse le sería la adquisición de las vibraciones que se tiene en cierto sistema antes de que este falle por completo, ya que como sabemos la vibración es el peor enemigo para sistemas electromecánicos que no cuentan con un amortiguamiento óptimo.

Conexión: Conecte la línea de alimentación (medio) y tierra (-) a +5V y GND, respectivamente. Conecte la señal (S) al pin digital en el Arduino.

### Especificaciones Técnicas

- Voltaje de funcionamiento 5v.
- Dimensiones 18.5mm x 15mm [0.728in x 0.591in]
- Peso: 4g.

### Sensor Piezo Eléctrico 27 Mm



**Figura 18.** Sensor Piezo eléctrico 27 mm. Tomado de [geekbotelectronics.com](http://geekbotelectronics.com)

El sensor piezo eléctrico es útil cuando se necesita detectar vibración o un golpe. Este sensor se puede utilizar con facilidad al leer el voltaje de salida. También pueden ser utilizados para un transductor de audio muy pequeño tal como un zumbador (buzzer).

Están formados por dos chapas muy finas de distintos metales, o en ocasiones, de una chapa de metal sobre la que se deposita una capa fina de cerámica o algún tipo de cristal. De este modo, al recibir una presión emiten una corriente eléctrica, que no es tan alta como para notarla en la mano, pero sí es suficiente para generar una señal electrónica útil para algunas aplicaciones.

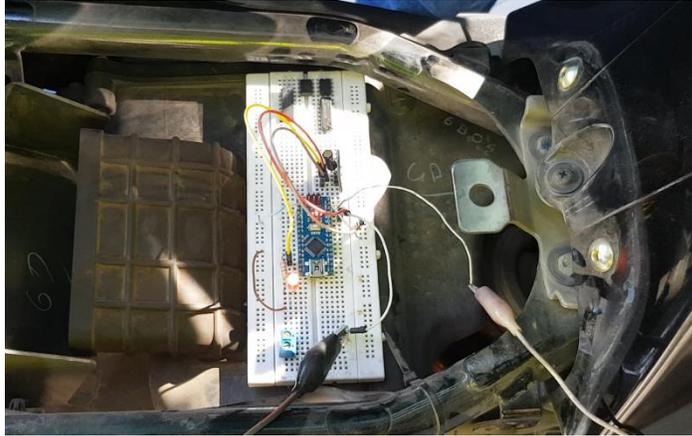
### **Elección del Sensor:**

Lo primero que se probó luego de escoger los demás componentes fue el sensor de vibración, para la primera prueba se utilizó un sensor de vibración piezo eléctrico con salida analógica, y respondió bien para lo que se quería a primera instancia, eso era que cuando se tocara el sensor, hubiese cierta presión sobre el o un vibración muy fuerte cerca de él, la tarjeta de adquisición reaccionara con un mensaje de alerta. Cuando el sensor piezo eléctrico pasó a aprobarse con las vibraciones de una moto, este no tenía la suficiente sensibilidad para detectarlas y solo detectaba los golpes muy fuertes, lo que dejó claro que no era el sensor indicado para el proyecto.



**Figura 19.** Prueba sensor piezo eléctrico

Luego de buscar en el mercado economía y otro tipo de sensor que ofrecería mayor sensibilidad, se encontró el sensor KY-002 con salida digital, este sensor en sus primeras prueba logro demostrar una mayor sensibilidad no solo a vibraciones presentes si no a giros en la protoboard donde estaba el sensor, cuando se probó con la moto, el resultado fue impecable ya que censaba todas vibraciones que producían en la moto, desde golpes, pasando por vibraciones en el motor, giros en la moto, y desplazamientos en la misma, Por esta razón, por la arquitectura y la salida digital del sensor fue escogido.



**Figura 20.** Prueba sensor ky-002

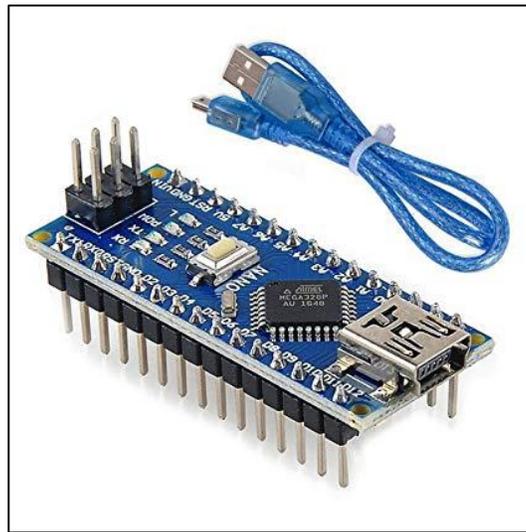
### **Módulo Relé de un canal Arduino**

Módulo de relé de 1 canal. Esta es una tarjeta de interfaz 5V 1-Channel Relé. Capaz de controlar un dispositivo y otros equipos con corrientes grandes. Puede ser controlada directamente por el micro controlador (Arduino, 8051, AVR, PIC, DSP, ARM, ARM, MSP430, familia TTL, raspberry. Placa de 5v, consume 50-60mA. Equipado del relé de gran intensidad, AC250V 10A; DC30V 10A. Indicación de LED para el estado de la salida de cada relé.

#### **Aplicación:**

Soporta todo control MCU.  
El campo industrial.  
Control del PLC.  
Control del hogar inteligente.

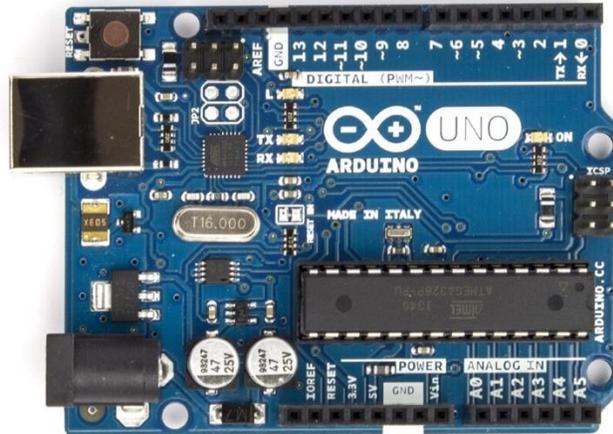
## Arduino Nano V3



**Figura 21.** Arduino nano. Tomado de store.arduino.cc

- Es mucho más pequeño que el Arduino Mega. Está basado en el micro controlador ATmega328. Tiene una entrada mini-USB a través de la cual se puede subir el código fuente para la ejecución de los comandos.
- Viene con 14 puertos digitales de entrada/salida, 8 puertos análogos, una memoria de 32 KB, 2 KB de SRAM y 512 bytes de EPROM.
- Su ClockSpeed es 16 MHz. Funciona con un voltaje que puede estar en el rango de 7 a 12 voltios. Entrega una corriente de 40 mA.
- Aparte de algunas desventajas como un número menos de puertos de entrada/salida o un menor espacio en la memoria, es prácticamente idéntico al Arduino Mega.
- Se carga el código desde Arduino IDE, utilizando el mismo proceso que para con el Arduino Mega.
- Los códigos son perfectamente compatibles de una placa a otra.
- Cuando se compra uno de estos dispositivos se puede elegir si se desea un micro controlador con pines machos o bien un micro controlador sin pines ni soldadura, para que el usuario lo modifique a su antojo.

## Arduino Uno.



**Figura 22.** Arduino uno. Tomado de [store.arduino.cc](http://store.arduino.cc)

La Arduino Uno es una Board basada en un microcontrolador Atmega328. Tiene 14 pines de entrada/salida digital (de los cuales 4 pueden ser utilizados para salidas PWM), 6 entradas análogas, un resonador cerámico de 16 MHz, un conector para USB tipo hembra, un Jack para fuente de Poder, un conector ICSP y un botón Reset.

Tiene todo lo necesario para manejar el controlador, simplemente conectamos al computador por medio del cable USB o una fuente de poder externa, que puede ser un adaptador AC-DC o una batería, cabe aclarar que si se alimenta a través del cable USB en el ordenador no es necesario una fuente externa.

Para programar la Board se necesita el IDE Arduino.

### Características

- Micro controlador: ATmega328
- Voltaje Operativo: 5v
- Voltaje de Entrada (Recomendado): 7 – 12 v
- Pines de Entradas/Salidas Digital: 14 (De las cuales 6 son salidas PWM)
- Pines de Entradas Análogas: 6
- Memoria Flash: 32 KB (ATmega328) de los cuales 0,5 KB es usado por Bootloader.
- SRAM: 2 KB (ATmega328)
- EEPROM: 1 KB (ATmega328)
- Velocidad del Reloj: 16 MHZ.

## Raspberry Pi 3 Model B+



**Figura23.** Raspberry Pi 3 modelo B+. Tomado de [static.raspberrypi.org](http://static.raspberrypi.org)

Cuando nadie lo esperaba, en marzo de 2018 la Raspberry Pi Foundation lanzaba el Raspberry Pi 3 Model B+. Este nuevo micrordenador ha supuesto un rediseño absoluto de la placa, manteniendo el mismo tamaño y la misma posición de los elementos que en el modelo Pi 3 (algo importante, ya que nos valen las mismas cajas), pero ha cambiado el procesador por otro más potente que funciona a 1.4 GHz, y además elimina el cuello de botella de la conectividad incluyendo Bluetooth 4.2, BLE, Wi-Fi a doble banda 2.4 GHz y 5 GHz y, además, la tarjeta de red, Gigabit Ethernet, ya no está limitada a los 100 Mbps, sino que es capaz de alcanzar los 300 Mbps al funcionar sobre USB 2.0

Todas las especificaciones técnicas de este nuevo modelo de Raspberry Pi 3 son:

- CPU + GPU: Broadcom BCM2837B0, Cortex-A53 (ARMv8) 64-bit SoC @ 1.4GHz
- RAM: 1GB LPDDR2 SDRAM
- Wi-Fi + Bluetooth: 2.4GHz y 5GHz IEEE 802.11.b/g/n/ac, Bluetooth 4.2, BLE
- Ethernet: Gigabit Ethernet sobre USB 2.0 (300 Mbps)
- GPIO de 40 pines
- HDMI
- 4 puertos USB 2.0
- Puerto CSI para conectar una cámara.
- Puerto DSI para conectar una pantalla táctil
- Salida de audio estéreo y vídeo compuesto
- Micro-SD
- Power-over-Ethernet (PoE)

Comparación de micro controladores			
Nombre de la tarjeta	micro controlador	tecnología	Precio
Arduino Nano	Atmega328	Memoria flash 32KB SRAM 2KB	12000 pesos colombianos
Arduino uno	Atmega328	Memoria flash 23KB SRAM 2 KB	24000 pesos colombianos
Raspberry pi 3	Broadcom BCM2837B0	RAM 1GB  Wifi, bluetooth, HDMI, puerto CSI, puerto DSI, Micro SD	170000 pesos colombianos

**Tabla 10.** Comparación de microcontroladores.

Para elegir la tarjeta se compararán el Arduino nano, el Arduino uno y la Raspberry pi3 ya que son tarjetas de fácil adquisición en cualquier parte del país estas llevaran a cabo los procesos lógicos del sistema y se necesita una que cumpla con los requisitos y que sea económica para mayor optimización de recursos. Se analiza los siguientes parámetros primero la tecnología que traiga sea acorde a la tecnología que se necesita para el procesamiento de datos del prototipo. El Arduino nano y el Arduino uno tiene un micro controlador atmega328 el cual es suficiente para la complejidad de procesamiento de datos, se descarta la raspberry pi3 ya que su avanzada tecnología no será utilizada en el prototipo lo cual hace que su costo de 170000 pesos colombianos sea exagerado para los procesos lógicos simples que realizaría. El Arduino uno y el Arduino nano al contar con la misma tecnología son las tarjetas más opcionadas a utilizar y ya lo siguiente sería analizar los tamaños y el costo el cual evidentemente el Arduino Nano es la mejor opción.

### 8.2.2 Funcionalidades del Sistema de Seguridad:

El dispositivo de seguridad constará de un pliego de funciones, estas funcionalidades fueron descritas en la sinopsis de la idea del proyecto, pero para términos del desarrollo de la metodología es necesario en listarlas esto le permitirá al usuario conocer claramente los alcances del proyecto, además de que pueda hacer buen uso del dispositivo, de acuerdo a lo mencionado en la fase analítica conceptual, estas son las siguientes funciones para el Sistema de Monitoreo Antirrobo para Motocicletas:

- Sistema de control por aplicación móvil vía SMS.
- Sistema de Ubicación GPS
- Sistema de alerta de conexión o desconexión de batería principal, cuando se tiene la batería de reserva (opcional).
- Base de datos para consultar el historial de las perturbaciones.
- Configuración de marcación rápida a contacto de emergencia por medio de la App móvil.
- Sistema de alertas con ubicación.

### 8.3 FASE TÉCNICA CREATIVA:

#### 8.3.1 Propiedades del Sistema de Seguridad:

Para este punto del proyecto ya se tiene claro las funciones principales y secundarias del proyecto, además de sus respectivos componentes para lograr aquellos requerimientos; en este proceso una parte importante en la etapa de diseño de un nuevo producto es definir las propiedades del dispositivo, estas enfocadas en lo visible, estas son:

- **Portabilidad:** se consideró esta propiedad como la más importante ya que, al ser un dispositivo para motocicletas, el tamaño es un factor clave ya que un menor tamaño nos permite un lugar seguro para poner el sistema sin ser detectado, el tamaño del dispositivo será de (6.3 x 7.5 x 9 cm).
- **Dispositivo no Invasivo:** permite que el sistema pueda ser puesto en cualquier moto sin necesidad de configuración especial, además de que previene, causar fallas aleatorias en el sistema eléctrico de la motocicleta, salvaguardando la integridad y garantía de esta.
- **Batería de reserva:** el dispositivo cuenta con un socket para alimentación secundaria en caso de sea desconectada la batería principal, previniendo un apagado del sistema si la batería principal falla, el uso de esta propiedad es totalmente opcional.
- **Color:** el color es una propiedad relevante para este proyecto, puesto que permite camuflar el dispositivo con los componentes internos de la moto. Normalmente el color de los demás elementos son de color negro por tanto el sistema de monitoreo antirrobo para motocicletas también será del mismo color.
- **Cables de alimentación:** los cables de alimentación serán los suficientemente largos de manera que le permita al usuario tener la posibilidad de poner el dispositivo donde se le ajuste mejor, será señalados por los colores Rojo como positivo, y Negro como Tierra.
- **Antena GPS:** para el funcionamiento correcto del GPS es necesario tener una antena, esta permite que se conecte correctamente a los satélites disponibles en la zona para el envío de coordenadas. Esta antena se debe ubicar en un punto donde la moto no bloquee la recepción de la señal, para esto tendrá el largo suficiente para ubicarse en cualquier punto de la motocicleta.

#### 8.3.2 Tipo(S) De Conexión(Es):

Las conexiones a manejar en este proyecto dependieron de los alcances y funcionalidades propuestas, por tal razón se escogieron elementos que permitan cumplir con los requisitos. Las conexiones que tendrá el sistema de monitoreo antirrobo son:

- **Conexión GSM/GSRM:** permite la interconexión de dispositivos mediante la red de telefonía celular, gracias al gran número de antenas que facilitan la cobertura a nivel nacional. Esta conexión es fundamental por el servicio que ofrece.
- **Conexión GPS:** esta conexión es un pilar en el proyecto ya que gracias a este servicio se puede saber con un alto nivel de precisión el lugar donde se encuentra el dispositivo. Su nivel de precisión está alto gracias a su sistema de conexión multicanal que ofrece el módulo SIM808 donde se conecta con hasta 22 satélites para tener mayor exactitud.
- **Conexión a Internet:** Aunque este servicio no es utilizado propiamente por el dispositivo, si se utiliza en la aplicación móvil donde opcionalmente para consultar las alertas el usuario requerirá una conexión a internet para abrir los mapas.
- **Conexión Serie:** la conexión de comunicación que maneja el Arduino nano con el módulo SIM808 es de tipo serial, con una velocidad estándar de 9800 Baudios.

### 8.3.3 Boceto del Sistema de Alarma

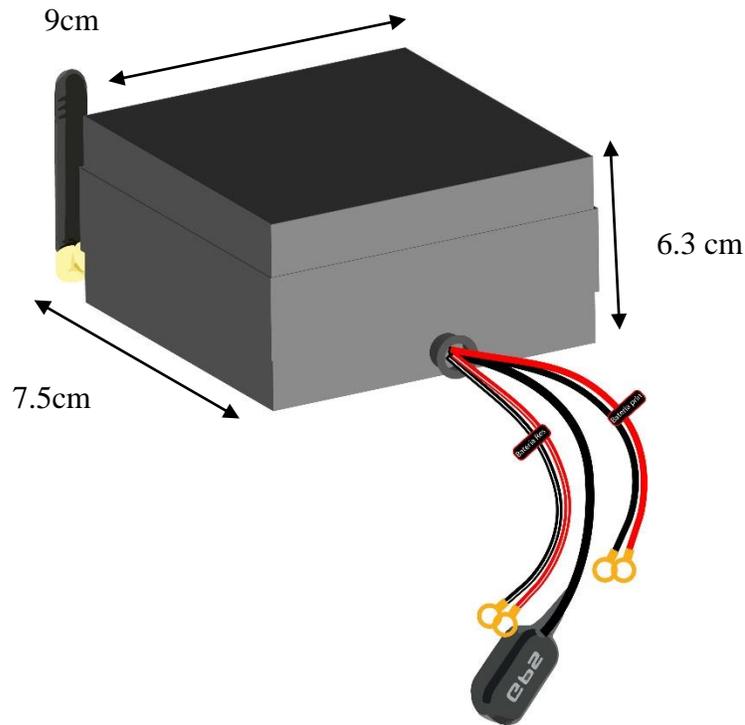
Pensar en el diseño físico de un producto es quizás unas de las cosas más importantes y difíciles de un proyecto ya que cada detalle en su construcción cuenta, además, su diseño puede ser enfocado de varias maneras, este proyecto se ha basado en los pasos para la creación de nuevos productos, donde sea utilizado el análisis comparativo para la mayoría de los procesos.

En cuanto al diseño del boceto físico de este, se prefirió contar con una perspectiva diferente, tomando la visión del libro de DON NORMAN escritor del libro “The design of everyday things” que significa El diseño de los objetos cotidianos de sus palabras en inglés, donde habla del diseño centrado en el usuario o HCD (human-centered design), el cual lo describe como un proceso exclusivo para asegurar que las necesidades del usuario sean cubiertas por completo, siendo la razón principal de este enfoque que el diseño del producto sea usable y comprensible por el usuario en pocas palabras intuitiva con su uso, de manera que el escritor se centra en resolver el problema de manera que sea acorde las capacidades y necesidades del usuario final.<sup>41</sup>

Por lo anterior se pensó en un producto que va enfocado a toda clase de motociclistas, pero en especial a aquellos de clase media y baja; donde su moto aparte de ser para salidas y actividades de ocio, también lo es para trabajo, por lo cual se requiere que sea un producto de bajo costo, y sobre todo sea dotado de un diseño simple e intuitivo, que desde que se tenga en las manos sea fácil deducir para que sirve cada salida o cada botón, por lo cual se pensó que el producto tendría que ser de forma cuadrada para un mejor agarre y encaje en el chasis de la moto, asimismo esta forma servirá para ser usada como camuflaje.

---

<sup>41</sup> NORMAN, Don. The design of everyday things. Revised and Expanded Edition. New York: BASIC BOOKS, 2013. Cap.6, P.217



**Figura 24.** Prototipo de sistema de monitoreo.

### 8.3.4 Desarrollo Del Prototipo Del Sistema De Monitoreo Antirrobo Para Motocicletas

Teniendo en cuenta la solución deseada, la tecnología escogida para su respectivo funcionamiento, las propiedades funcionales y físicas del proyecto, a continuación, se describe el desarrollo del funcionamiento tanto de hardware como software que permite que el dispositivo alcance los objetivos propuestos, además de un diagrama de bloques que explica las conexiones existentes en el prototipo para dar claridad de la operatividad del dispositivo.

#### 8.3.4.1 Hardware

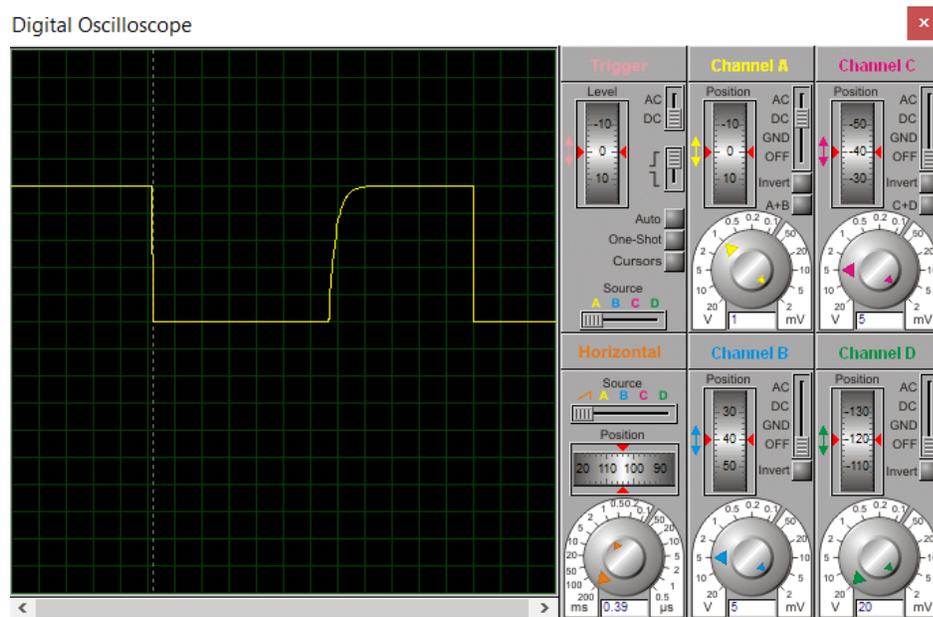
- **Etapa de control:** el control lógico del proyecto está a cargo del Arduino Nano V3.0. Sus cualidades fueron descritas anteriormente, este se encarga de la adquisición de datos y control sobre todas las salidas y entradas del sistema.

El Arduino nano está conectado con el sensor ky-002 por medio de la entrada digital número 10 (D10), ya que el sensor tiene una salida de señal digital para su

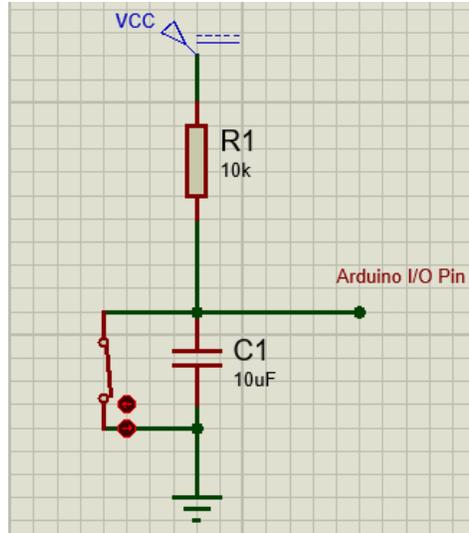
procesamiento directo, como se denota en el desarrollo teórico este sensor es de tipo Switch, donde ante cualquier vibración presente en la moto se activará y mandará la señal.

El Arduino está alimentando por medio de una salida digital (D8) a un Led que sirve como testigo del funcionamiento, el cual al encender el sistema alumbra una vez, cuando la alarma esta desactivada hace un parpadeo y cuando la alarma detecta algún movimiento indeseado este alumbra el tiempo que dure la vibración.

Por otro lado, se tiene el Switch de desactivación manual del sistema de la alarma, mas no del dispositivo en general, el cual apaga el censado de la alarma cuando este manda un alto, la señal del Switch es recibida por el puerto digital número 5 del Arduino. El Switch está equipado con una configuración anti rebote que le permite tener al Arduino una lectura estable sin llegar a tener errores de estados por lo rebotes presente al hacer el cambio de posición, como se muestra en las imágenes.



**Figura25.** Tipo de Señal switch anti rebote

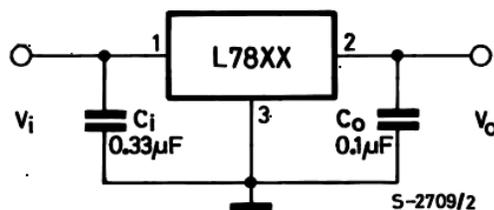


**Figura 26.** Esquemático Switch anti rebote

Este Switch fue puesto para desactivar la alarma sin tener que apagar todo el dispositivo e iría en una zona de difícil acceso y que solo el usuario pueda tener conocimiento.

Para el sistema de censado de la batería principal se tiene un regulador como interfaz de potencia con el Arduino, este va conectado al puerto digital número 2 del Arduino, donde el lee la salida del regulador L7805 (regulador de 12 a 5 voltios), para ajustar la interfaz y evitar daños. Lo que permite que cuando el regulador este encendido signifique que la batería principal lo está alimentado, la señal que va al Arduino va equipada por un circuito anti rebote a la entrada de D2 para evitar errores en la lectura de los estados en la desconexión y conexión de la batería. Esa señal es interpretada por el micro controlador e Informa al usuario de que la batería principal está, o no conectada.

La configuración utilizada para el regulador fue la recomendada por el fabricante.



**Figura 27.** Esquemático del regulador L7805

Otro componente el cual es muy importante es la Shield SIM808 Evb 3.2 con la que se comunica por medio de vía serial, para esta se definió los pines digitales 6 y 7 como TX y RX respectivamente en el Arduino con una velocidad de comunicación de 9600 baudios, aparte de esta comunicación serial, también se usaron los pines RI y D9 de la Shield como indicador de SMS y pin de encendido o apagado, respectivamente, donde RI va como una

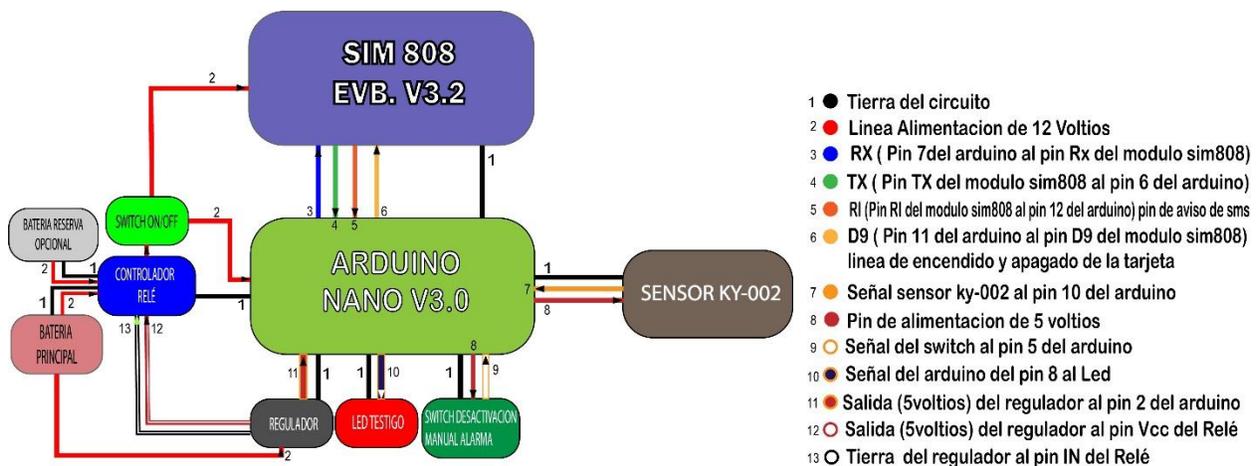
entrada al puerto digital 12 y del puerto digital 11 del Arduino nano va como una salida al puerto de D9 de la Shield.

Teniendo presente las conexiones anteriormente descritas se repasará rápidamente su función, la SIM808 es un módulo GSM/GPRS/GPS que cuenta con una antena para amplificar la recepción de señal GSM/GPRS y tener así una conexión estable, además de esto consta de una antena de recepción GPS que se conecta con hasta 22 satélites para tener una señal confiable.

Este módulo se encargará de enviar y recibir mensajes de texto para su comunicación mediante el uso de una SimCard, dicho número se enlazará a un Smartphone que el usuario mismo tendrá la facultad de registrar. Los mensajes de texto se enviarán de forma transparente al usuario por medio de la aplicación móvil, permitiendo el control remoto; para esto es necesario que tanto el usuario como la SimCard tengan saldo para la comunicación.

La SIM808 integra un GPS que permite obtener las coordenadas del lugar donde se ubica el dispositivo, con 66 canales de adquisición y 22 canales de seguimiento. El GPS envía sus coordenadas solo con las siguientes dos condiciones, la primera y más predecible es cuando la alarma este activa y esta detecte la vibración, es entonces cuando se envía la notificación, se envía de una vez con las coordenadas del dispositivo, la segunda condición es que el usuario por medio de la App haga la petición de la ubicación al dispositivo entonces se le enviara al usuario la información requerida de las coordenadas, en ambos casos la información es interpretada por los servicios de la API de Google Maps. En pruebas realizadas mantiene una conexión estable con los satélites y de manera muy precisa casi se compara con la precisión que ofrece los servicios de ubicación de Google.





**Figura 29.** Diagrama de bloques de conexiones del prototipo

En el diagrama de bloque se tienen las conexiones en numeradas además de estar distinguidas por colores.

### Batería de reserva:

Una de las reglas de diseño es trabajar bajo las peores condiciones, de acuerdo a eso se pensó en la posibilidad de que la fuente de energía del sistema (batería de 12 voltios de la moto) pudiese ser removida en medio de un intento de hurto, lo cual llevaría al apagado inmediato del sistema y por consiguiente la inhabilitación para alertar. Este problema abarca el hecho de colocar una batería de reserva, aumentado de por si los costes de fabricación; entonces para evitar elevar demasiado dichos costos se implementó la electrónica para conectar una batería de reserva sin incluirla como parte del dispositivo, dándole la libertad al usuario de elegir de acuerdo a la situación económica.

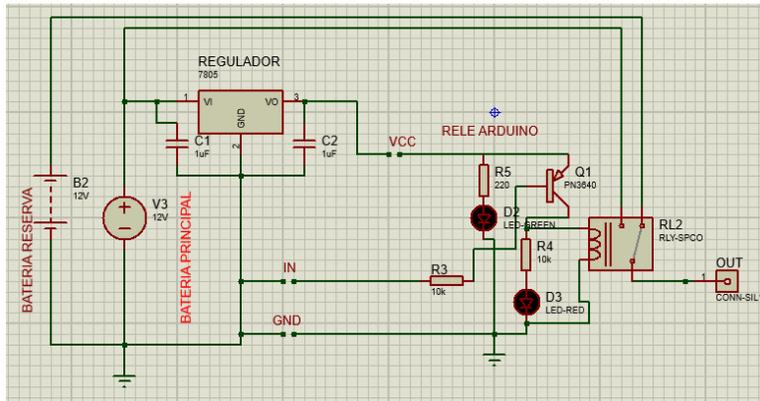
La electrónica que se implementó para este sistema fue un módulo relé que hace las veces de interruptor entre las fuentes.

La alimentación del módulo relé está dada por la salida del regulador L7805; la señal del funcionamiento está dada por la tierra del regulador ya que su activación es en bajo.

En el puerto normalmente cerrado (NC) va conectada la batería de reserva y en el puerto normalmente abierto (NO) va la batería principal, y la salida por el común

De forma que cuando esté conectada la batería principal el regulador manda la señal de tal conexión y el módulo relé cambiaría de la batería de reserva (NC) que estaría alimentando el circuito a la batería Principal (NO) para que lo alimente, y de forma viceversa cuando la batería principal sea desconectada.

Cabe resaltar que no es necesario tener esta batería para el correcto funcionamiento.



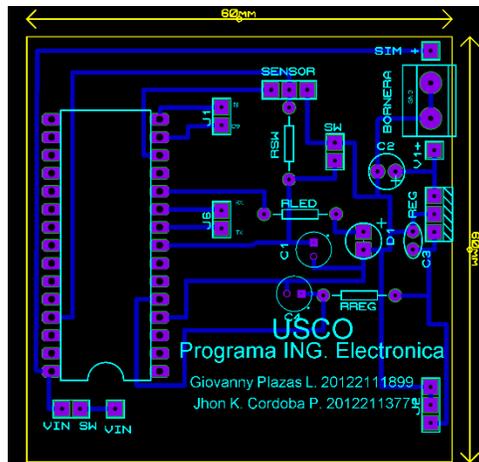
**Figura 30.** Circuito batería de reserva

### 8.3.4.1.1 Diseño De La Placa Del Dispositivo:

Para el diseño de la PCB (Printed Circuit Board) o placa de circuito impreso en español, se utilizó la ayuda de un programa especial para la simulación y realización de circuitos impresos, en este se acomodaron cada uno de los componente mencionados en cada una de las etapas del proyecto a excepción de la Shield SIM808, que iría debajo de la PCB.

Las rutas de la PCB fueron diseñadas con un grosor de 0.25 mm para garantizar un correcto flujo de corriente, además para el material de la placa se escogió en FR4 un tipo de Fibra de Vidrio que tiene la propiedad de soportar temperaturas ciertamente altas, además de su propiedad aislante y de su economía

La PCB tendrá un tamaño de 6x6 cm y su diseño es el siguiente:

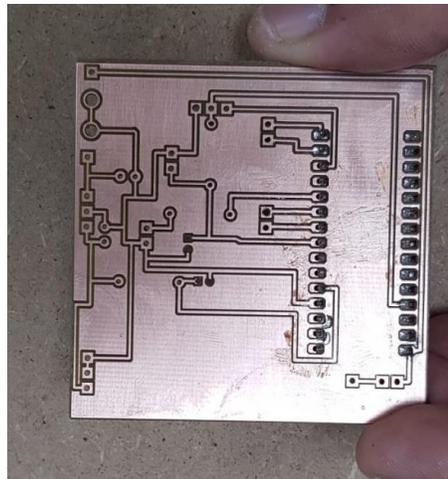


**Figura 31.** PCB diseño de impresión.



**Figura 32.** Aproximacion real del diseño de la PCB

Teniendo terminado dicho modelo, se imprime la PCB y se tiene la placa del Circuito en físico listo para soldar sus componentes:



**Figura 33.** PCB fisica

Una vez terminado de soldar se tiene el siguiente resultado:



**Figura 34.** Placa soldada

### 8.3.4.2 Software:

#### 8.3.4.2.1 Sketch Arduino:

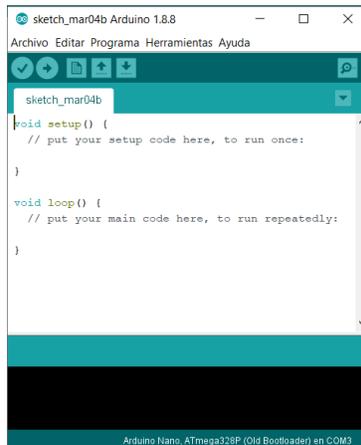
Trabajar con Arduino ofrece grandes ventajas, todos los micro controladores de Arduino cuentan con un Software editor de código abierto llamado Arduino Software (IDE) el cual facilita la compilación del código y la carga de este a cualquiera de sus placas, este Software es libre y su entorno está escrito en Java.

El editor Arduino Software (IDE) utiliza un lenguaje de programación basado en C++ aunque con variaciones. La referencia para el lenguaje de programación de Arduino se puede encontrar en su propia página oficial.<sup>42</sup>

Este software es fácil de manejar ya que cuenta con múltiples librerías que hacen más práctico el desarrollo de la programación.

El programa es en primera instancia muy intuitivo con una interfaz limpia. Contiene una ventana principal en la cual se escribirá el código, con un orden de parámetros simples, primero se describirán las variables y el tipo de cada una de ellas, luego se llamarán las librerías con las cuales se van a hacer posible la interpretación de algunas funciones del código, después en el Void Setup se indicarán los parámetros iniciales como la definición de variables de entradas y salidas de la placa, además del código de inicio del programa; posterior a eso se tiene el código de ciclo infinito donde se alojarán las funciones del proyecto en el Void Loop.

Con este editor se tiene el control de todo, desde todos los puertos de comunicación de la placa, hasta los condicionales que hacen posible cada función.



**Figura 35.** Interfaz de Arduino Software (IDE)

<sup>42</sup> ARDUINO. Language Reference. Arduino [en línea], [revisado 4 de enero de 2019]. Disponible en Internet: <https://www.arduino.cc/reference/en/>.

## Lectura del código de registro:

Después de verificar que el modulo ha sido encendido correctamente (para mirar completo el código dirigirse a anexos); el sistema procede a buscar un mensaje de texto con el código "P0001" que el usuario envió transparentemente por medio de la aplicación móvil cuando enlazo por primera vez la App con el Hardware, para realizar la búsqueda será utilizada la función de lectura de SMS la cual es llamada "**sim808.readSMS(messageIndex, message, MESSAGE\_LENGTH, phone, datetime)**", con esta función se tiene acceso a la lectura de los mensajes, el número de teléfono del remitente además de la hora y fecha de envío; Para este caso en concreto tendremos en cuenta las dos primeras. Para buscar el código se variará el número del message Index para encontrar el mensaje de registro y cuando este sea encontrado se guardará el número de teléfono del Usuario en una variable String a la que posteriormente se convertirá en un arreglo de caracteres, para ser utilizada por la función de envío de SMS.

```
/******busca el MENSAJE de registro para extraer numero telefonico/*****  
  
for(int i=0;i<2;i++){ // ciclo for para varia los numeros de las posiciones asignadas en la SIM  
  Serial.print("numero de poscion del mensaje: ");  
  Serial.println(i); // imprime el numero de la poscion de un mensaje  
  sim808.readSMS(i, message, MESSAGE_LENGTH, phone, datetime); // busca el sms de acuerdo al numero anterior  
  String men= message; // convierte el mensaje anterior a tipo String para hacer un comparador.  
  
  if (men == "P0001"){ // lo compara el sms para saber si es el de registro  
    Serial.println(men); // imprime el mensaje  
    Serial.println(phone); // imprime el numero que lo envio  
    Serial.print("NUMERO REGISTRADO: ");  
    numS= phone;// guarda el numero de telefono registrado en una variable tipo string  
    numS.toCharArray(numeroR,11); // lo convierte a char para usarlo en la funcion de envio de mensajes  
    Serial.println(numeroR);  
    message[0]=" "; // resetea el valor interno de la variable mensaje por si el siguiente esta vacio  
    digitalWrite (Led, HIGH); // led de confirmacion, para saber si se ha encontrado el sms de registro  
    delay(300);  
    digitalWrite (Led, LOW);  
    delay(30);  
  }  
  
  else {  
    sim808.deleteSMS(i);// borra los mensajes que no sean de registro  
  }  
  
}
```

**Figura 36.** Búsqueda del número registro.

## Switch de desactivación manual:

El primer condicional del código permite desactivar (si el switch está en alto) o activar (si el switch está en bajo) por medio de un Switch las funciones de la alarma esto para que actúe como botón de pánico por si se llegase por algún motivo perder conexión remota con el sistema. Si se llegara a desactivar manualmente el Arduino enviaría antes de apagar el modulo un SMS para informarle al usuario de tal acción.

```

// si el switch lee un alto entonces que ejecute lo siguiente (apaga la tarjeta GSM y detiene el sensado )
else
{

if(swe == HIGH && (cambio || !giop) ){ // si en el switch hay un alto ejecuta el codigo las demas variable son para la ejecucion unica y correcta del codigo
digitalWrite (Led, LOW);
giop = true; // variables de estado
cambio = false; // variables de estado
estado = true; // variables de estado
sim808.sendSMS(numeroR,"sist desactivado por switch"); // envio del mensaje de desactivacion manual
delay(1000);
digitalWrite (apagado, HIGH); // pulso para Apagar la tarjeta gsm
delay(2000);
digitalWrite (apagado, LOW);
delay(100);
}

}

```

**Figura 37.** Si el Switch está en alto

```

//si el arduino lee el switch de desactivacion manual de la alarma en bajo este ejecuta el siguiente codigo
if(swe == LOW) {

if(estado){ // condicional para la activacion de la tarjeta cuando ha sido desactivada manualmente
Serial.println("gsm activo");
digitalWrite (apagado, HIGH); //enciende la tarjeta gsm
delay(2000);
digitalWrite (apagado, LOW); // acaba el pulso para que encienda
delay(100);
giop = false;
estado=false;
delay(1000);

if( sim808.attachGPS() ) // enciende el gps para recepcion de datos
Serial.println("Exito al encender el GPS");

else
Serial.println("Falla al encender el GPS");

}

}

```

**Figura 38.** Si el Switch está en bajo

### Funciones del sistema:

Las diferentes acciones que ejecuta el usuario por medio de la App vienen encriptadas a través de códigos alfa numéricos los cuales son transparentes al usuario y que el Arduino interpreta para el respectivo procesamiento. En el momento en que se tiene la posición del SMS que se requiere leer, se ejecuta un condicional IF donde si el número de la posición es mayor a 0 ejecuta la función “sim808.readSMS (messageIndex, message, MESSAGE\_LENGTH, phone, datetime)” ya antes descrito. Cuando es leído el mensaje, el software lo compara con el listado códigos alfanuméricos guardados en la memoria interna, y de acuerdo con el mensaje éntrate, ejecuta la debida acción y envía el debido mensaje de confirmación.

```

if (messageIndex > 0) {
  sim808.readSMS(messageIndex, message, MESSAGE_LENGTH, phone, datetime); // si el numero es mayor a 0 lee la ubicacion del mensaje
  //*****

  // extrae el mensaje y lo convertimos a una variable String para su comparacion con los codigos de operacion.

  Serial.print("Recieved Message: ");
  Serial.println(message);
  String mensaje = message ;
  Serial.println(phone);
}

```

**Figura 39.** Lectura del SMS

Los códigos para las funciones del sistema de alarma son:

```

if ((mensaje == "P0001")|| (mensaje == "P0002")|| (mensaje == "P0003")|| (mensaje == "P0004")|| (mensaje == "Reset")){ // condiciones para las funcionalidades

```

**Figura 40.** Condiciones para las funcionalidades (códigos).

“P0001” este código es para el registro del número móvil del usuario, el sistema devolverá el código “C0001” para que la aplicación móvil confirme el registro.

```

if(mensaje == "P0001"){
  state = HIGH; //cambiamos el estado de la variable para ejecutar solo una vez el codigo solicitado
  sim808.attachGPS(); //prende de nuevo el GPS
  numS= phone; // Asigna la variable phone a numS para guardar el numero de registro
  numS.toCharArray(numeroR,11); // convierte a arreglo de caracteres para ser utilizado.
  sim808.sendSMS(numeroR,"C0001"); // enviamos el codigo de confirmacion para que la app SE REGISTRE Y haga la respectiva interpretacion.
}

```

**Figura 41.** Código P0001.

“P0002” código para la activación del sistema de alarma, mediante el cambio de estado de “state2” a alto. El sistema confirmara dicha acción enviando el código “C0002”.

```

if(mensaje == "P0002"){
  Serial.println("ALARMA ACTIVA POR APP");
  sim808.deleteSMS(messageIndex); // borra el SMS que llego con dicho codigo
  sim808.attachGPS(); // prende de nuevo el GPS
  state2 = HIGH; // activamos el codigo de recepcion de las interrupciones .
  state = HIGH; // cambiamos el estado de la variable para ejecutar solo una vez el codigo solicitado
  sim808.sendSMS(phone,"C0002"); // enviamos el codigo de confirmacion para que la app haga la respectiva interpretacion.
}

```

**Figura 42.** Código P0002.

“P0003” código para la desactivación de la alarma, mediante el cambio de estado de “state2” a bajo. El sistema responderá con el código “C0003” para la confirmación de tal acción.

```

if(mensaje == "P0003"){
  sim808.deleteSMS(messageIndex); // borra el SMS que llego con dicho codigo
  sim808.attachGPS(); // prende de nuevo el GPS
  state = HIGH; // cambiamos el estado de la variable para ejecutar solo una vez el codigo solicitado
  state2 = LOW; // desactivamos el codigo de recepcion de las interrupciones .
  sim808.sendSMS(phone,"C0003"); // enviamos el codigo de confirmacion para que la app haga la respectiva interpretacion.
}

```

**Figura 43.** Código P0003.

“P0004” pide la ubicación del dispositivo y se le contesta al usuario con un mensaje de ubicación como por ejemplo “Localización X= 2.96554, Y= -75.8515” donde para obtener la Latitud y la Longitud se utiliza las siguientes funciones respectivamente “String (sim808.GPSdata.lat, 8)” y “String (sim808.GPSdata.lon, 8)” el numero al final indica la presión con la cual se desea dichos

datos; por último se pasa todo de String a un arreglo de caracteres y se envía por medio de la función “sim808.sendSMS (phone, textoCaracter)” donde “Phone” es el número de teléfono al cual se enviará el SMS y textoCaracter es el SMS que será enviado.

```

if(mensaje == "P0004"){
    sim808.deleteSMS(messageIndex); // borra el SMS que llego con dicho codigo
    sim808.attachGPS();// prende de nuevo el GPS

    String latitud = String(sim808.GPSdata.lat, 8); //Obtenemos la latitud con una precisión de 6 dígitos
    String longitud = String(sim808.GPSdata.lon, 8); //Obtenemos la longitud con una precisión de 6 dígitos
    String sms ="Localizacion: "; // parte del texto del SMS a enviar
    String datos= sms + "X=" + latitud + "," + "Y=" + longitud; //SMS a enviar con coordenadas.
    *** convierte los datos obtenidos de string a un arreglo de caracteres *****
    String textoString = datos;
    char textoCaracter[95];
    textoString.toCharArray(textoCaracter, 95);
    ***** Enviamos el sms con la posicion*****
    sim808.sendSMS(phone,textoCaracter); // enviamos el codigo de confirmacion para que la app haga la respectiva interpretacion.
    state = HIGH;// cambiamos el estado de la variable para ejecutar solo una vez el codigo solicitado

}
}

```

**Figura 44.** Código P0004.

“Reset” este código es exclusivo para borrar todos los mensajes incluidos el de registro, con la finalidad de volver a enlazar un nuevo número con el sistema en caso de que el usuario haya cambiado de número. Se utiliza un ciclo FOR para la iteración de los números a borrar y la función “sim808.deleteSMS (messageIndex)” donde borrara el SMS y el número de la posición dentro de la SimCard.

```

if(mensaje == "Reset"){
state = HIGH; // cambiamos el estado de la variable para ejecutar solo una vez el codigo solicitado
sim808.attachGPS(); // prende de nuevo el GPS
sim808.deleteSMS(messageIndex); // borra el SMS que llego con dicho codigo
for(int i=0;i<6;i++){ // ejecuta un ciclo For para al borrar los mensajes
    sim808.deleteSMS(i);// borra todos los mensajes para hacer un reseteo
    digitalWrite (Led, HIGH); // led de confirmacion, de encendido
    delay(300);
    digitalWrite (Led, LOW);
    delay(30);
}
}

```

**Figura 45.** Código Reset.

### Detección de la batería principal:

Se utilizaron dos condicionales tipo IF uno para cuando detecta un alto en la salida del regulador L7805 y el otro cuando detecta un bajo en el mismo, para términos de que estas partes del código se ejecuten una única vez por cambio, se emplearon variables de estado, de manera que si detecta la conexión de la batería principal manda un mensaje con dicha información una única vez hasta que detecte lo contrario, de esa manera vuelve y envía un mensaje con la información pertinente como se muestra en la siguiente imagen.

```

//*****deteccion de la bateria principal*****
if (BAT == HIGH && stdbat1){ // manejo de la variable de estado mediante del sensado de la misma.
  stdbat= true;// variable de estado para la ejecucion unica PARA cuando BAT=LOW
  stdbat1= false;// variable de estado para la ejecucion unica de esta parte del codigo
  sim808.sendSMS(numeroR," CONECTARON BATERIA "); // envia el SMS
}

if (BAT == LOW && stdbat ){ //mensaje de alerta
  stdbat= false;// variable de estado para la ejecucion unica de esta parte del codigo
  stdbat1= true;// variable de estado para la ejecucion unica para cuando BAT=HIGH
  sim808.sendSMS(numeroR,"DESCONECTARON BATERIA "); // envia el SMS
}

```

**Figura 46.** Código de detección de la batería principal.

### **Activación del código de detección de vibraciones:**

Cuando se active la alarma mediante el código alfanumérico “P0002” el sistema pone en alto la variable de estado “state2” para llevar acabo la detección de vibraciones. Es aquí donde se ejecuta la funcionalidad principal de este proyecto la cual es detectar movimientos indeseados y alertar al usuario con la ubicación de la motocicleta.

El Arduino comienza a leer los datos que recibe por la entrada digital 10 a la cual está conectada la salida del sensor de vibración KY-002, este sensor envía un alto cada vez que detecta una vibración (dicho alto puede durar un par de milisegundos). Cuando la entrada del Arduino lee dicha señal en alto activa un temporizador el cual registra el tiempo que dura la señal en alto, y compara su tiempo para saber si envía una nueva alerta o es la misma detección que aún no cesa.

Cada vez que se envía la alerta también se llama las funciones “sim808.GPSdata” para extraer los datos de longitud y latitud del GPS y enviarlos así, a través de un SMS al usuario. Luego de que no se presente ninguna otra señal del sensor, el sistema envía un SMS de confirmación al usuario avisándole que la vibración se ha detenido.

```

if (val == HIGH) // cuando el sensor de vibracion detecte una señal, el led se enciende.
{
  lastShockTime = millis();// registra el tiempo que va a durar la vibracion.
  if (!bAlarm){
    digitalWrite (Led, HIGH); // Led testigo
    bAlarm = true;
    //*****extrae los datos del gps*****

    String latitud = String(sim808.GPSdata.lat, 8); //Obtenemos la latitud con una precisión de 6 dígitos
    String longitud = String(sim808.GPSdata.lon, 8); //Obtenemos la longitud con una precisión de 6 dígitos
    String sms ="Localizacion: "; // texto de localizacion
    String maps ="ALARMA(maps.google.com/maps?q="; //Asignamos esta url a los datos obtenidos para que puedan ser consultado offline
    String datos= maps + latitud + "+" + longitud +") " + sms + "X=" + latitud + "," + "Y=" + longitud ;// estructura del mensaje

    **** convierte los datos obtenidos de string a un arreglo de caracteres *****
    String textoString = datos;
    char textoCaracter[160];
    textoString.toCharArray(textoCaracter, 160);
    ***** Enviamos el sms con la posicion*****
    sim808.sendSMS(numeroR,textoCaracter);

  }
}

```

**Figura 47.** Código para la detección de vibraciones

```

else
{
  if( (millis()-lastShockTime) > shockAlarmTime && bAlarm){ // condicion para cuando la vibracion a cesado,...
    //....(compara el tiempo cuando a cesado la vibracion y segun el tiempo que ha durado decide si el movimiento termino o no)
    digitalWrite (Led, LOW);
    bAlarm = false;
    delay(30);
    sim808.sendSMS(numeroR,"MOVIMIENTO DETENEIDO");
  }
}
}

```

**Figura 48.** Código para el cese de vibración.

### Desactivación del código de detección de vibraciones:

Cuando el sistema recibe el SMS con el código “P0003” lo que hace es la función inversa de la ejecución del código “P0002” (poner “state2” en bajo). Este es el “else” del condicional IF de la activación de la detección de vibraciones y por tal, aquí la variable de estado “state2” cambia a bajo de manera que cuando se ejecuta esta parte del código solo queda desactivada la detección de vibraciones, pero el resto de funciones se mantienen, como por ejemplo la de leer los SMS, pedir la ubicación al sistema, la desactivación manual por medio del Switch, el borrado de todos los mensajes y la función de registrar un nuevo número.

```

else {
  if(state2 == LOW && !giopp){ // determina cuando la variable state2 esta en bajo para desactivar la codigo de deteccin de vibracion
    giopp=true;// variable de estado para ejecucion unica
    cambio = false;
    digitalWrite (Led, HIGH);
    delay(30);
    digitalWrite (Led, LOW);
    delay(30);
    digitalWrite (Led, HIGH);
    delay(30);
    digitalWrite (Led, LOW);
    delay(30);
  }
}
}

```

**Figura 49.** Código para la Desactivación de la alarma.

Hay que aclarar que el sistema de alarma cuando se energiza empieza con el valor de la variable “state2” en bajo por lo que la alarma estaría desactivada inicialmente.

#### 8.3.4.2.2 **Aplicación Móvil:**

En el auge de los teléfonos inteligentes, han aumentado también los programas para desarrollo de aplicaciones móviles, esto trae consigo que se desarrollen e integren nuevas características, por ejemplo recién salieron los teléfonos inteligentes los desarrolladores para crear aplicaciones nativas tenían que escribir un código diferente para cada plataforma (Microsoft, Android, Ios) lo que retardaba en gran manera los procesos de creación multi-plataforma, pero hoy en día existen algunos Frameworks que permiten la creación de aplicaciones híbridas, esto significa que con un solo código base se puede exportar a múltiples plataformas.

Por lo anterior se trabajó el desarrollo de la aplicación móvil con Ionic Framework, el cual es un kit de herramientas de UI de código abierto para crear aplicaciones móviles y de escritorio de alta calidad y rendimiento, utilizando tecnologías web (HTML, CSS y JavaScript).

Ionic Framework se centra en la experiencia de interfaz de usuario de una aplicación (controles, interacciones, gestos, animaciones). Es fácil de aprender, y se integra muy bien con otras bibliotecas o Frameworks, como Angular, o se puede usar de forma independiente sin un Framework front-end usando un simple script.<sup>43</sup>

Habiendo ajustado las funciones del sistema y sus características, se desarrolló la aplicación móvil la cual enlaza al proyecto con el usuario brindándole al mismo un funcionamiento intuitivo, con las características justas exigidas para una comunicación transparente.

En primera medida la Aplicación cuenta con un total de 9 ventanas o vistas que permiten la interacción con el Hardware y la configuración de la misma. Estas tienen por nombre: conectar, configurar credenciales, login, activar-alarma, home, historial, mapa, configuraciones, créditos; cada ventana cuenta con tres archivos de código los cuales son HTML, TypeScript de java y una hoja de estilos SCSS.

#### **Vista Conectar:**

Esta es la ventana que permite el enlace con el hardware del Sistema de monitoreo antirrobo; basta solo con ingresar el número de la SimCard del sistema y tocar el botón de conectar para realizar la conexión. Esta pantalla que conecta al sistema con la App, solo se configurara una sola vez.

---

<sup>43</sup> IONIC FRAMEWORK. What is Ionic Framework? . Ionic Framework [en línea], [revisado 11 de Enero de 2019]. Disponible en Internet: <https://ionicframework.com/docs/intro>



**Figura 50.**ventana Conectar

En el código del TypeScript de la ventana “conectar” se programa el metodo “conectar ()” el cual es el evento utilizado para enlazar la App con el prototipo; cuando se oprime el botón “conectar” en la interfaz, este envía un SMS al prototipo gracias a la función “conectarTarjeta()” creada en archivo “sms-service.ts”. Mientras espera el SMS de confirmación muestra un mensaje de espera en la pantalla, y cuando llega la respuesta de confirmación se guarda internamente el estado de conexión en una bandera para no tener que volver a repetir el proceso si este fue exitoso, de manera que se pueda seguir a la siguiente vista.

```

// Evento utilizado para enlazar el dispositivo con la tarjeta
conectar() {
  if (this.serial) {
    this.message.show("Conectando...");
    if (Utils.IsApp()) {
      this.serviceProvider
        .conectarTarjeta(this.serial)
        .then((res: any) => {
          const toast = this.toastCtrl.create({
            message: "Se ha establecido la conexión correctamente",
            duration: 5000
          });
          toast.present();
          localStorage.setItem(IS_CONNECTED, "true");
          localStorage.setItem(NOTIFICATION_NUMBER, res.address);
          this.nav.setRoot(ConfigurarCredencialesPage);
          this.message.hide();
        })
        .catch(e => {
          const alert = this.alertCtrl.create({
            title: "¡Ha ocurrido un error!",
            subTitle: "" + JSON.stringify(e),
            buttons: ["OK"]
          });
          alert.present();
          this.message.hide();
        });
    } else {
      setTimeout(() => {
        const toast = this.toastCtrl.create({
          message: "Se ha establecido la conexión correctamente",
          duration: 5000
        });
        toast.present();
        localStorage.setItem(IS_CONNECTED, "true");
        localStorage.setItem(NOTIFICATION_NUMBER, "noApp");
        this.nav.setRoot(ConfigurarCredencialesPage);
        this.message.hide();
      }, 1000);
    }
  }
}

```

**Figura 51.** “Conectar.ts”

## Vista Configurar Credenciales:

Cuando ya se ha realizado el enlace con el prototipo, se procede a configurar el usuario y contraseña que se quiere establecer para acceder a la siguiente vista, se presiona en el botón “ACEPTAR” para guardar las credenciales internamente y a su vez desplegar una ventana con el servicio de autenticación dactilar, que le permite al propietario validar la huella registrada en el dispositivo para que guarde automáticamente los valores de usuario y contraseña; este sistema simplifica el sistema de inicio de sesión.

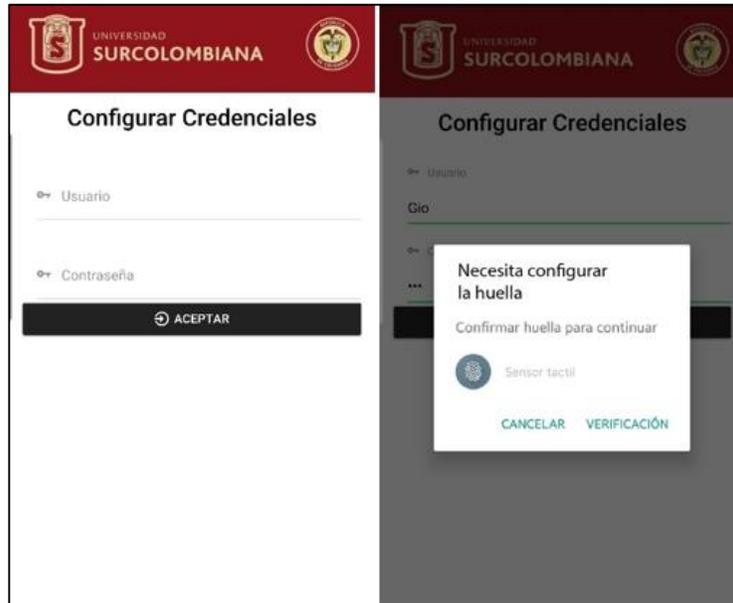


Figura 52.ventana Configurar credenciales.”

En el TypeScript de esta ventana se aloja la lógica que permite configurar el usuario y la contraseña además de enlazar tales datos con el recurso nativo de autenticación dactilar. Se programa el método que utiliza el botón “aceptar” llamado también “aceptar ()” aquí se establece que las credenciales se guarden en la memoria interna y a su vez que se despliegue el cuadro de dialogo que pide la configuración de la autenticación por huella. (Para ver el código completo dirigirse a anexos).

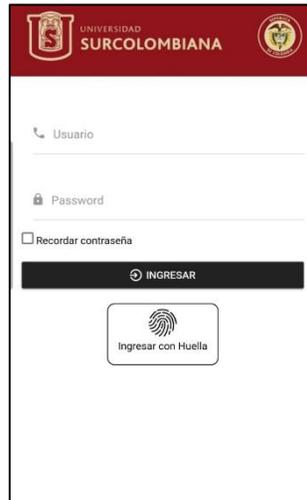
```
/** Si las credenciales son válidas se almacenan y se pide ingresar la huella */
aceptar() {
  if (this.username.trim() !== "" && this.password.trim() !== "") {
    localStorage.setItem(USERNAME, this.username.trim());
    localStorage.setItem(PASSWORD, this.password.trim());

    this.ingresarHuella();
    // this.irLogin();
  }
}
```

Figura 53. “Configurar-credenciales.ts”

## Vista Login:

Para la vista de inicio de sesión se tiene los cuadros de texto de usuario y contraseña, además de la opción de recordar contraseña para no tener que ingresar cada vez que abre la App, también se cuenta con 2 botones, uno para ingresar y el otro para ingresar mediante el uso del sensor biométrico, esta ventana es la que permite acceder a todas las funcionalidades de la App



**Figura 54.** Ventana Login (inicio de sesión)

En el Typescript de la ventana Login se configura el metodo para la acción de inicio de sesión donde si los datos ingresados coinciden con los almacenado, abra la vista principal. También se configura el uso de la opción de recordar contraseña donde si esta variable está en estado verdadero, la App se salta este paso y manda al usuario directo a la página principal

```
// Acción para loguearse en la app
login() {
  if (this.username.trim() === localStorage.getItem(USERNAME).toString()
    && this.password.trim() === localStorage.getItem(PASSWORD).toString()) {
    this.nav.setRoot(HomePage);
    if (this.remember) {
      localStorage.setItem(IS_REMEMBER, "true");
    } else {
      localStorage.setItem(IS_REMEMBER, "false");
    }
  } else {
    const toast = this.toastCtrl.create({
      message: "Credenciales Incorrectas",
      duration: 5000
    });
    toast.present();
  }
}
```

**Figura 55.** "login.ts" parte 1

Para el inicio de sesión por huella se llama al método “ingresarHuella ()” configurado en el TypeScript de “Configurar-credenciales.ts” en el cual cuando se oprime el botón de “ingresar con Huella” recoge los datos biométricos ya registrados dentro del Smartphone y la App comparará que sea la misma huella, para autorizar la extracción de los datos de usuario y contraseña y permitirle al usuario el acceso a la vista principal, de no poderse iniciar manda un mensaje de error y por lo tanto no da el acceso a la ventana siguiente.

```
 * Verifica el inicio de sesion mediante la huella
 */
ingresarHuella() {
  if (this.plt.is("android")) {
    this.androidFingerprintAuth
      .isAvailable()
      .then(result => {
        if (result.isAvailable) {
          let tokenHuella = localStorage.getItem(HUELLA);
          let usuario = localStorage.getItem(USERNAME);
          var decryptConfig: AFAAuthOptions = {
            clientId: "alarma-gps",
            username: usuario,
            locale: 'es',
            token: tokenHuella
          };

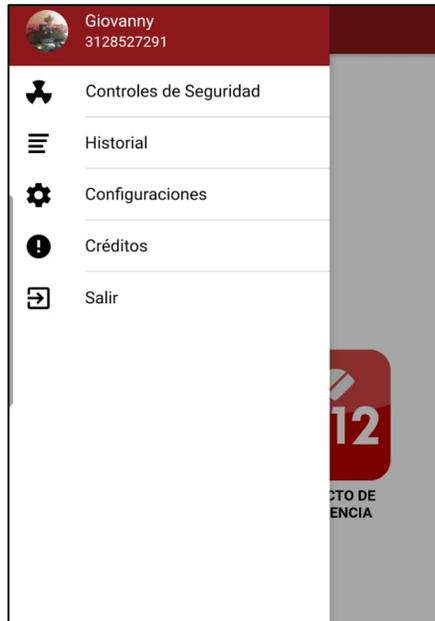
          this.androidFingerprintAuth.decrypt(decryptConfig)
            .then(r => {

              this.nav.setRoot(HomePage);
              if (this.remember) {
                localStorage.setItem(IS_REMEMBER, "true");
              } else {
                localStorage.setItem(IS_REMEMBER, "false");
              }
            })
            .catch(e => {
              const alert = this.forgotCtrl.create({
                title: "Ingreso con Huella Error!",
                subTitle: JSON.stringify(e),
                buttons: ["Cancelar"]
              });
              alert.present();
            });
          } else {
            // fingerprint auth isn't available
          }
        })
        .catch(error => {
          let toast = this.toastCtrl.create({
            message: "Touch no disponible",
            duration: 3000,
            position: "bottom",
            cssClass: "dark-trans",
            closeButtonText: "OK",
            showCloseButton: true
          });
          toast.present();
        });
      });
    }
  }
}
```

Figura 56. “login.ts” parte 2

### Vista Home:

Esta vista es el menú desplegable de la App, aquí se aloja la interfaz para navegar dentro de las diferentes ventanas como los controles de seguridad, historial, configuraciones, créditos y la opción de salir para volver a la ventana de Login. Además de mostrar la información del usuario como la foto de perfil, el nombre y el numero SIM del prototipo.



**Figura 57.** Vista Home.

El código HTML enlaza los botones con las vistas correspondientes gracias al metodo “openpage ()” y para salir a la ventana login se utiliza el método “logout ()”, también se enlaza el nombre de usuario registrado, el número del prototipo y la imagen de perfil del usuario. En el TypeScript se importan los recursos a utilizar, además se define la clase “Homepage” donde primero se llaman todas las páginas a las que se van acceder, el nombre de usuario, imagen de perfil y el número del prototipo registrado.

Luego se define el método “ionViewDidLoad ()” el cual sirve para cargar la imagen de perfil del usuario en el menú, también se define la función “openpage (página:any)” la cual permite abrir las vistas cuando se oprime el botón correspondiente a cada una. Por ultimo está el método “Logout” el cual cierra la sesión y guarda tal estado, además de abrir la vista de Login.

```

/**
 * Carga inicial de la imagen de perfil
 */
ionViewDidLoad() {
  let imagenPerfil: string = localStorage.getItem(IMAGE_PROFILE);

  if (imagenPerfil && imagenPerfil != undefined
    && imagenPerfil != '' && imagenPerfil != null) {
    this.imgProfile = imagenPerfil;
  }
}

/**
 * Abre la página seleccionada
 * @param pagina pagina a dirigir
 */
openPage(pagina: any) {
  this.rootPage = pagina;
  this.menuCtrl.toggle();
}

/**
 * Cierra sesión
 */
logout() {
  localStorage.removeItem(IS_REMEMBER);
  this.nav.setRoot(LoginPage);
}

```

**Figura 58.** “Home.ts”.

## Vista Controles de Seguridad:

Después de iniciar Sesión la primera ventana que se muestra es aquella que contiene los controles de seguridad, aquí están los botones principales que permiten la interacción con el prototipo tales como el de Activar/Desactivar Alarma en un botón tipo Toggle, petición de ubicación (“Donde está Mi Moto”) y por último la opción de llamar a un contacto de emergencia configurable. La acción de los botones permite enviar los SMS.



Figura 59. Vista Controles de seguridad

En el código HTML se enlazan los eventos con los botones, y se establecen las imágenes representativas de cada uno así como también los textos y la funcionalidad Toggle del botón de Activar/Desactivar Alarma.

En el TypeScript se crea la clase (activar alarma) que contiene los eventos que suceden cuando se acciona algún botón dentro de la ventana. Lo primero que se establece es una bandera que permite guardar y consultar el estado de la alarma en el local Storage, para saber si está o no activa.

```
export class ActivarAlarmaPage {  
  
  // bandera para saber si la alarma está activa  
  alarmaActiva: boolean = false;  
  
  constructor(  
    public navCtrl: NavController,  
    public navParams: NavParams,  
    private callNumber: CallNumber,  
    public toastCtrl: ToastController,  
    private message: ToastMessage,  
    public alertCtrl: AlertController,  
    public modalCtrl: ModalController,  
    public serviceProvider: SmsServiceProvider  
  ) {  
    let alarmaActivada =  
      localStorage.getItem(IS_ACTIVATED) === "true" ? true : false;  
    this.alarmaActiva = alarmaActivada;  
  }  
}
```

Figura 60. “Activar-Alarma.ts” parte 1

Luego está el evento de desactivación de la Alarma, donde se enlaza con la función del mismo nombre ubicada en “sms-service.ts” por medio del método “this.serviceProvider.desactivarAlarma ()”, que es aquella que realiza la acción de enviar el SMS con la petición de desactivación (“P0003”). Después de enviar la petición y de recibir la respuesta de confirmación

(“C0003”), la App muestra un mensaje de confirmación en la parte inferior de la ventana y cambia el estado del botón de la interfaz, además de guardar el estado para cuando vuelva y se ejecute la App.

```
// evento que desactiva la alarma cuando se oprime el botón de desactivar
desactivarAlarma() {
  this.message.show("Desactivando...");
  if (Utils.IsApp()) {
    this.serviceProvider
      .desactivarAlarma()
      .then((res: any) => {
        const toast = this.toastCtrl.create({
          message: "Se ha desactivado la alarma correctamente",
          duration: 5000
        });
        toast.present();
        localStorage.setItem(IS_ACTIVATED, "false");
        this.alarmaActiva = false;
        this.message.hide();
      })
      .catch(e => {
        const alert = this.alertCtrl.create({
          title: "¡Ha ocurrido un error!",
          subTitle: "" + JSON.stringify(e),
          buttons: ["OK"]
        });
        alert.present();
        this.message.hide();
      });
  } else {
    setTimeout(() => {
      const toast = this.toastCtrl.create({
        message: "Se ha desactivado la alarma correctamente",
        duration: 5000
      });
      toast.present();
      localStorage.setItem(IS_ACTIVATED, "false");
      this.alarmaActiva = false;
      this.message.hide();
    }, 1000);
  }
}
```

Figura 61. “Activar-Alarma.ts” parte 2

De igual forma también sucede con el método que permite Activar la alarma, que funciona de la misma manera pero enviando y esperando el mensaje de activación (envió “P0002”, respuesta “C0002”).

```
/** evento que activa la alarma cuando se oprime el botón de activar */
activarAlarma() {
  this.message.show("Activando...");
  if (Utils.IsApp()) {
    this.serviceProvider
      .activarAlarma()
      .then((res: any) => {
        const toast = this.toastCtrl.create({
          message: "Se ha activado la alarma correctamente",
          duration: 5000
        });
        toast.present();
        localStorage.setItem(IS_ACTIVATED, "true");
        this.alarmaActiva = true;
        this.message.hide();
      })
      .catch(e => {
        const alert = this.alertCtrl.create({
          title: "¡Ha ocurrido un error!",
          subTitle: "" + JSON.stringify(e),
          buttons: ["OK"]
        });
        alert.present();
        this.message.hide();
      });
  } else {
    setTimeout(() => {
      const toast = this.toastCtrl.create({
        message: "Se ha activado la alarma correctamente",
        duration: 5000
      });
      toast.present();
      localStorage.setItem(IS_ACTIVATED, "true");
      this.alarmaActiva = true;
      this.message.hide();
    }, 1000);
  }
}
```

Figura 62. “Activar-Alarma.ts” parte 3

Posteriormente se encuentra el método “LocalizarVehiculo ()”, este evento permite enlazar el servicio de petición de localización (del “sms-service.ts”) con el botón de la interfaz. Una vez que haya llegado la respuesta de la petición con la localización, se abrirá la ventana que contiene el Mapa, esto gracias a la funcionalidad de la API de Google Maps que permite integrar sus servicios de mapas dentro de la propia App.

```

/** Evento que se ejecuta una vez se desee obtener la posición actual de la moto */
localizarVehiculo() {
  this.message.show("Localizando...");
  if (Utils.IsApp()) {
    this.serviceProvider
      .localizarVehiculo()
      .then((data: any) => {
        let x: number = Number(
          data.toString()
            .split(",")[0]
            .trim()
            .replace("X=", ""));
        let y: number = Number(
          data.toString()
            .split(",")[1]
            .trim()
            .replace("Y=", ""));
        this.modalCtrl.create(MapaPage, { coords: x + ", " + y }).present();
        this.message.hide();
      })
      .catch(e => {
        const alert = this.alertCtrl.create({
          title: "¡Ha ocurrido un error!",
          subTitle: "" + JSON.stringify(e),
          buttons: ["OK"]
        });
        alert.present();
        this.message.hide();
      });
  } else {
    setTimeout(() => {
      const toast = this.toastCtrl.create({
        message: "Se ha activado la alarma correctamente",
        duration: 5000
      });
      toast.present();
      localStorage.setItem(IS_ACTIVATED, "true");
      this.alarmaActiva = true;
      this.message.hide();
    }, 1000);
  }
}

```

Figura 63. “Activar-Alarma.ts” parte 4

Por ultimo dentro de las funciones de la interfaz de “Controles de seguridad” se encuentra el botón de marcado rapido a un número de emergencia, el cual el usuario establece en las configuraciones de la App. Para esto la función “localStorage.getItem ('NUMERO\_EMERGENCIA’)” extrae el número previamente configurado y utiliza el servicio nativo de llamadas del Smartphone (“callNumber”) para llamar y así alertar a un contacto de emergencia.

```

/** Evento que marca al número configurado como emergencia */
llamarEmergencias() {
  let sos = localStorage.getItem('NUMERO_EMERGENCIA');
  if (sos && sos !== '') {
    this.callNumber
      .callNumber(sos, true)
      .then(res => console.log("Launched dialer!", res))
      .catch(err => console.log("Error launching dialer", err));
  } else {
    const toast = this.toastCtrl.create({
      message: "No se ha configurado un número de emergencia",
      duration: 4000
    });
    toast.present();
  }
}
}

```

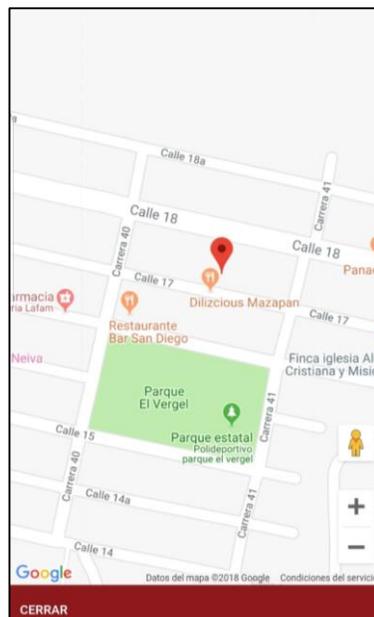
Figura 64. “Activar-Alarma.ts” parte 5

## Vista Mapa:

Google Maps es la división de la compañía Google encargada de los servicios de Geoposicionamiento y que viene pre establecida en los teléfonos inteligentes con el sistema operativo Android, convirtiéndose así en una empresa con una larga trayectoria que brinda confianza y rendimiento, por tal razón se ha utilizado la API de Google Maps para integrar el servicio de interpretación de mapas a la aplicación móvil desarrollada para el sistema de alarma. (Recordar que una API es una interfaz de comunicación que permite acceder a funciones de otras plataformas).

La interfaz de esta ventana es simple. El mapa de Google abarca casi todo el espacio de la pantalla y dentro del mapa se encuentra las funciones de zoom (para alejar y acercar el mapa) y de Street View (función para ver los mapas en 360°) a la cual se accede ubicando a Pegman (icono naranja) dentro de alguna vía.

Después en la parte inferior se encuentra una barra con un botón de “cerrar” que le permite al usuario devolverse a la ventana anterior.



**Figura 65.** Vista Mapa

En primer lugar dentro de la clase “MapaPage” se establece el zoom de la Ventana de Google maps dentro de la App, luego se analizan la información que envía el sistema de alerta, para extraer las coordenadas (latitud y longitud) de tal modo que la API de Google Maps interprete los datos, para establecer la marca de la ubicación. Después está el método “Cerrar ()” que permite establecer el evento que cierra la vista.

Por último se estable el “interface market” que permite establecer los parámetros de la interfaz de Google Maps dentro de la aplicación móvil de este proyecto, como por ejemplo que cuando se muestre la marca de la ubicación en el mapa esta no pueda ser arrastrada a otro lugar.

```
* Página que se ejecuta cuando se abre una determinada ubicación
*/
@Component({
  selector: 'page-mapa',
  templateUrl: 'mapa.html',
})
export class MapaPage {

  // google maps zoom level
  zoom: number = 18;
  lat: number;
  lng: number;

  /**
   * Analiza los datos de entrada mediante los parámetros
   * y los convierte a coordenadas
   */
  constructor(public navParams: NavParams,
    private viewController: ViewController) {
    let coords: string = this.navParams.get('coords');
    this.lat = Number(coords.split(',')[0]);
    this.lng = Number(coords.split(',')[1]);

    console.log(this.lat);
  }

  /**
   * Cierra la página actual
   */
  cerrar() {
    this.viewController.dismiss();
  }
}

// parametros de la interfaz de la api de google
interface marker {
  lat: number;
  lng: number;
  label?: string;
  draggable: boolean;
}
```

**Figura 66.** “Mapa.ts”

### Vista Configuraciones:

En la vista de configuraciones se tiene la personalización de ciertas opciones, como el cambio de imagen de perfil, verificación del número de la SimCard del sistema de alerta y opción de establecer el número de un contacto de emergencia.



**Figura 67.** Vista configuraciones

En el TypeScript se llaman las variables a enlazar con la interfaz como el nombre de usuario, el número de la Sim del prototipo, el número de emergencia y la imagen de perfil (cuando aún no se ha configurado la imagen de perfil la App tiene una por defecto).

```

/** Carga los valores ya almacenados de los datos de configuración */
ionViewDidLoad() {
  this.numero_alarma = localStorage.getItem(NOTIFICATION_NUMBER);
  this.numero_emergencias = localStorage.getItem(NUMERO_EMERGENCIA);
  let imagenPerfil: string = localStorage.getItem(IMAGE_PROFILE);

  if (imagenPerfil && imagenPerfil !== undefined
    && imagenPerfil !== '' && imagenPerfil !== null) {
    this.base64Image = imagenPerfil;
  }
}

```

**Figura 68.** “configuraciones.ts” parte 1

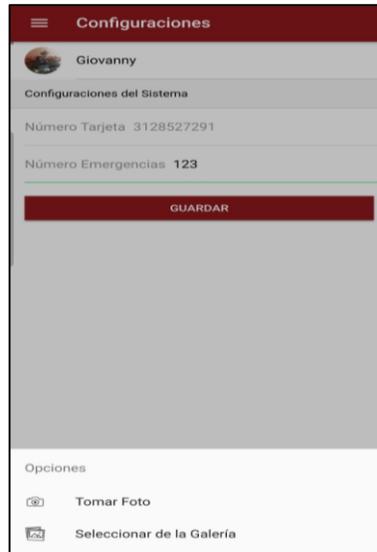
Luego se establece el método que realiza la acción de desplegar un menú de opciones cuando se toca la imagen de perfil, el cual permite elegir el modo en el que se va a adquirir la imagen de perfil, si abriendo la cámara y tomando la foto o abriendo la galería y escogiéndola. Para cada opción se enlaza los métodos que llevan a cabo cada acción, “takephoto ()” o “openGallery ()”

```

/** Ventana emergente donde se pide el modo por el cual se va a adquirir la imagen de perfil */
openeditprofile() {
  let actionSheet = this.actionSheetCtrl.create({
    title: 'Opciones',
    cssClass: 'action-sheets-basic-page',
    buttons: [
      {
        text: 'Tomar Foto',
        role: 'destructive',
        icon: !this.platform.is('ios') ? 'ios-camera-outline' : null,
        handler: () => {
          this.takephoto();
        }
      },
      {
        text: 'Seleccionar de la Galería',
        icon: !this.platform.is('ios') ? 'ios-images-outline' : null,
        handler: () => {
          this.openGallery();
        }
      }
    ]
  });
  actionSheet.present();
}

```

**Figura 69.** “configuraciones.ts” parte 2



**Figura 70.** Opciones para escoger imagen de perfil

Por último se encuentra el evento que guarda los cambios y los almacena para que puedan ser consultados cada vez que la App los necesite, una vez hecha la operación, se muestra un mensaje de confirmación.

```
/** Almacena los datos cargados */
guardar() {
  localStorage.setItem(NUMERO_EMERGENCIA, this.numero_emergencias);
  localStorage.setItem(IMAGE_PROFILE, this.base64Image);
  this.imageProfileService.setImageProfile(this.base64Image);

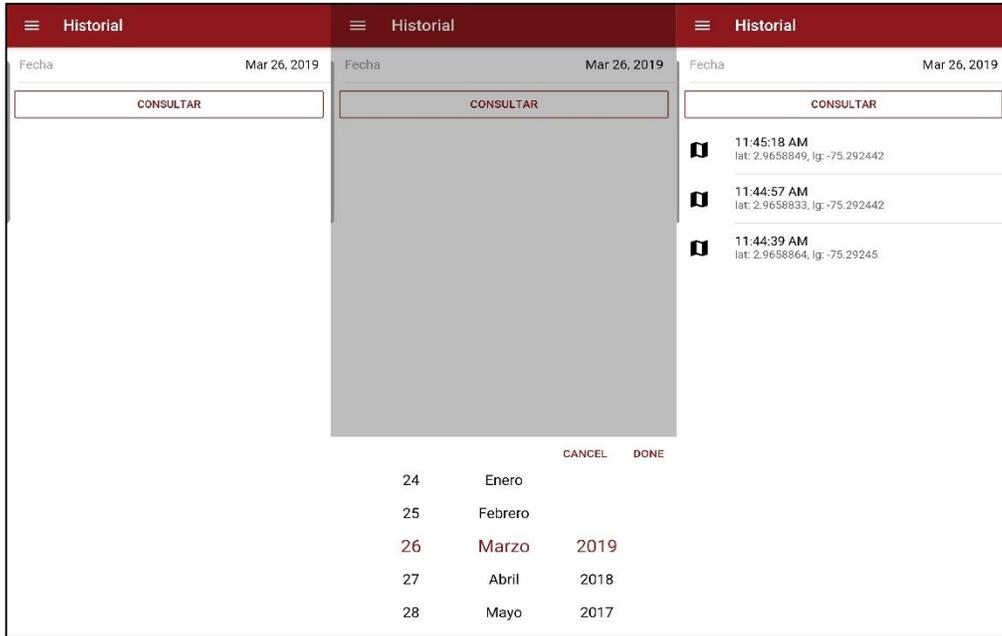
  const toast = this.toastCtrl.create({
    message: 'Información guardada con éxito!',
    duration: 4000,
    showCloseButton: true
  });
  toast.present();
}
}
```

**Figura 71.** “Configuraciones.ts” parte 3

### Vista Historial:

Otra de las funciones principales que ofrece la App se encuentra aquí. En esta vista se lleva a cabo la función de consultar las alertas generadas por los movimientos indeseados y las respuestas a las peticiones de ubicación, estos datos llevan en sí, la información de las coordenadas del lugar donde se dieron y son filtrados por fecha y mostrados por hora. Esto le permite al usuario consultar en cualquier momento las alertas pasadas y presentes.

Basta tocar la barra de la fecha, ajustar la fecha deseada y tocar el botón “CONSULTAR” o hacer el gesto de deslizar hacia abajo para mostrar las alertas.



**Figura 72.** Vista Historial

Para el funcionamiento de la interfaz de Historial, se define en el TypeScript la clase “HistorialPage ()” que aloja los métodos y funciones. Para realizar la acción que permite leer todos los SMS de las alertas que contienen la información de las coordenadas y guardarlos, se llama al método “ReadListSMS ()” creado en el TypeScript “sms-service.ts” que es donde se definen todo los servicios involucrados con mensajería de texto.

Luego se crea el evento “consultarHistorial” que se enlaza con el botón “consultar” y cuando este se toca manda la orden para ejecutar la consulta, por lo cual este evento se enlaza con el método ya antes descrito en el párrafo anterior, además de extraer la información de fecha y hora de envío de la alerta que se muestra en la interfaz.

```

    * Manda a consultar las localizaciones en la fecha seleccionada
    */
    ReadListSMS() {
        this.loadingCtrl.show('Consultando...');
        this.smsService.readListSMS(this.dateStart)
            .then((data: MapaGPS[]) => {
                this.historial = data;
                this.loadingCtrl.hide();
            })
            .catch(e => {
                this.loadingCtrl.hide();
            });
    }

    /**
     * Consulta el historial
     */
    consultarHistorial() {
        if (Utils.IsApp()) {
            this.ReadListSMS();
        } else {
            console.log(this.dateStart);
            console.log(new Date(this.dateStart));
            console.log(this.datePipe.transform(new Date(this.dateStart), 'yyyy-MM-dd'));
            console.log(new Date(new Date().toISOString()));
        }
    }

```

**Figura 73.** “Historial.ts” parte 1

Ahora se crea el método “abrirHistorial ()” que permite abrir la vista del Mapa (se llama la ventana mapas dentro del código) cuando se toca sobre algún resultado de la consulta, creando de ese modo una marca con la ubicación gracias a las coordenadas. Por último se enlaza el gesto de refrescar (deslizando hacia abajo) con el método “consultarHistorial ()”.

```
/**
 * Abre en una pantalla modal el mapa de la posición seleccionada
 * @param data posición a abrir
 */
abrirHistorial(data: MapaGPS) {
  this.modalCtrl.create(MapaPage, { coords: data.coordenada.X + ',' +
    data.coordenada.Y }).present();
}

/**
 * Ejecuta la consulta de buscar en el historial
 * @param refresher
 */
doRefresh(refresher) {
  refresher.complete();
  this.consultarHistorial();
}
```

Figura 74. “Historial.ts” parte 2

### Vista Créditos:

Por ultimo en la explicación del código de la App movil, se creó una vista la cual contiene información sobre la aplicación, así como también de los derechos de autor de la misma. Lo primero que se enuncia es el nombre del prototipo, luego el motivo o propósito por la cual fue hecho el proyecto (incluyendo la App), después los nombres de los estudiantes que desarrollaron la aplicación móvil al igual que el nombre del Ing. director del proyecto, posteriormente se le atribuye el diseño del Icono de la aplicación móvil al autor (Freepik) y a la página web de la cual se tomó (Flaticon), aclarando que el diseño del icono se puede usar de manera libre, a nivel personal o comercial siempre y cuando se le atribuya el diseñador y a la página.<sup>44</sup>

Finalmente se ubica el logo de la Universidad Surcolombiana como reconocimiento por los colores y logos usados en el diseño de la interfaz.

---

<sup>44</sup> FLATICON. When do I need to provide attribution to the author?. Flaticon [en línea], [revisado 15 de febrero de 2019]. Disponible en Internet: <https://support.flaticon.com/hc/en-us/articles/115004389449-When-do-I-need-to-provide-attribution-to-the-author->



**Figura 75.** Ventana Créditos.



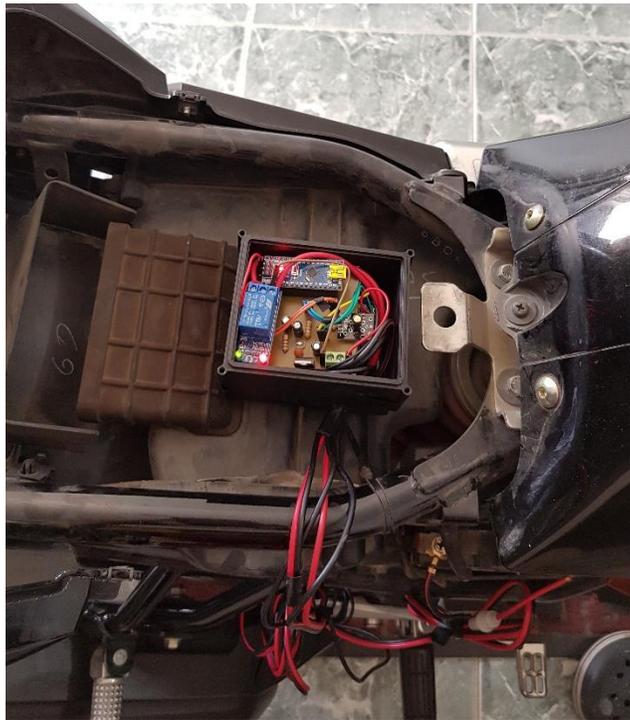
**Figura 76.** Icono App, tomado de flaticon.com, diseñado por Freepik.

### 8.3.5 Pruebas De Integración Del Prototipo Funcional

Las pruebas en un producto son la clave del éxito, ya que permiten cubrir todas las bases con respecto a su funcionamiento y los objetivos propuestos, además que permite los avances de una generación a otra.

Por lo tanto teniendo listo el diseño de la aplicación móvil, el Sketch de la programación de Arduino, la PCB y definida las conexiones con el módulo GSM/GPS, se procede a realizar las pruebas de integración del prototipo funcional, en donde se verificara el buen funcionamiento de cada uno de los elementos trabajando de forma conjunta, para ello en primera medida, se testeará en un ambiente controlado, lo que permite tener el dominio sobre las variables que puedan incidir sobre el prototipo.

Para las primeras pruebas se ubicó el dispositivo en un lugar provisional sobre la moto. El vehículo utilizado como objeto de prueba se situó dentro de una vivienda, asimismo la motocicleta se colocó sobre su soporte.



**Figura 77** . Dispositivo sobre una motocicleta

- **Primera Prueba De Verificación De Funcionamiento.**

Para probar el sensor, se tiene en cuenta que es de tipo switch (con dos posibles estados), esto significa que ante una perturbación él envía una señal en alto al Micro controlador y el resto del tiempo que se encuentre en reposo él enviara un bajo.

Por consiguiente se procedió a probar el sensor y su sensibilidad al estar dentro de la caja y encima de la moto, (es de tener en cuenta que cuando se eligió el sensor se escogió mediante

pruebas hechas también en una moto las cuales demostraban una sensibilidad adecuada para el tipo de perturbaciones que se presentan, la diferencia radicaba en que el sensor estaba encima de una protoboard)

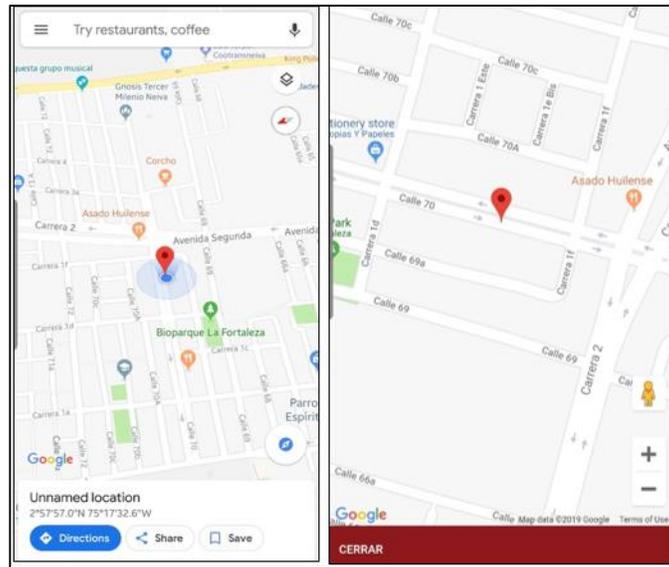
Como primer paso se activó la alarma desde la App (para activar la detección del sensor), cuando ya estaba activa, se balanceo la moto de lado a lado y el led de testigo se encendió inmediatamente, probando que el sensor detecto la vibración y automáticamente cuando se captó la perturbación el sistema envió el mensaje de alerta con la ubicación de la motocicleta, enviando las coordenadas con el link para que pueda ser consultadas en Google Maps de forma offline o por medio de la App pero esta tendrá que tener acceso a internet para descargar el mapa.



**Figura 78.** Prueba sensor de vibración, alarma activada.



**Figura 79.** Mensaje de Alerta con la ubicación (Google Maps/App)



**Figura 80.** Ubicación de la alerta (vista desde Maps offline /la App del sistema online)

Como se denota en las imágenes el sistema respondió de la forma esperada, cabe resaltar que detecta casi cualquier tipo de vibración que se presente en la moto, sea un balanceo, un golpe, o la apertura del Switch (en motos con sistema de inyección, ya que estos sistemas producen una vibración)

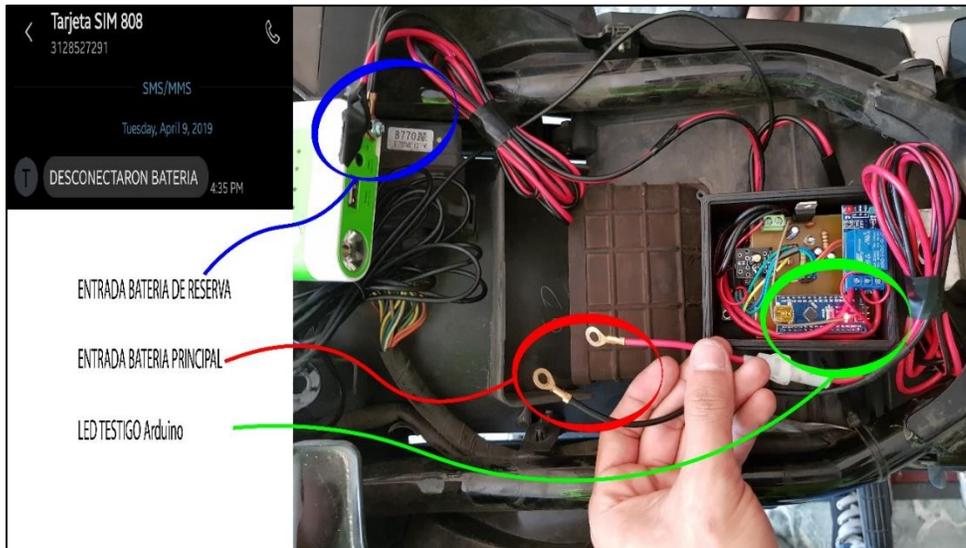
Con la anterior prueba se evidencia igualmente que el sistema de envío y respuesta de peticiones funciona (predender/apagar Alarma, ubicación).

Por otro lado está el servicio de Historial que permite acceder a la ubicación de las alertas pasadas y se muestra sin ningún inconveniente abriendo así la ventana del Mapa con las respectivas coordenadas, es importante recalcar la precisión de las coordenadas que da el sistema GPS, la antena GPS capta la señal de ubicación con una fidelidad casi exacta a los servicios de localización de Google, empresa reconocida en el campo del Geo-posicionamiento gracias a servicios como Google Maps y Google Earth. Se realizarán pruebas un poco más exhaustiva con respecto al funcionamiento de este servicio.

### **Prueba Batería de Reserva.**

En la prueba realizada en el apartado anterior se puede observar en la imagen que muestra la ventana de SMS, como el sistema detecta la conexión de la batería Principal, enviando la notificación que indica si esta o no conectada (para el caso de la prueba se encontraba conectada ya que el sistema estaba siendo energizando desde la batería de la motocicleta).

Como se documento, el sistema es capaz de reconocer si esta conectada la bateria principal, pero para complementar dicho test se utilizara una PowerBank (bateria portable) para alimentar el circuito mediante la entrada para la bateria de reserva, dejando desconectada la bateria principal para de ese modo comprobar el funcionamiento.



**Figura 81.** Prueba bateria de reserva.

En la imagen anterior se puede notar como los cables que van conectados a la bateria de la motocicleta estan desconectados y lo cables de la bateria de reserva van conectados a la PowerBank, ademas se puede ver como el led testigo del microcontrolador Arduino esta encendido corroborando su funcionamiento, tambien se incluyo un pantallazo de la notificacion (SMS) enviada por la alarma donde le indica al Usuario que la Bateria Principal ha sido desconectada. De esta manera se documenta el funcionamiento de esta carecteristica del sistema.

## Prueba de la llamada del contacto de emergencia:

Esta función ya explicada en el código de programación se encargará de establecer un número telefónico que el usuario desee para ponerlo como contacto de emergencia, de manera que cuando se toca tal botón este realiza la acción de llamar al número anteriormente guardado.



**Figura 82.** Prueba llamada a número de emergencia.

## 8.4 CONTRASTACIÓN DEL NUEVO PRODUCTO:

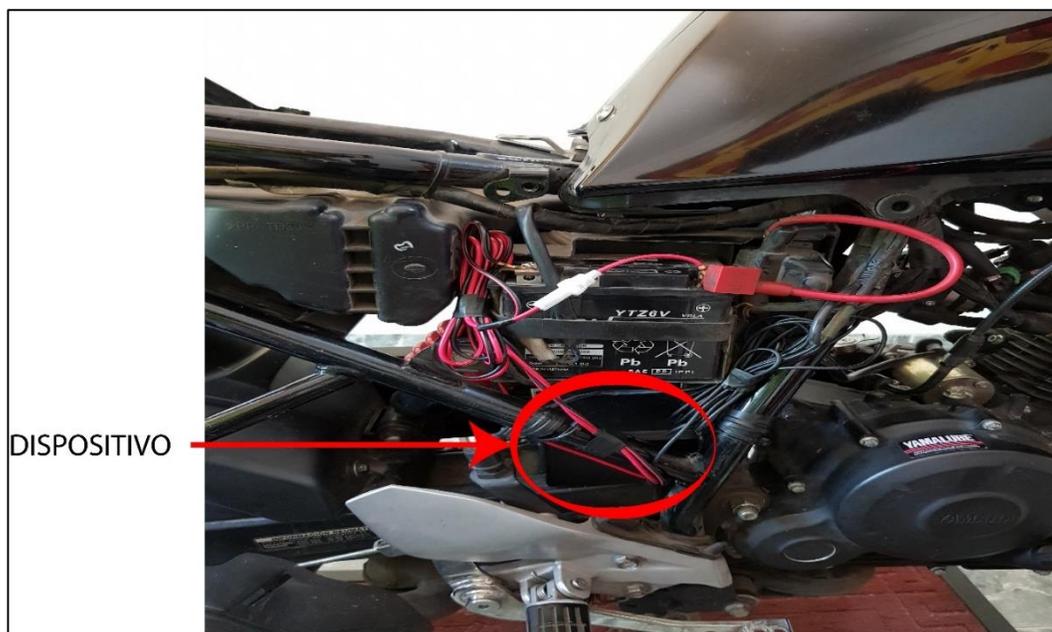
### Prueba de integración Final.

Habiendo corroborado el funcionamiento de algunas de las funciones del sistema, se procede a tapar el dispositivo y ubicarlo en un espacio adecuado dentro del vehículo en el cual pueda quedar agarrado fijamente, para que así, la moto pueda ser sacada a un espacio al aire libre de forma que se pueda complementar su testeo con otras pruebas.



**Figura 83.** Prototipo funcional terminado

La ubicación del Dispositivo dentro del vehiculo puede variar según la moto, ya que los diseños varían drásticamente por marca y tipo, para el caso de este documento, el dispositivo se instaló en una motocicleta marca Yamaha, de la línea FZ 150, es importante reiterar como en el principio del documento, este dispositivo no interviene en el Sistema Eléctrico de la Motocicleta, lo cual es bueno ya que no representa ninguna amenaza al mismo además, para motos nuevas esta ventaja le permite conservar su garantía.



**Figura 84.** Instalación y conexión, cables

La instalación y conexión de los cables en la motocicleta no representan gran volumen y se pueden ajustar fácilmente al chasis. El prototipo se ajustó detrás del chasis sobre la tijera de la moto en donde irá ajustado por un sistema de abrazaderas al chasis.



**Figura 85.** Prototipo instalado.

Al haber instalado plenamente el dispositivo en la motocicleta, quedó camuflado y pasa totalmente desapercibido. Ahora se procederá a ejecutar las pruebas al aire libre y complementar las anteriores que se llevaron a cabo.

- **Prueba de latencia de envío (GSM/GPRS) de coordenadas (GPS):**

El sistema aquí diseñado tiene como objetivo principal alertar y prevenir el hurto a motocicletas; esto se logra gracias a todas y cada una de las características que tiene este dispositivo. Una virtud o función de gran importancia es la del Geo-posicionamiento; gracias a este servicio se tiene la posibilidad de saber en qué lugar se encuentra la moto que alberga al prototipo.

Las coordenadas pueden ser enviadas al usuario por petición del mismo o por notificación de alarma cuando esta esté activada. En la prueba realizada en el apartado “Primera Prueba De Verificación De Funcionamiento.” Se puede ver claramente cómo las coordenadas enviadas por el GPS corresponden de manera casi exacta con la nuestra; se debe recordar que los servicios de ubicación pueden llegar a presentar un margen de error, los cuales varían entre los diferentes dispositivos; en el caso de este proyecto la precisión en posición horizontal es  $< 2.5\text{m CEP}^{45}$ .

---

<sup>45</sup> ACOPTEX. Basics: Project 053d SIM808 GSM GPRS GPS Bluetooth evolution board (EVb-V3.2). [en línea], 2017 [revisado 5 de marzo 2018] Disponible en Internet: <http://acoptex.com/project/264/basics-project-053d-sim808-gsm-gprs-gps-bluetooth-evolution-board-evb-v32-at-acoptexcom/#sthash.wFM28NrU.dpbs>

Hay que recordar que el envío de los datos se hace mediante el servicio de mensajería de texto (SMS) la cual depende de la cobertura de la red de telefonía celular, esto significa que el tiempo que demore dependerá de tal factor.

Para esta prueba se simuló una de las modalidades de robo más frecuentes a motocicleta el cual es el método del halado<sup>46</sup>, el cual consiste en llevarse la moto en mano, este método es uno de los más utilizados gracias a varios factores uno de ellos es que normalmente la moto se encuentra sola y sin ninguna vigilancia y también porque cuando se la llevan no levantan sospechas ya que pareciera como si la moto se hubiese varado.



**Figura 86.** Simulación modalidad halado.

para trabajar bajo la peor situación en pro de probar la latencia del envío de las coordenadas para la ubicación, se utilizará la función de la App llamada “Donde está mi Moto” la cual es la petición que hace el usuario para obtener la ubicación del vehículo, en esta función el usuario enviara un SMS con la petición, y cuando le llegue al Sistema este contestará con la ubicación por otro SMS, de modo que aquí se podrá evidenciar el máximo tiempo aproximado que tendrá que esperar el usuario para recibir las coordenadas.

---

<sup>46</sup> MORENO, Juan David. Estas son las motos que más se roban en Bogotá. El Espectador [en línea], 1 junio de 2017 [revisado 16 de julio 2018]. Disponible en Internet: <https://www.elespectador.com/noticias/bogota/hasta-en-la-web-venden-motos-robadas-articulo-696505>

La ruta que se realizo fue la siguiente:

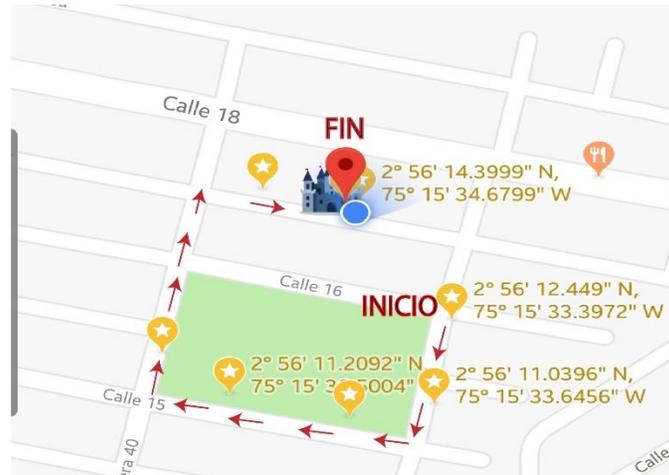


Figura 87. Ruta de prueba

A continuacion se muestra cada uno de los puntos en los cuales se le hizo la peticion y la marca de las repuestas.

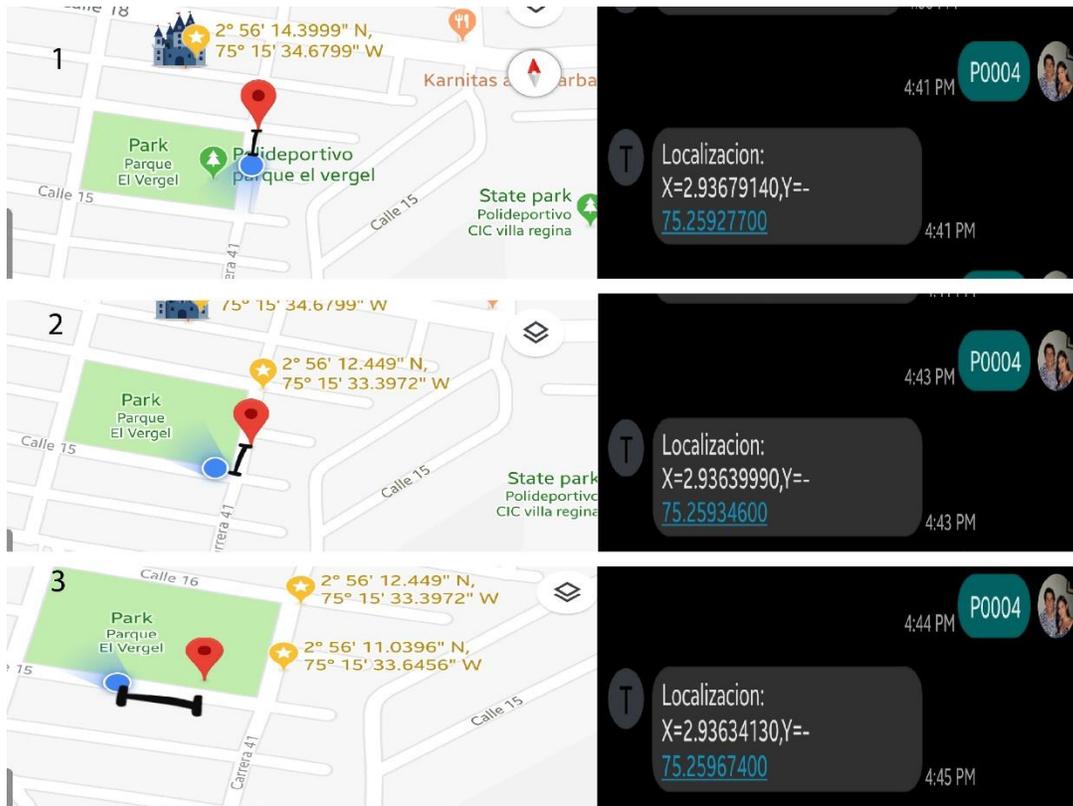
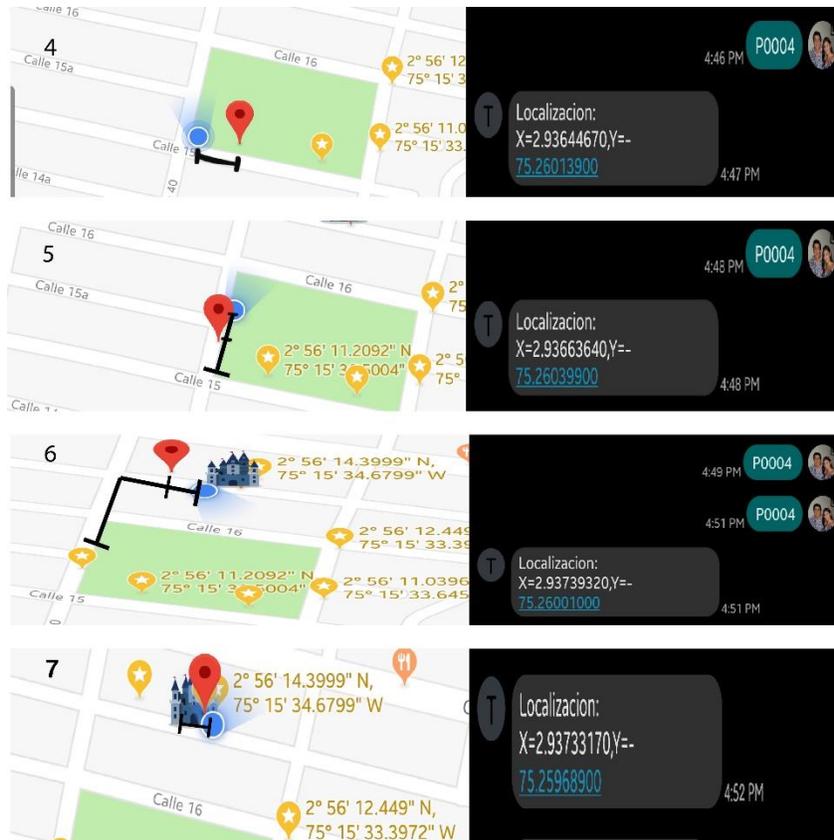


Figura 88. Prueba test latencia imagen 1,2 y 3

En esta primera parte de la ruta se observa como claramente hay una latencia ya que cuando se hace la petición esta no es contestada inmediatamente debido a la red de SMS. Se ve por la solicitud 3 de la petición (P0004) como hay un lapso de espera de (30 a 60) seg aproximadamente antes de recibir las coordenadas.



**Figura 89.** Prueba test latencia imagen 4,5,6 y 7

En esta última figura se corrobora lo dicho en el párrafo anterior, el menor tiempo registrado se plasma en la imagen 5, pero el mayor tiempo de respuesta de toda la ruta se reconoció en la imagen 6 donde, alcanzo a pasar 2 min antes de que llegara el SMS con las coordenadas (máximo cada dos minutos se enviaba la siguiente petición por tal motivo se alcanzó a juntar los dos mensaje de petición “P0004”), esto debido a que en ocasiones el servicio de SMS presenta retardos causados por la congestión y ruta establecida por la Red de telefonía de modo que queda claro que no es un servicio P2P.

### **Contraste entre el Nuevo producto y las expectativas ideales del sistema.**

La expectativa de este proyecto es contrarrestar el alto índice de hurtos a motocicletas en Colombia, y que además fuese un producto accesible, no solo para aquellos que tienen una moto por ocio sino para aquellas personas que utilizan dicho vehículo como sustento y único medio de transporte. En un principio hay muchas formas de resolver la problemática, unas más prácticas que

otras; para la elección de la solución desarrollada se tuvieron en cuenta diferentes aspectos, que permitieron no solo guiarse por aquellas que más tecnologías y servicios ofrecía, sino también por aquellas que tuvieran ventajas tales como precios, factibilidad, aspecto social entre otras, y así fue como se llegó a la solución plasmada hoy (gracias al método evaluativo Benchmarking).

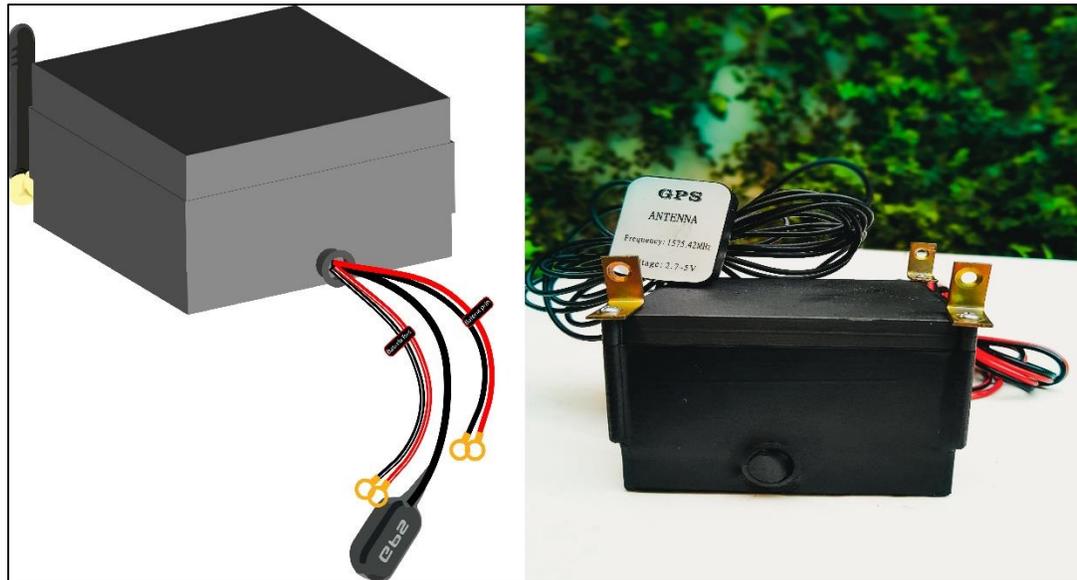
- La idea que se escogió plasma el uso de la Red GSM/GPRS como sistema de comunicación ya que es la única red que nos permite dentro del país conectarnos sin importar las distancias, esta red es usada por los usuarios para realizar llamadas, enviar SMS y conectarse a internet, siendo por hoy, el tipo de conexión más rápida para el envío de datos, por tal razón se había pensado utilizar el uso de tal conexión, pero la idea fue descartada al comparar los costos del servicio de paquetes de datos frente a los paquetes de mensajería de texto (SMS) ya que con 6,000 COP se tiene derecho a 700 SMS por 30 días mientras que el paquete de datos por 30 días más económico que ofrece el operador de servicio (en este caso Claro) es de 40,000 COP; es evidente la diferencia de precios tan abismal, por tal razón se escogió el servicio de SMS como plataforma de comunicación.

Paquete de 700 SMS a Claro	Todo incluido con minutos ilimitados 30 días
<p>Suscripción</p> <p>Valor paquete <b>\$ 6.000</b> Más Información &gt;</p>	<p><b>\$ 40.000</b> Más información &gt;</p>
700 Mensajes incluidos	Incluye WhatsApp, Facebook y Twitter
\$8.6 valor SMS incluido	1.5 GB de navegación
30 días de vigencia	Minutos Todo Destino Ilimitados
	Mensajes de texto Ilimitados
<a href="#">Cómpralo aquí &gt;</a>	<a href="#">Cómpralo aquí &gt;</a>

**Figura 90.** Comparativo de costos empresa Claro. Tomado de claro.com.co

- la visualización del mapa con las coordenadas idealmente se estableció que solo pudiera ser consultada a través de la base de datos de la App ubicada en la pestaña de “Historial”, pero al ser este servicio brindado por la API de Google Maps, solo se puede abrir el Mapa si el usuario cuenta con conexión a internet. Con la finalidad de evitar que el Usuario tenga que tener si o si acceso internet, se añadió también una URL en el mensaje de alerta con las coordenadas, el cual al acceder al él, abrirá la App de Google Maps donde allí se ofrece la posibilidad de descargar los mapas para que muestre las coordenadas sin conexión a internet.

- En el área del diseño, el prototipo se plasmó como una caja sellada con la salida de las antenas (GSM y GPS) y las entradas de alimentación (batería principal y batería de reserva); sin embargo en la construcción de la carcasa se vio necesario agregar huecos para atornillar la carcasa para que de esa manera quedara totalmente sellada y fija, además de que ahí mismo se podrían colocar soportes para asegurar el dispositivo al chasis de la moto. Figura. Diseño vs prototipo funcional



**Figura 91.** Comparativo de prototipo ilustrativo al prototipo final

Por otro lado, la antena GSM quedo interna ya que la posición de la placa dentro de la carcasa no la deja salir (esto no afecta la recepción). Por último en el boceto no se estableció el botón de desactivación manual, el cual fue integrado en la carcasa del prototipo, esto por si el usuario pierde de alguna manera la forma de poder establecer conexión remota con el dispositivo (para este caso si se llegara a cambiar el estado del botón el dispositivo avisaría de tal acción al usuario).

- Los precios finales de la construcción de todo el prototipo fueron los siguientes:

Descripción	Valor
Modulo SIM808 GSM/GPRS/GPS/Bluetooth	\$41.200 COP
ARDUINO NANO	\$12.000 COP
Sensor De Vibración	\$3.000 COP
Módulo relé 1 canal	\$1.300 COP
Cables, Switch y capacitores	\$4.000 COP
Construcción 3d Carcasa	\$20.000 COP
Regulador 17805	\$1.400 COP
<b>TOTAL</b>	<b>\$82.900COP</b>

**Tabla11.** Precio final prototipo

Los precios estimados cuando se analizó la idea elegida.

<b>Descripción</b>	<b>Valor</b>
Modulo SIM 808 GSM/GPRS/GPS/BLUETOOTH	\$41.200 COP
ARDUINO NANO	\$12.000 COP
SENSOR DE VIBRACION	\$3.000 COP
CABLES Y COSTO DE EXTRAS	\$20.000 COP
<b>TOTAL (costo aproximado)</b>	<b>\$76.200 COP</b>

**Tabla 12.** Precio aproximado Idea 1

El costo del prototipo con respecto al aproximado de la idea escogida, aumento 6.700 COP, quedando así en 82.900 COP aún por debajo de los 100.000 COP lo que beneficia al proyecto cumpliendo el objetivo de ser un sistema de bajo costo.

## 9. LIMITACIONES Y RECOMENDACIONES DEL SISTEMA

Al ser un dispositivo pensado en cubrir las necesidades básicas dentro del marco de una alarma antirrobo y además con un nivel de fabricabilidad sencilla y componentes convencionales (todo esto con el fin de obtener un producto para todos aquellos que tiene una motocicleta), presenta algunas limitantes que pueden afectar el funcionamiento natural del mismo.

Se enlista a continuación las recomendaciones y limitaciones:

- El receptor GPS podrá tardar más tiempo o no hacer conexión con los satélites de posicionamiento si se llegase a encontrar en espacios muy encerrados, como por ejemplo edificaciones que tengan más de dos piso o sótanos, Pero esto no impedirá el funcionamiento de las demás funciones siempre y cuando tenga señal la SimCard.
- Al utilizar la red GSM como medio de comunicación, se verá afectada la señal en lugares fronterizos o fuera del país ya que naturalmente el sistema cuenta solo con cobertura nacional y no se dispone por defecto el servicio de Roaming; esta limitante estará hasta que el usuario active el uso del Roaming (servicio de cobertura internacional) con la empresa prestadora de servicios de la red de telefonía celular.
- Aparte del funcionamiento fuera del país, el sistema podría verse afectado por la cobertura en lugares (dentro del territorio nacional) donde no haya buena recepción de señal como por ejemplo áreas rurales muy alejadas de las antenas de comunicación.

- La respuesta del sistema a alguna petición no llegara de forma instantánea ya que la recepción de los mensajes depende del tráfico de la red GSM del operador de servicios.
- La alimentación del sistema dependerá de la batería de 12 voltios de la motocicleta por lo que el prototipo dejaría de funcionar si esta es removida, esta descargada o si se encuentra en mal estado. Para evitar que el sistema dependa solo de la batería de la moto, el usuario podrá adquirir en el mercado una batería portátil que cuente con una salida mayor a 6 voltios, pues el prototipo dispone también de una entrada de alimentación para una batería de reserva.
- El sistema de alarma contiene una SimCard que es previamente activada con un operador, deberá contar con saldo (o tener activado un paquete de SMS) para el envío de datos de alertas, coordenadas y mensajes de confirmación, de no ser así el sistema perderá comunicación bidireccional con el usuario.
- La tecnología avanza a pasos agigantados, por ende como recomendación para este proyecto en un futuro es disponer de un flujo de datos en tiempo real con comunicación vía internet. Aunque ahora el precio de los paquete de datos son poco accesible por ciertas personas, se prevé que en el futuro el precio de los mismo tenga una disminución considerable, y en vez de manejarse por uso de datos, estos se manejaran por velocidad de conexión; tal y como sucede en países desarrollados ahora. A su vez se recomienda integrar en un futuro componentes aun con menor tamaño y con una mayor capacidad para manejar un flujo de datos en Streaming.
- Aunque el Framework de Ionic permite el desarrollo multiplataforma, la compilación para cada sistema operativo se lleva acabo de maneras diferentes, ya que por ejemplo si se quiere compilar para IOS, Ionic exportará la carpeta del proyecto al formato del compilador Xcode de Apple, lo que implicaría tener como recursos, un computador Mac y un celular iPhone, obteniendo así en este momento una limitación porque aumentaría en gran manera los costes del proyecto; y teniendo en cuenta que no se disponen de tales patrimonios, queda esta compilación como una recomendación en el futuro para ampliar el soporte a los Smartphone de la plataforma de Apple (ya que el código desarrollado tiene activas las funciones nativas para dicho sistema operativo).

## **10. CONCLUSIONES.**

- La metodología de la creación de un nuevo producto es parte clave en el desarrollo ya que permite observar la solución a partir del problema, de modo que quedo en evidencia que ante una problemática existen múltiples soluciones, para ello es importante evaluarlas y deacuerdo a criterios extraídos de las necesidades, identificar el valor de cada factor para que su puntaje total ayude a escoger la salida más viable.
- Inicialmente el aplicativo móvil fue exportado para la plataforma Android, ya que es el sistema operativo para celulares más usado a nivel mundial, y al ser tan común será más fácil obtener una retroalimentación del uso y de esa manera se evaluará mejor el

rendimiento del sistema, la comunicación con el prototipo y sus funciones. Además se demostró que Ionic Framework cuenta realmente con el servicio de exportación multiplataforma ya que se pudo compilar el código para Android sin ningún inconveniente y con el rendimiento esperado, esto evidencia que este Framework permitiría la expansión de este proyecto en sistemas tales como IOS y Microsoft Mobile (teniendo en cuenta algunas variaciones en la forma de invocar servicios nativos en cada una) lo que permitirá llegar a todos los usuarios sin discriminar el uso de los diferentes software.

- Ionic framework dispone de un sinnúmero de librerías y plugins que permiten adaptar el aplicativo a las necesidades del problema; para el caso del proyecto se muestra como se integró de manera exitosa la API de Google Maps en la aplicación desarrollada, también cabe resaltar que permitió integrar el uso de funciones nativas como el lector de huella, la cámara, el álbum de fotos, llamadas, y como componente principal la recepción, envío y guardado SMS para la comunicación y el desarrollo de la base de datos local del sistema. Demostrando de tal forma que es un Framework más que apto para el desarrollo de un proyecto de esta magnitud
- Con la implementación del micro controlador Arduino Nano V3 se pudo demostrar que fue un componente capaz de integrarse sencillamente en el proyecto, siendo una tarjeta que tiene una gama amplia de módulos con los que puede interactuar (en este caso el módulo SIM808), permitiendo el desarrollo ágil e intuitivo. Para su reducido tamaño, este dispositivo cuenta con numerosos puertos de los cuales se dividen entre digitales y analógicos (los analógico tiene un ADC interno que permite usarlos también como digitales), además de contar con puertos exclusivos para transmisión y recepción de datos (RX/TX), todos estos puertos fueron más que suficientes para la realización del proyecto ya que no se llegaron utilizar todos; la única debilidad de esta tarjeta es que viene limitada en memoria RAM, pero comparado al bajo precio, otorga una relación costo beneficio bastante buena, lo que ratifica la elección acertada del componente.
- Quedo comprobado que el módulo SIM808 es un dispositivo capaz de enviar y recibir datos de manera segura y eficiente, ya que cumple con la función de llevar la información al Arduino para que este, haga la respectiva interpretación, para luego reenviarla al usuario. El ser una tarjeta eficiente no la exime de estar sujeta a la latencia que presenta el servicio de la red de telefonía, dado que tal factor no depende del módulo. Una ventaja de esta tarjeta es que cuenta con distintas tecnologías que permiten la comunicación, como la GSM/GPRS y GPS en una misma PCB, además también cuenta, con una variedad de puertos que permiten agregar nuevas funciones de ser necesarias.
- Es preciso decir que el servicio de comunicación (GSM/GPRS) por mensaje de texto, presenta falencias en los tiempos de entrega debido a que tiene que pasar de antena a antena lo que hace que la ruta de un mensaje se ha distinta en cada caso, de manera que en algunas ocasiones puede llegar a presentar retardos como los registrados en este documento o suceda que llegue primero un mensaje que otro. Pero sin duda las mayores ventajas que ofrece este servicio es la cobertura nacional (ya que permite movernos alrededor de todo

el territorio nacional sin perder comunicación) y el extremado bajo costo por el uso de este servicio (punto importante en el objetivo de tener un dispositivo económico).

- En las pruebas, el sistema de Geo-localización que integra el módulo de comunicación SIM808 demostró ser confiable y preciso en la recepción de las coordenadas, con una precisión no mayor a 5 metros en la práctica (teóricamente es menor a 2.5mt) y con una conexión de 22 canales para seguimiento y 66 canales para adquisición; también se examinó que el receptor puede tardar más de lo normal o no llegar a establecer enlace con los satélites si se encuentra en espacios muy encerrados como los explicados en las limitaciones. En conclusión el GPS brinda una exactitud cercana a los servicios de ubicación de Google Maps lo que es de gran beneficio para el proyecto considerando que es un receptor comercial y que parte importante de las funciones, es identificar el lugar en el cual se encuentra el vehículo.
- Al ser un prototipo semi-modular, permite de ser necesario la actualización del código interno del Arduino además del reemplazo de piezas tales como el cableado, el micro controlador, el módulo Relé, el Switch y el módulo SIM808, ya que esto garantizaría un mejor soporte al producto así como una futura posible actualización.
- En factores externos, las altas temperaturas pueden afectar el funcionamiento y la integridad del prototipo por tal motivo, el hardware instalado dentro de la motocicleta debe estar alejado del motor, puesto que este al ser de combustión interna disipa bastante energía en forma de calor. También el sistema no tiene resistencia a inmersiones en agua más si es resistente a salpicaduras, debido al diseño semi-hermético del encapsulado.
- Se aprendió por medio de un gran número de pruebas individuales así como conjuntas de cada componente del proyecto, que el prototipo es un producto óptimo para minimizar los casos de hurto a las motocicletas, brindándole al usuario ventajas tales como alertas de movimientos indeseados, petición de la ubicación del automotor, sistema de batería de reserva, alarma de desconexión de la batería principal, marcado rápido a un contacto de emergencia y un Historial (base de datos local) que permite acceder a la ubicación de alertas pasadas. mostrando así que este sistema es fiable y cumple con los objetivos propuestos al inicio del presente documento.

## 11. BIBLIOGRAFÍA

1. CARACOL RADIO. Alarmantes cifras de hurtos en Colombia. Caracol [en línea], 21 de agosto de 2017 [revisado 16 de julio 2018]. Disponible en Internet: [http://caracol.com.co/radio/2017/08/21/nacional/1503330056\\_298118.html](http://caracol.com.co/radio/2017/08/21/nacional/1503330056_298118.html).
2. MORENO, Juan David. Estas son las motos que más se roban en Bogotá. El Espectador [en línea], 1 junio de 2017 [revisado 16 de julio 2018]. Disponible en Internet: <https://www.elespectador.com/noticias/bogota/hasta-en-la-web-venden-motos-robadas-articulo-696505>.

3. RUNT. El 71% de los vehículos matriculados en lo corrido del 2018 son motocicletas. Runt [en línea], 23 febrero de 2018 [revisado 16 de julio 2018]. Disponible en Internet: <http://www.runt.com.co/sites/default/files/Bolet%C3%ADn%20003%20de%202018.pdf>
4. MONTES, Luis. Alarma para casa: Breve historia. SeguComp® [en línea], 13 de Mayo de 2016 [revisado 16 de julio 2018]. Disponible en Internet: <https://seguridadcompartida.mx/alarma-para-casa-como-funciona/>.
5. JARABA LEMUS, Yuliana Calle. et al. Implementación de un sistema de alarma, Control remoto y geo posicionamiento para motocicletas usando hardware y software libre. Calameo [en línea], 2011 [revisado 16 de julio 2018]. Disponible en Internet: <https://es.calameo.com/read/0002461164b6cd732e1f9>.
6. BEDOYA GIRALDO, Yeferson. et al. Implementación, control y monitoreo de un sistema de seguridad vehicular por redes GSM/GPRS. Universidad Tecnológica de Pereira [en línea], 2013 2011 [revisado 16 de julio 2018]. Disponible en Internet: <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/4350/6298B412.pdf>
7. MARTINEZ OROZCO, Fabio Fernando. et al. Sistema de monitoreo para motocicletas con tecnología Arduino y Android. Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD [en línea], 2016 [revisado 16 de julio 2018]. Disponible en Internet: <https://stadium.unad.edu.co/preview/UNAD.php?url=/bitstream/10596/7918/3/1110448165.pdf/>
8. Tectronica. Radioenlaces de microondas: introducción planificación y diseño. 28 junio 2018 [revisado 5 diciembre 2018] disponible en línea: <https://telectronika.com/articulos/fundamentos-de-radioenlaces-de-microondas/>
9. HERNANDO RABANOS, José M. MENDO TOMAS, Luis. RIERA SALIS, José Manuel. Comunicaciones móviles. Editorial Universitaria Ramón Aceres. 2002 [Consultado el 5 diciembre 2018] disponible en internet: <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=lnqnDAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA21&dq=sistema+global+para+las+comunicaciones+móviles&ots=LmpLc3DIwr&sig=DARrFWQ70ZWwxhVs3VmMjdojDDQ#v=onepage&q&f=false/>
10. TOMASI, Wayne. Sistema de Comunicaciones Electrónicas. Person educación México, 2003 [consultado diciembre 5 del 2018] disponible en internet: [https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=\\_2HCio8aZiQC&oi=fnd&pg=PR1&dq=sistema+global+para+las+comunicaciones+móviles+GSM&ots=vv0ZO4BNvb&sig=ou1CQdkGyxNav4qGo6RJprqzBWA#v=onepage&q=sistema%20global%20para%20las%20comunicaciones%20móviles%20GSM&f=false](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=_2HCio8aZiQC&oi=fnd&pg=PR1&dq=sistema+global+para+las+comunicaciones+móviles+GSM&ots=vv0ZO4BNvb&sig=ou1CQdkGyxNav4qGo6RJprqzBWA#v=onepage&q=sistema%20global%20para%20las%20comunicaciones%20móviles%20GSM&f=false)

11. Viloría Núñez, César, Cardona Peña, Jairo, Lozano Garzón, Carlos, Análisis comparativo de tecnologías inalámbricas para una solución de servicios de telemedicina. Ingeniería y Desarrollo [en línea] 2009, (Enero-Junio): [Fecha de consulta: 28 de noviembre de 2018] Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=85212371012IS>. SN 0122-3461
12. Radiocomunicaciones Móviles. “Tecnología 2.5 GPRS”. Escuela Superior de Ingeniería de Telecomunicaciones. Universidad Rey Juan Carlos. 2005.
13. LETHAM LAWRENCE. GPS Fácil uso del sistema de posicionamiento global. Editorial Paidotribo. 2001 [consultado diciembre 5 de 2018]. Disponible en internet: <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=orjnvjPqELcC&oi=fnd&pg=PA5&dq=sistema+de+posicionamiento+global&ots=IlwoEHkwn&sig=okxnCoL7lS4hsNs3YkOn2yAf2k0#v=onepage&q=sistema%20de%20posicionamiento%20global&f=false>
14. A.Pozo-Ruz, A.Ribeiro, M.C.García-Alegre, L.García, D.Guinea, F.Sandoval. Sistema de posicionamiento global (GPS): descripción, análisis de errores, aplicaciones y futuro. Dpto. de Tecnología Electrónica Ingenieros de Telecomunicación. Universidad de Málaga. 2003 [consultado diciembre 5 del 2018] disponible en internet: [http://www.oocities.org/es/foro\\_gps/infografia/gps5.pdf](http://www.oocities.org/es/foro_gps/infografia/gps5.pdf)
15. GUTIERREZ, Javier J. ¿Qué es un Framework Web?. [en línea]. [Revisado 16 de julio 2018]. Disponible en Internet: [http://www.lsi.us.es/~javierj/investigacion\\_ficheros/Framework.pdf](http://www.lsi.us.es/~javierj/investigacion_ficheros/Framework.pdf).
16. YAGUAPAZ MADERA, Luis Gonzalo. Estudio del Framework Ionic 2 para el Desarrollo de Aplicaciones Móviles Híbridas. Universidad Técnica Del Norte [en línea], Mayo 2018 [revisado 30 de Noviembre 2018]. Disponible en Internet: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/8285/1/04%20ISC%20463%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf>.
17. APACHE CORDOVA. Resumen. Cordova [en línea], [revisado 30 de Noviembre 2018]. Disponible en Internet: <https://cordova.apache.org/docs/es/latest/guide/overview/>.
18. SALAS ARRIARÁN, Sergio. Todo sobre sistemas embebidos [capítulo 1]. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC) [en línea], 05 de Octubre de 2015, p 38. [Revisado 16 de julio 2018]. Disponible en Internet: <http://hdl.handle.net/10757/579143>
19. CAMARGO BAREÑO, Carlos Iván. Transferencia tecnológica y de conocimientos en el diseño de sistemas embebidos. Universidad Nacional de Colombia [en línea], 2011, p 4. [Revisado 1 de Diciembre 2018]. Disponible en Internet: <https://core.ac.uk/download/pdf/11055513.pdf>.

20. 4to CONGRESO DE ELECTRÓNICA, CONTROL Y TELECOMUNICACIONES. Introducción a los Sistemas embebidos. Universidad Distrital Francisco José de Caldas [en línea], 30 de septiembre de 2008. [Revisado 1 de Diciembre 2018]. Disponible en Internet: <https://es.slideshare.net/jkovima/introduccion-a-los-sistemas-embebidos-presentation>
  
21. Tolocka Profe. Modulos de 4 reles para Arduino. Etolocka. 9 mayo 2005 [consultado diciembre 5 del 2018] disponible en internet: [http://www.oocities.org/es/foro\\_gps/infografia/gps5.pdf](http://www.oocities.org/es/foro_gps/infografia/gps5.pdf)
  
22. WHITE, Glen. ¿Qué es Vibración? En: Introducción al Análisis de Vibraciones. U.S.A, 2010. P. 16
  
23. WHITE, Glen. Movimiento armónico sencillo. En: Introducción al Análisis de Vibraciones. U.S.A, 2010. P.
  
24. CARACOL RADIO. Alarmantes cifras de hurtos en Colombia .Caracol [ en línea], 21 de agosto de 2017 [revisado 16 de julio 2018]. Disponible en Internet:[http://caracol.com.co/radio/2017/08/21/nacional/1503330056\\_298118.html](http://caracol.com.co/radio/2017/08/21/nacional/1503330056_298118.html)
  
25. ECD CONFIDENCIAL DIGITAL. El robo de vehículos en España: un problema de difícil solución. El confidencial digital [en línea], 04 de Octubre de 2018 [revisado 16 de octubre 2018]. Disponible en Internet: <https://www.elconfidencialdigital.com/articulo/gadgets/robo-vehiculos-espana-problema-dificil-solucion/20181001132347116484.html>.
  
26. DOMINGUEZ, Jesús. Sistemas antirrobo del coche: ¿cuál es el más seguro? 20minutos [en línea], 04 de agosto de 2017 [revisado 16 de octubre 2018]. Disponible en internet:<https://www.20minutos.es/noticia/3104908/0/sistema-antirrobo-proteccion-coche/>.
  
27. SILVA CALPA, Alicia Cristina y MARTINEZ DELGADO, Diego. Influencia del Smartphone en los procesos de aprendizaje y enseñanza. Fundación Universitaria Konrad Lorenz [en línea], 25 de marzo de 2017 [revisado 16 de octubre 2018]. Disponible en Internet: <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S2215910X17300010?token=198AA3A9A43446B012237F6C5886F4700C8F027780BFB2342A0465AFA2A543C91BFE1AFA0F8946F0E7DCA10667BBE41F>.
  
28. FACULTAD DE INGENIERIA. Perfil del Egresado. Universidad Sur colombiana [ en línea], [revisado 16 de julio 2018]. Disponible en Internet: <https://www.usco.edu.co/es/estudia-en-la-usco/programas-pregrado/facultad-de-ingenieria/ingenieria-electronica/>
  
29. CALESSANDRINI. Candados y candados: cómo reconocer un candado de calidad en tres pasos. Club de seguridad Viro [en línea], 31 de enero de 2017 [revisado 18 de

- octubre 2018]. Disponible en Internet: <https://www.clubseguridadviro.es/candados-y-candados-como-reconocer-un-candado-de-calidad-en-tres-pasos/>.
30. CARACOL RADIO. El candado del futuro que se abre con Bluetooth. Caracol [ en línea], 25 de agosto de 2017 [revisado 18 de octubre 2018]. Disponible en Internet: [http://caracol.com.co/radio/2017/08/25/tecnologia/1503681550\\_172014.html](http://caracol.com.co/radio/2017/08/25/tecnologia/1503681550_172014.html).
  31. CALESSANDRINI. Candados y candados: cómo reconocer un candado de calidad en tres pasos. Club de seguridad Viro [en línea], 31 de enero de 2017 [revisado 18 de octubre 2018]. Disponible en Internet: <https://www.clubseguridadviro.es/candados-y-candados-como-reconocer-un-candado-de-calidad-en-tres-pasos/>.
  32. PÉREZ BLANCO, IVÁN. Diseño de un candado electrónico inteligente controlado por bluetooth. Universidad Politécnica de Valencia, Departamento de Ingeniería Electrónica [en línea], 25 de Noviembre de 2016 [revisado 19 de octubre de 2018]. Disponible en Internet: <https://riunet.upv.es/handle/10251/74614>.
  33. PEÑA GUTIERREZ, Julian ¿Qué es seguridad electrónica?, TECNO Seguro, [en línea] marzo 2018 [revisado 10 enero 2019]. Disponible en internet:<https://www.tecnoseguro.com/faqs/general/que-es-seguridad-electronica>
  34. PASTORINO, Cecilia. Llaves electronicas RFID ¿Cuál es la opción más segura?, Weliveecurity, [en línea] 2 mayo 2018. [Revisado 10 enero del 2019]. Disponible en internet: <https://www.welivesecurity.com/la-es/2018/05/02/llaves-electronicas-rfid-opcion-mas-segura/>
  35. ROMERO, Mauricio. Seguridad: así funcionan y se duplican las llaves de encendido de los autos. EL TIEMPO. [En línea] 28 agosto 2018. [Revisado 10 de enero 2019]. Disponible en:  
<http://www.carroya.com/noticias/guia-para-conductores/como-funciona-la-llave-inteligente-de-un-carro-3801>
  36. MANUEL GARROTE, Enrique. Cerradura electrónica con sistema de Alimentación integrado en la llave. Universidad politécnica de Madrid [en línea] julio 2017. [Revisado] 10 enero del 2019. Disponible en línea: [http://oa.upm.es/47512/1/TFG\\_ENRIQUE\\_MANUEL\\_GARROTE\\_SOLA.pdf](http://oa.upm.es/47512/1/TFG_ENRIQUE_MANUEL_GARROTE_SOLA.pdf)
  37. A. ARRIETA, Rowina. Funcionamiento de las llaves codificadas. Autosoporte. [En línea] 8 septiembre 2018. [Revisado 10 de enero 2019]. Disponible en línea. <http://www.autosoporte.com/blog-automotriz/item/470-funcionamiento-de-las-llaves-codificadas-chip-inmovilizadores-de-los-vehiculos>
  38. ARBELAEZ LEON, David Ricardo. Plan de negocio para una empresa dedicada a la distribución y comercialización de un localizador para moto: securita. Universidad EIA [En línea] noviembre 2016, [Revisado 10 enero 2019]. Disponible en línea:

[https://repository.eia.edu.co/bitstream/11190/1815/1/ArbelaezDavid\\_2016\\_PlanNegocioEmpresa.pdf](https://repository.eia.edu.co/bitstream/11190/1815/1/ArbelaezDavid_2016_PlanNegocioEmpresa.pdf)

39. HUERFANO GONZALES, Ana Milena. Creación de una empresa dedicada a la producción y comercialización del producto safe control en la ciudad de Bogotá. Universidad distrital francisco José de caldas. [En línea] junio 2015, [revisado 10 enero 2019]. Disponible en línea: <http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/2385/1/huérfanogonzalezanamilena2015.pdf> (Gutiérrez)
40. NORMAN, Don. The design of everyday things. Revised and Expanded Edition. New York: BASIC BOOKS, 2013. Cap.6, P.217
41. ARDUINO. Language Reference. Arduino [en línea], [revisado 4 de enero de 2019]. Disponible en Internet: <https://www.arduino.cc/reference/en/>.
42. IONIC FRAMEWORK. What is Ionic Framework? . Ionic Framework [en línea], [revisado 11 de Enero de 2019]. Disponible en Internet: <https://ionicframework.com/docs/intro>.
43. ROJAS, Carlos. ¿Qué es Typescript?. NG CLASSROOM [en línea], [revisado 11 de Enero de 2019]. Disponible en Internet: <https://blog.ng-classroom.com/blog/ionic2/typescript/>
44. FLATICON. When do I need to provide attribution to the author?. Flaticon [en línea], [revisado 15 de febrero de 2019]. Disponible en Internet: <https://support.flaticon.com/hc/en-us/articles/115004389449-When-do-I-need-to-provide-attribution-to-the-author->
45. ACOPTEX. Basics: Project 053d SIM808 GSM GPRS GPS Bluetooth evolution board (EV3.2). [en línea], 2017 [revisado 5 de marzo 2018] Disponible en Internet: <http://acoptex.com/project/264/basics-project-053d-sim808-gsm-gprs-gps-bluetooth-evolution-board-ev3-2-at-acoptexcom/#sthash.wFM28NrU.dpbs>
46. MORENO, Juan David. Estas son las motos que más se roban en Bogotá. El Espectador [en línea], 1 junio de 2017 [revisado 16 de julio 2018]. Disponible en Internet: <https://www.elespectador.com/noticias/bogota/hasta-en-la-web-venden-motos-robadas-articulo-696505>

## 12. ANEXOS

### 12.1 MANUAL DE USUARIO

Bienvenido al Sistema de monitoreo antirrobo para motocicletas, este dispositivo ha sido creado con la finalidad de contribuir a la solución de la problemática social de hurtos a las mismas.

A continuación se explica las partes del sistema así como de forma rápida su funcionamiento.

#### Dispositivo:

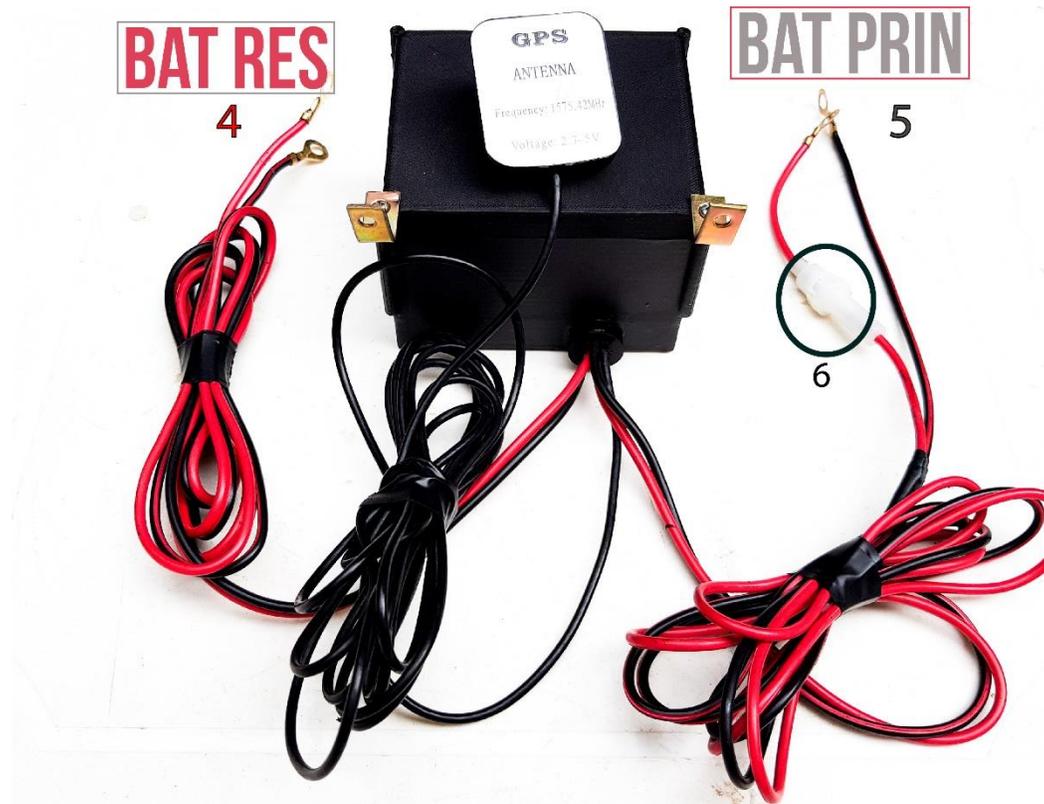


**Figura 92.** Prototipo final de alarma (frente).

- 1. Switch de desactivación manual de emergencia:** Es un Switch con dos posiciones (ON/OFF) el cual le permite al usuario (quien es el único que conoce la ubicación del sistema dentro de la moto) desactivarlo, no sin antes mandar un SMS donde indique tal acción. Esto con la finalidad de que si el usuario perdiera la comunicación con el sistema, pudiese desactivarse de forma manual (por tal razón es importante ubicarlo en un lugar poco accesible).
- 2. Soportes:** son ángulos que permite la sujeción del sistema a alguna parte de la motocicleta, facilitando de esa manera la instalación; llegado el caso de no necesitarse estos soportes,

son totalmente removibles gracias a los tornillos que los aprisionan junto con la caja del sistema.

- 3. Antena GPS:** esta antena es la encargada de captar los datos localización enviados por los satélites de posicionamiento, tiene un largo el cual le permite ubicarla en cualquier parte de la motocicleta.



**Figura 93.** Prototipo final de alarma (parte de atrás).

En la parte trasera se puede mirar a mayor detalle de que punto salen los cables de alimentación y de la antena GPS.

- 4. Entrada Batería de Reserva (BAT RES):** es la entrada de alimentación donde se debe conectar la batería de reserva (Rojo para positivo y Negro para negativo); la cual alimentara al sistema en caso de que la batería principal de la moto haya sido removida, es importante saber que la batería de reserva a conectar debe tener una salida mayor a los 6 voltios. (para este producto recomendamos la powerbank JUMPACK de cobra con salida de 5 voltios y de 12 voltios, además con capacidad de 20000mAh). La diferencia con los otros cables es que el positivo de este no tiene el portafusible, cosa que si lo tiene el cable positivo de la entrada de alimentación principal.
- 5. Entrada Batería Principal (BAT PRIN):** es la entrada de alimentación donde se debe conectar la batería de la motocicleta, esta es la alimentación principal del sistema. Los cables están distinguidos por los colores Rojo para Positivo y Negro para Negativo, el

positivo cuenta con un sistema de protección denominado fusible el cual previene que alguna sobre corriente procedente de la batería de la moto dañe el sistema de alarma. Al ser removida la batería de la motocicleta y si se tiene en funcionamiento el servicio de la batería de reserva este le avisara al usuario que su batería principal ha sido removida.

- 6. Porta Fusible:** en este elemento se aloja el fusible de protección del sistema el cual como se denota en la imagen se ubica cerca de la punta del cable positivo de la entrada principal, con este artefacto es posible cambiar el fusible que lleva a dentro en caso que el mismo ya no funcione. También funciona como variante para distinguir los cables para batería principal con los que van a la de reserva.

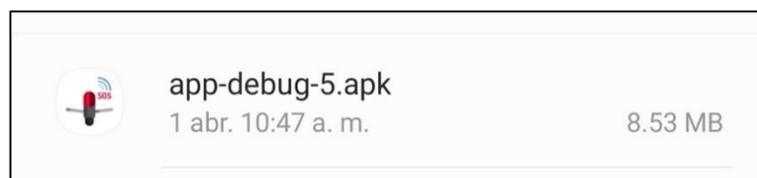
Por ultimo en el hardware, este sistema ofrece una gran ventaja, ya que permite hacer una instalación limpia sin necesidad de invadir o intervenir el sistema eléctrico de la moto, haciendo que la postura sea intuitiva y que de esa forma que cualquier persona pueda llevarla a cabo sin tener temor a perder la garantía (para usuarios con motos nuevas) o de dañar sistema eléctrico de la motocicleta.

### **Aplicación Móvil:**

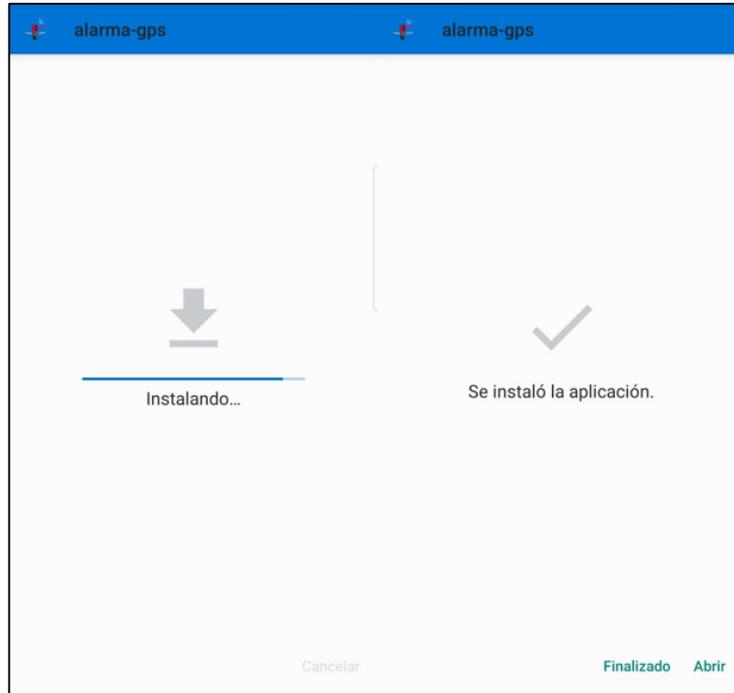
La aplicación móvil es el complemento para el funcionamiento del sistema de monitoreo antirrobo, puesto que aquí se aloja la interfaz para el control del sistema físico.

Los pasos para usar la aplicación móvil son los siguientes:

- 1.** Lo primero es abrir la APK que se le pasara al usuario al momento de adquirir la Alarma, e instalarla en su dispositivo Android, si llegase a pedir permisos para la instalar la App el usuario tiene que habilitar la opción “instalar aplicaciones de orígenes desconocidos” esta opción se encuentra en la configuración del Smartphone .

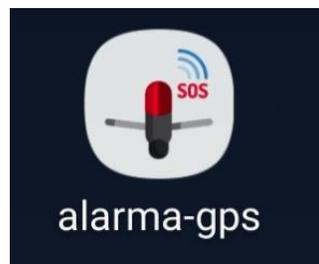


**Figura 94.** APK de la aplicación Móvil.



**Figura 95.** Proceso de instalación de la APK.

2. Luego de instalar el APK el usuario si no toco el botón de abrir, debe dirigirse a su pantalla de Apps donde se encontrará con el icono de sistema de monitoreo antirrobo el cual debe abrir para que se inicie la aplicación.



**Figura 96.** Icono App.

3. Luego de instalar la APK y abrirla, el usuario tiene que otorgarle los permisos al sistema para que pueda funcionar correctamente todos los servicios, para esto tiene que tocar el botón permitir.



**Figura 97.** Permitir permisos.

4. Una vez hecho el anterior paso, la App desplegará una ventana para poder establecer la conexión con el sistema físico. Aquí el usuario tendrá que ingresar el número de la tarjeta SIM con la que viene registrado el sistema, este número será otorgado por el proveedor, una vez escrito el número en la casilla, y verificado que la alarma dentro de la moto este bien instalada, se tocará el botón “conectar”. (esta vista será configurada una sola vez).



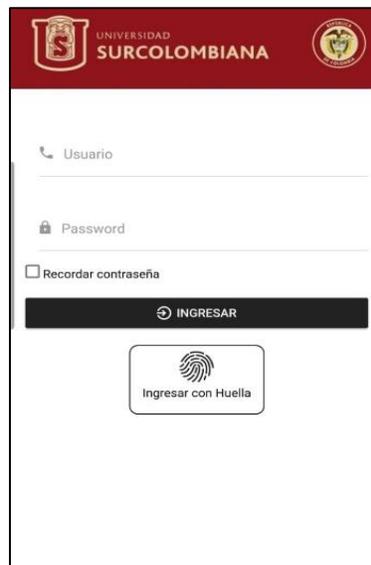
**Figura 98.** Conectar.

5. Luego de haber establecido conexión con el dispositivo físico, el usuario deberá configurar sus credenciales (Usuario y contraseña) y después de confirmarlas se desplegará una sub ventana para verificar el registro por medio de huella dactilar. (esta pantalla solo se configurara una vez por sistema).



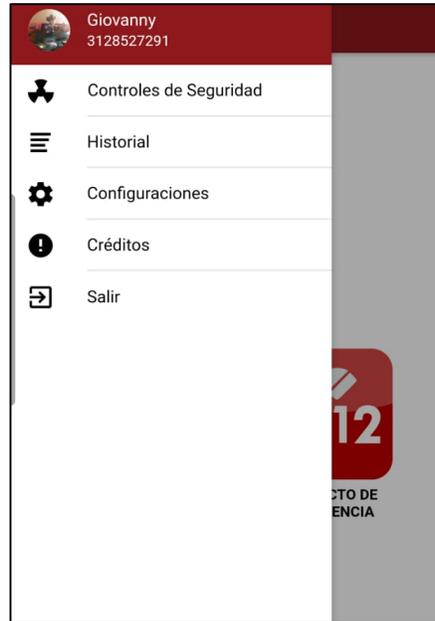
**Figura 99.** Credenciales.

6. Una vez configurado los pasos 4 y 5, ahora se podrá ingresar con el usuario y contraseña definidos en la ventana anterior o utilizar el sensor de huella dactilar para acceder. Como punto adicional para no tener que ingresar sus credenciales cada vez que se abra la aplicación, el usuario puede permitir recordar la contraseña, para de este modo saltarse este paso.



**Figura 100.** Ingreso

7. Ya dentro de la App, el usuario se encontrará con un menú desplegable el cual contendrá todas las ventanas del sistema (“Controles de seguridad, Historial, Configuraciones, Créditos y Salir”), además de albergar en la parte superior el nombre del usuario con una imagen de perfil configurable y el número SIM de la alarma.



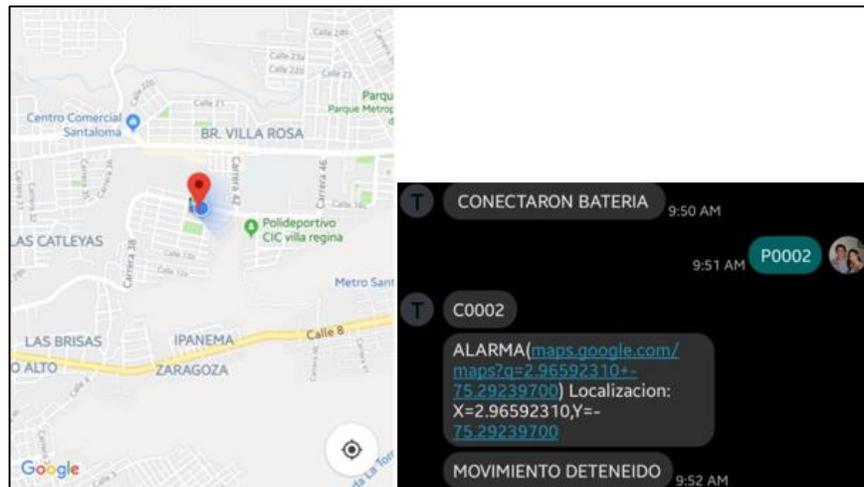
**Figura 101.** Interfaz menú despegable.

8. **Controles de seguridad:** Después de iniciar Sesión la primera ventana que se muestra es aquella que contiene los controles de seguridad, aquí están los botones principales que permiten la interacción con el prototipo.



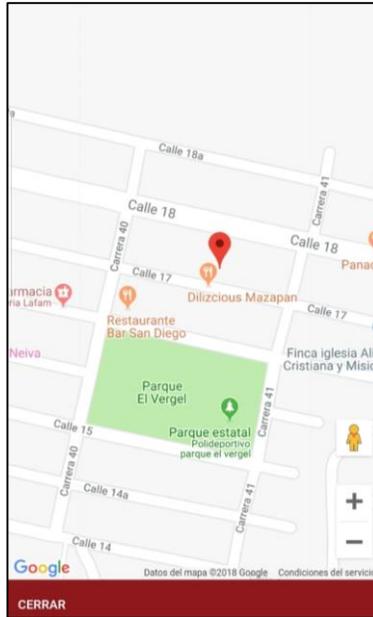
**Figura 102.** Interfaz controles de seguridad.

**8.1 Botón de Activado o Desactivado de la Alarma:** la interfaz alberga un botón interactivo que cambia de color. Está en Verde para cuando alarma este activada, esto significa que el sistema de monitoreo activa el uso del sensor interno el cual está atento a captar cualquier vibración que se presente en la motocicleta y cuando se capte una el sistema envía un SMS de alerta con la ubicación de la motocicleta, dicho mensaje puede ser consultado desde la base de datos de la App (ventana historial) o por medio del link enviado en el SMS el cual al tocarlo abriría la ubicación de la moto sin tener conexión a internet. Cuando el botón este de color ROJO significaría que la alarma esta desactivada y no captaría ninguna señal de vibración. El funcionamiento de este botón es de tipo Toggle.



**Figura 103.** Ejemplo para abrir el enlace de la ubicación de forma offline

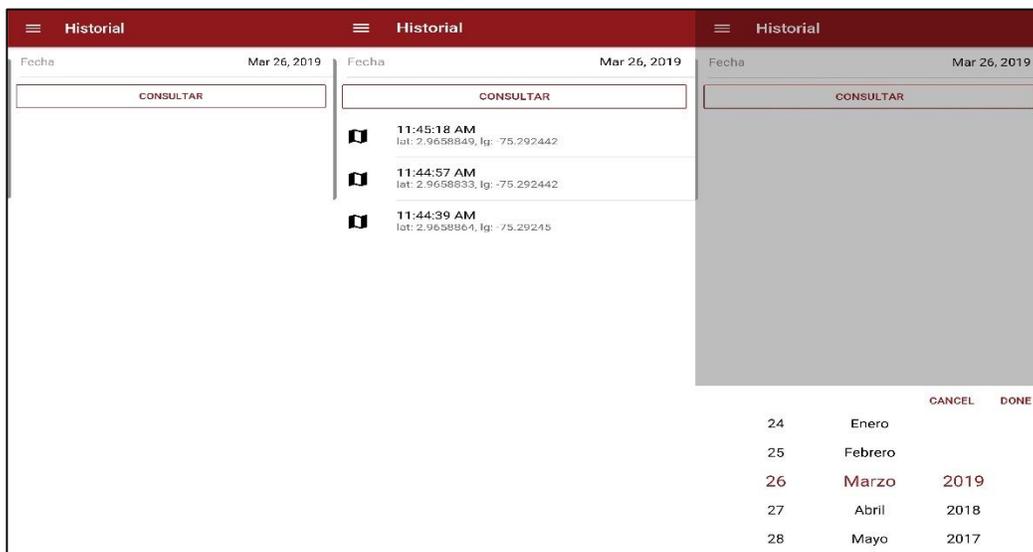
**8.2 Botón Dónde está Mi Moto:** esta opción le permite al usuario pedirle al sistema de alarma que le mande la ubicación de la motocicleta, y cuando llegan las coordenadas se despliega automáticamente una pantalla con el mapa y la marca de la ubicación, dicha pantalla ofrece también una variedad de opciones que le permite manejar el zoom del mapa, como acceder a la vista 360° de Google streetview por medio del símbolo naranja llamado Pegman. Para salir de esta vista basta con tocar el botón cerrar.



**Figura 104.** Interfaz mapa.

**8.3 Botón Contacto de emergencia:** este botón le permite al usuario un marcado rápido a un contacto de emergencia; contacto que será totalmente parametrizable por el usuario en la ventana de configuraciones.

**9. Historial:** esta ventana le permite acceder al usuario a una base de datos tipo calendario, el cual al establecer una fecha y tocar el botón de consultar, le muestra al usuario las ubicaciones de las **alertas enviadas** por el sistema y también las consultadas por medio del botón “Donde está mi Moto”, tales ubicaciones se muestra discriminadas por hora. Al abrir una ubicación, se desplegará la misma ventana del mapa vista en el paso 8.3, también contará con las mismas funciones.



**Figura 105.** Interfaz de ventana de historial

**10. Configuraciones:** en la interfaz de configuraciones se tiene la facultad de:



**Figura 106.** Interfaz de configuraciones.

**10.1 Cambiar la foto de perfil:** puede cambiar la imagen que viene por defecto y poner una de su gusto.



**Figura 107.** Cambiar imagen de perfil.

- 10.2 **modificar el número de emergencia:** esta opción permite establecer un número de emergencia, el cual se almacena al tocar el botón guardar, este número se enlaza con el botón del mismo nombre en la ventana de controles de seguridad, otorgándole un botón de marcado rápido.

## 11. Personalización de tono de mensaje de alarma

Para la personalización del tono de los mensajes enviados por la alarma se siguen los siguientes pasos.

- Paso 1: se entra a los mensajes enviados por la alarma y se dirige a la parte de configuraciones

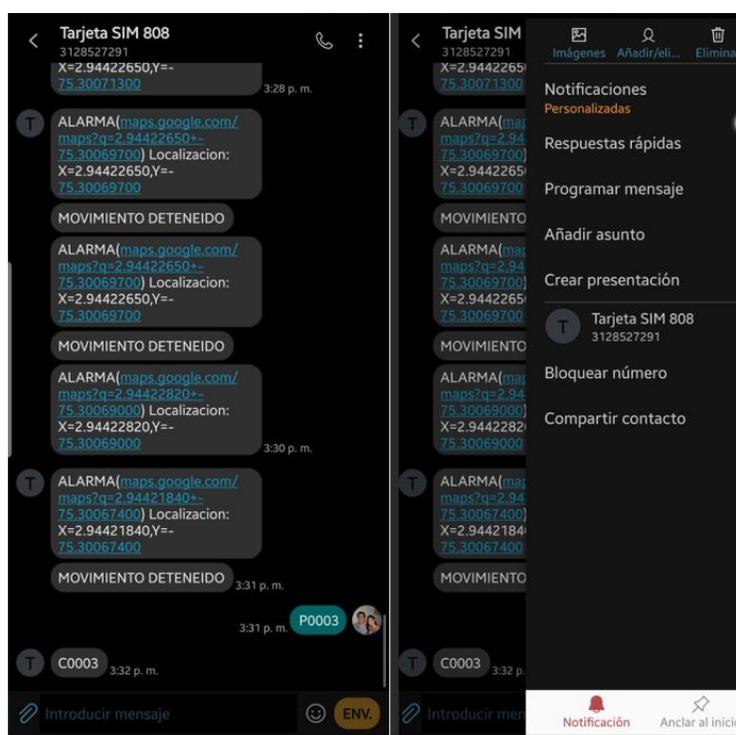
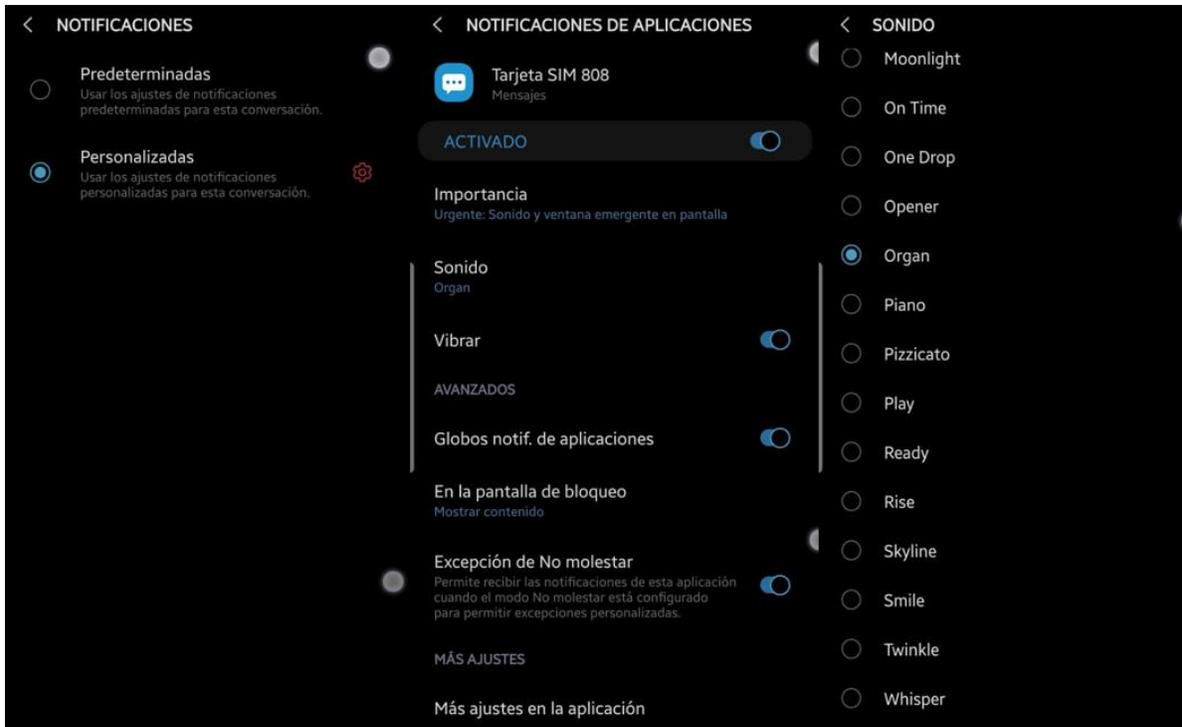


Figura 108. Configuración tono de alerta paso 1

- Paso 2: se ingresa a la opción llamada notificaciones, en el momento que se ingrese a notificaciones tenemos dos opciones predeterminadas y personalizada, ingresamos a **personalizada**; allí podemos configurar la importancia del mensaje, el tono y otras variantes. Se escoge la opción sonido y se elige uno de los diversos tonos que muestra nuestro celular. **Se recomienda que el tono de la alarma sea diferente al de los demás mensajes.**



**Figura 109.** Configuración tono de alerta paso 2

Estos fueron los simples pasos para instalar y utilizar tanto el hardware como el software del Sistema de Monitoreo Antirrobo para Motocicletas.

## 12.2. ANEXO CODIGO ARDUINO COMPLETO

```

int bat = 2 ; // pin , que lee la entrada de la bateria principal.
int BAT; // VARIABLE del pin de la bateria principal.
int Led = 8; //PIN DE LED testigo
int Rst= 12; //pin de entrada lee la salida del pin de la tarjeta GSM para envio de la señal que avisa cuando entra un sms, se activa en bajo.
int rst; // se define variable para la lectura del los mensajes
int apagado= 11; // pin apagado tarjeta gsm (es una salida) que envia un pulso para encender o apagar la tarjeta GSM
int led; //variable led
int sw = 5; //switch fisico input para apagar completamente (solo)la tarjeta GSM.
int Shock = 10; //define la entrada del sensor de vibration
int val; //define variable val que asume el valor de la entrada de shock
int swe; //define variable swe le la entrada del swicthe
boolean stdbat = true ; // variable de estado para la conexion de la bateria
boolean stdbat1= true; // variable de estado para la desconexion de la bateria
boolean bAlarm = false; //variable de estado para el envio de la señal de alarma
boolean cambio = false; // variable de estado para la confirmacion visual de la activacion de la alarma
boolean estado = false; // variable de estado para el encendido manual de la tarjeta GSM
boolean giop=false; // variable de estado para la ejeccion de la condicion de apagado manual de la alarma
boolean giopp = false; // variable de estado para la ejeccion de la condicion de desactivacion remota de la alarma
int state = HIGH; // estado para la ejecucion lectura de mensajes
int state2 = LOW; // estado para la ejecucion de codigo de activacion de la alarma
int previous = HIGH; // La lectura anterior del pin de entrada rst
//*****
unsigned long lastShockTime; // Registra el tiempo que dura la vibracion
int shockAlarmTime = 2000; // Número de milisegundos para mantener alta la alarma.
//****LIBRERIAS*****//
#include <String.h>
#include <DFRobot_sim808.h>
#include <sim808.h>
#include <SoftwareSerial.h>

```

**Figura 110.** Código Arduino parte 1

```

/**LIBRERIAS*****//
#include <String.h>
#include <DFRobot_sim808.h>
#include <sim808.h>
#include <SoftwareSerial.h>

//*****//SE DEFINEN LAS VARIABLES PARA LA LECTURA DE LOS MENSAJES//*****
#define MESSAGE_LENGTH 100 //**** largo maximo de mensajes recibidos
char message[MESSAGE_LENGTH]; // variable donde se aloja el mensaje de texto
int messageIndex = 0; // valor inicial del index donde se ubica el sms
char numeroR[11]; // variabile donde se guarda el nuenro registrado
String numS; // variable en donde se guarda el numero registrado en string para convertirlo en tipo char para el envio
char phone[16]; // numero de caracteres del numero telefonico
char datetime[24]; // numero de caracteres permitido para la fecha

//***** SE DEFINE LOS PINES DE COMUNICACION ENTRE LA TARJETA GSM Y EL ARDUINO NANO.
#define PIN_TX 6
#define PIN_RX 7
SoftwareSerial mySerial(PIN_TX,PIN_RX);
DFRobot_SIM808 sim808(&mySerial); //Connect RX, TX, PWR,
//*****|
void setup() {
mySerial.begin(9600);
Serial.begin(9600); //Velocidad del puerto serial
// SE DEFINEN CUALES SON ENTRADAS O SALIDAS//*****
pinMode (bat, INPUT); // SE DEFINE el puerto de entrada de la bateria
pinMode (Rst, INPUT); //se define el pin 12 como entrada
pinMode (apagado,OUTPUT); // SE DEFINE EL PIN 11 COMO salida de APAGADO gsm
pinMode (Led, OUTPUT); //se define la variable LED como salida
pinMode (Shock, INPUT); // se define la variable shock como entrada
pinMode (sw, INPUT); // se define la varible sw como entrada

```

**Figura 111.** Código Arduino parte 2

```

//***** Inicializa el módulo sim808 *****
digitalWrite (Led, HIGH); // led de confirmacion, de encendido
delay(300);
digitalWrite (Led, LOW);
delay(30);
digitalWrite (apagado, HIGH); //enciende la tarjeta gsm
delay(2000);
digitalWrite (apagado, LOW); // acaba el pulso para que encienda
delay(30);

//***** Si hay un error de encendido vuleve lo ejecuta hasta que se encienda correctamente//
while(!sim808.init()) {
delay(1000);
Serial.print("Error al iniciar Sim808\r\n");
digitalWrite (apagado, HIGH); //enciende la tarjeta gsm
delay(2000);
digitalWrite (apagado, LOW); // acaba el pulso para que encienda
delay(30);

```

**Figura 112.** Código Arduino parte 3.

```

//*****busca el MENSAJE de registro para extraer numero telefonico/*****
for(int i=0;i<2;i++){ // ciclo for para buscar en la agenda
Serial.print("messageIndex: ");
Serial.println(i);
sim808.readSMS(i, message, MESSAGE_LENGTH, phone, datetime); // lee el mensaje
String men= message;

if (men == "P0001"){ // lo compara para saber si es el de registro
Serial.println(men);
Serial.println(phone);
Serial.print("NUMERO REGISTRADO: ");
numS= phone;// guarda el numero en una variable tipo string
numS.toCharArray(numeroR,11); // lo convierte a char para usarlo en la funcion de envio de mensajes
Serial.println(numeroR);
message[0]=" "; // resetea el valor interno de la variable mensaje por si el siguiente esta vacio
digitalWrite (Led, HIGH); // led de confirmacion, para saber si se ha encontrado el sms de registro
delay(300);
digitalWrite (Led, LOW);
delay(30);
}
else {
sim808.deleteSMS(i);// borra los mensajes que no sean de registro
}
}

//***** Encienda la alimentación del GPS *****
if (sim808.attachGPS()) // enciende el gps para recepcion de datos
Serial.println("Exito al encender el GPS");

else
Serial.println("Falla al encender el GPS");

```

**Figura 113.** Código Arduino parte 4.

```

void loop ()
{
//***** se leen las entrada y salidas digitales para una correcta adquisicion de todas/*****
BAT = digitalRead (bat); // le la entrada de la bateria
rst = digitalRead (Rst); //lee la entrada de la llamada
led = digitalRead (Led) ;
val = digitalRead (Shock) ; // lee la entrada del sensor
swe = digitalRead (sw); //lee la posicion del switch

//***** almacena los datos del GPS solo si hay datos disponibles/*****
if (sim808.getGPS()){ //Si hay datos disponibles del GPS
}

//si el arduino lee el switch de desactivacion manual de la alarma en bajo este ejecuta el siguiente codigo
if(swe == LOW) {

if(estado){// condicional para la activacion de la tarjeta cuando ha sido desactivada manualmente
Serial.println("gsm activo");
digitalWrite (apagado, HIGH); //enciende la tarjeta gsm
delay(1000);
digitalWrite (apagado, LOW); // acaba el pulso para que encienda
delay(100);
giop = false;
estado=false;
delay(500);

if ( sim808.attachGPS() // enciende el gps para recepcion de datos
Serial.println("Exito al encender el GPS");

else
Serial.println("Falla al encender el GPS");

}
}

```

**Figura 114.** Código Arduino parte 5.

```

//***** cuando se produce un bajo cambia la variable de estado a bajo para la recepcion de mensajes*****
if(rst == LOW ){
  state = LOW;
}
previous = rst;
*****
codigo para escuchar los mensajes de texto//*****
if(state == LOW){
sim808.detachGPS(); //-->apaga el gps para no saturar el puerto serie
delay(200);

//***** detecta mensajes sin leer *****
  messageIndex = sim808.isSMSunread();// aqui revisa los mensajes por leer, se le asigna un numero entero a cada mensaje
  Serial.print("messageIndex: ");
  Serial.println(messageIndex);
  //delay(100);

if (messageIndex > 0) {
  sim808.readSMS(messageIndex, message, MESSAGE_LENGTH, phone, datetime);// si el numero es mayor a 0 lee la ubicacion del mensaje

  //***** borramos el mensaje para no ocupar la memoria de la tarjeta SIM*****

  //*****

  // extrae el mensaje y lo convertimos a una variable String para su comparacion con los codigos de operacion.

  Serial.print("Recieved Message: ");
  Serial.println(message);
  String mensaje = message ;
  Serial.println(phone);
}

```

**Figura 115.** Código Arduino parte 6.

```

if (mensaje == "P0001")||mensaje == "P0002")||mensaje == "P0003")||mensaje == "P0004")||mensaje == "Reset"){ //condiciones

if(mensaje == "P0001"){
state = HIGH;// cambiamos el estado de la variable para ejecutar solo una vez el codigo solicitado
sim808.attachGPS();
numS= phone;
numS.toCharArray(numeroR,11);
sim808.sendSMS(numeroR,"C0001"); // enviamos el codigo de confirmacion para que la app SE REGISTRE Y haga la respectiva interpretacion
}

if(mensaje == "Reset"){
state = HIGH;// cambiamos el estado de la variable para ejecutar solo una vez el codigo solicitado
sim808.attachGPS();
sim808.deleteSMS(messageIndex);
for(int i=0;i<6;i++){
  sim808.deleteSMS(i);// borra todos los mensajes para hacer un reseteo
  digitalWrite (Led, HIGH); // led de confirmacion, de encendido
  delay(300);
  digitalWrite (Led, LOW);
}
}

if(mensaje == "P0002"){
Serial.println("ALARMA ACTIVA POR APP");
sim808.deleteSMS(messageIndex);
sim808.attachGPS();
state2 = HIGH;// activamos el codigo de recepcion de las interrupciones .
state = HIGH;// cambiamos el estado de la variable para ejecutar solo una vez el codigo solicitado
sim808.sendSMS(phone,"C0002"); // enviamos el codigo de confirmacion para que la app haga la respectiva interpretacion.
}

if(mensaje == "P0003"){
sim808.deleteSMS(messageIndex);
sim808.attachGPS();
state = HIGH;// cambiamos el estado de la variable para ejecutar solo una vez el codigo solicitado
state2 = LOW;// desactivamos el codigo de recepcion de las interrupciones .
sim808.sendSMS(phone,"C0003"); // enviamos el codigo de confirmacion para que la app haga la respectiva interpretacion.
}

```

**Figura 116.** Código Arduino parte 7

```

if(mensaje == "P0004"){
  sim808.deleteSMS(messageIndex);
  sim808.attachGPS();

  String latitud = String(sim808.GPSdata.lat, 8); //Obtenemos la latitud con una precisión de 6 dígitos
  String longitud = String(sim808.GPSdata.lon, 8); //Obtenemos la longitud con una precisión de 6 dígitos
  String sms ="Localizacion: "; //
  String datos= sms + "X=" + latitud + "," + "Y=" + longitud;
  **** convierte los datos obtenidos de string a un arreglo de caracteres *****
  String textoString = datos;
  char textoCaracter[95];
  textoString.toCharArray(textoCaracter, 95);
  //Serial.println(textoCaracter);
  ***** Enviamos el sms con la posicion del incendio *****
  sim808.sendSMS(phone,textoCaracter); // enviamos el codigo de confirmacion para que la app haga la respectiva interpretacion.
  state = HIGH;// cambiamos el estado de la variable para ejecutar solo una vez el codigo solicitado

  }

}

else {
  sim808.deleteSMS(messageIndex); //borra el mensaje para no ocupar espacio en memoria
  sim808.attachGPS();// prende el gps nuevamente

  }

}

else {
  sim808.deleteSMS(messageIndex);//borra el mensaje para no ocupar espacio en memoria
  state = HIGH;// cambia el la variable de estado para salir de la zona de lectura de sms
  sim808.attachGPS(); // prende el gps nuevamente

  }

}

```

**Figura 117.** Código Arduino parte 8.

```

//***** deteccion de la bateria principal*****
if (BAT == HIGH && stdbat1){ // manejo de la variable de estado mediante del sensado de la misma.
  stdbat= true;// variable de estado para la ejecucion unica PARA cuando BAT=LOW
  stdbat1= false;// variable de estado para la ejecucion unica de esta parte del codigo
  //Serial.println("CONECTARON BATERIA");
  sim808.sendSMS(numeroR, " CONECTARON BATERIA ");
}

if (BAT == LOW && stdbat ){ //mensaje de alerta
  stdbat= false;// variable de estado para la ejecucion unica de esta parte del codigo
  stdbat1= true;// variable de estado para la ejecucion unica para cuando BAT=HIGH
  //Serial.println(numeroR);
  sim808.sendSMS(numeroR, "DESCONECTARON BATERIA ");
}

si la variable de state2 esta en alto ejecuta el codigo para la deteccion de vibracion
if(state2 == HIGH){

  if(!cambio ){// condicional para verificacion visual de la activacion de deteccion de vibraciones
    digitalWrite (Led, HIGH);
    delay(300);
    digitalWrite (Led, LOW);
    delay(30);
    Serial.println("alarma activa");
    cambio = true; // cambia el estado de la variable para que esta parte del codigo se ejecute una sola vez
    giopp=false; // cambia el estado de la variable para que esta parte del codigo se ejecute una sola vez

    if( sim808.attachGPS())
    Serial.println("Exito al encender el GPS");// enciende el gps para recepcion de datos

  }

else
  Serial.println("Falla al encender el GPS");
}

```

**Figura 118.** Código Arduino parte 9.

```

//***** almacena los datos del GPS solo si hay datos disponibles/*****
if (sim808.getGPS()){ //Si hay datos disponibles del GPS
}
}

if (val == HIGH) // cuando el sensor de vibracion detecte una señal, el led se enciende.
{
lastShockTime = millis();// registra el tiempo que va a durar la vibracion.
if (!bAlarm){
digitalWrite (Led, HIGH);
sim808.attachGPS();
Serial.println("alarma");
bAlarm = true;
//*****extrae los datos del gps*****

String latitud = String(sim808.GPSdata.lat, 8); //Obtenemos la latitud con una precisión de 6 dígitos
String longitud = String(sim808.GPSdata.lon, 8); //Obtenemos la longitud con una precisión de 6 dígitos
String sms ="Localizacion: "; //
String maps ="ALARMA (maps.google.com/maps?q="; //Asignamos esta url a los datos obtenidos
String datos= maps + latitud + "+" + longitud +") " + sms + "X=" + latitud + "," + "Y=" + longitud ;

**** convierte los datos obtenidos de string a un arreglo de caracteres ****
String textoString = datos;
char textoCaracter[110];
textoString.toCharArray(textoCaracter, 110);
Serial.println(textoCaracter);
***** Enviamos el sms con la posicion del incendio ****
sim808.sendSMS(numeroR,textoCaracter);

}

else {
if( (millis()-lastShockTime) > shockAlarmTime && bAlarm){ // condicion para cuando la vibracion a cesado, (comp
digitalWrite (Led, LOW);
// Serial.println("MOVIMIENTO DETENIDO");
bAlarm = false;
delay(30);
sim808.sendSMS(numeroR,"MOVIMIENTO DETENEIDO");
}
}
}

```

Figura 119. Código Arduino parte 10.

```

else {
if(state2 == LOW && !giopp){ // determina cuando la variable state2 esta en bajo para desactivar la codigo de deteccion de vibracion
giopp=true;// variable de estado para ejecucion unica
cambio = false;
digitalWrite (Led, HIGH);
delay(300);
digitalWrite (Led, LOW);
delay(50);
digitalWrite (Led, HIGH);
delay(300);
digitalWrite (Led, LOW);
delay(50);
}
}

// si el switch lee un alto entonces que ejecute lo siguiente (apaga la tarjeta GSM y detiene el sentido )
else
{
if(swe == HIGH && (cambio || !giop) ){ // si en el switch hay un alto ejecuta el codigo las demas variable son para la ejecucion unica y correcta del codigo
//Serial.println("alarma desactivada por el switch");
digitalWrite (Led, LOW);
giop = true;
cambio = false;
estado = true;
sim808.sendSMS(numeroR,"sist desactivado por switch");
delay(1000);
digitalWrite (apagado, HIGH); // pulso para apagar la tarjeta gsm
delay(2000);
digitalWrite (apagado, LOW);
delay(100);
}
}
}

```

Figura 120. Código Arduino parte 11.

### 12.3. ANEXO CODIGO APP (servicios)

```
// Mensaje de confirmación para establecer la conexión App - Tarjeta
export const MENSAJE_ESPERADO_CONEXION = "C0001"; // "Petición Confirmada";
// Mensaje de confirmación para la activación de la alarma
export const MENSAJE_ESPERADO_ACTIVACION = "C0002"; // "Petición Activación Confirmada";
// mensaje de confirmación para desactivar la alarma
export const MENSAJE_ESPERADO_DESACTIVACION = "C0003"; // "Petición Desactivación Confirmada";
// fragmento de texto por el cual se identifican los mensajes de localización
export const MENSAJE_ESPERADO_LOCALIZACION = "Localizacion: ";
// mensaje de petición de conexión
export const PETICION_CONEXION = "P0001"; // "Petición Conexión";
// mensaje de petición de activación
export const PETICION_ACTIVACION = "P0002"; // "Petición Activación";
// mensaje de petición de desactivación
export const PETICION_DESACTIVACION = "P0003"; // "Petición Desactivación";
// mensaje de petición de localización
export const PETICION_LOCALIZACION = "P0004"; // "Petición Localización";
// bandera para verificar si el dispositivo está conectado con la tarjeta
export const IS_CONNECTED = "IsConnected";
// bandera para verificar si la alarma está activada
export const IS_ACTIVATED = "IsActivated";
// bandera que verifica si las credenciales se han configurado
export const IS_CREDENTIAL_CONFIGURATED = "IsCredentialConfigurated";
// bandera para verificar si se pide que se recuerden las credenciales
export const IS_REMEMBER = "rememberPassword";
// llave de almacenamiento del número de la tarjeta
export const NOTIFICATION_NUMBER = "NotificationNumber";
// llave para almacenar el usuario logueado
export const USERNAME = "Username";
// llave para almacenar el número de emergencia
export const NUMERO_EMERGENCIA = 'NUMERO_EMERGENCIA';
// llave para almacenar la contraseña
export const PASSWORD = "Password";
// llave para almacenar el id del dispositivo
export const DEVICEID = "DeviceId";
// llave para almacenar la imagen de perfil
export const IMAGE_PROFILE = 'ImageProfile';
// llave para almacenar los datos de la Huella
export const HUELLA = 'Huella';
```

Figura 121. Nombre de variables y banderas internas de la App

```
// se ejecutan estados para saber si ya el dispositivo se ha conectado o si ya está logueado
let isConnected: boolean =
  localStorage.getItem(IS_CONNECTED) === "true" ? true : false;

if (isConnected) {
  let IsCredentialConfigurated: boolean =
    localStorage.getItem(IS_CREDENTIAL_CONFIGURATED) === "true"
      ? true
      : false;

  if (IsCredentialConfigurated) {
    let isRemember =
      localStorage.getItem(IS_REMEMBER) === "true" ? true : false;

    if (isRemember) {
      this.rootPage = HomePage;
    } else {
      this.rootPage = LoginPage;
    }
  } else {
    this.rootPage = ConfigurarCredencialesPage;
  }
} else {
  this.rootPage = ConectarPage;
}
});
});
```

Figura 122. Selección de pantalla de inicio “app.components.ts”

```

// Se solicitan permisos al dispositivo para utilizar recursos nativos
requestSMSPermissions() {
  this.androidPermissions
    .checkPermission(this.androidPermissions.PERMISSION.READ_SMS)
    .then(
      success => console.log("Permiso READ_SMS concedido"),
      err =>
        this.androidPermissions.requestPermission(
          this.androidPermissions.PERMISSION.READ_SMS
        )
    );

  this.androidPermissions
    .checkPermission(this.androidPermissions.PERMISSION.CAMERA)
    .then(
      success => console.log("Permiso CAMERA concedido"),
      err =>
        this.androidPermissions.requestPermission(
          this.androidPermissions.PERMISSION.CAMERA
        )
    );

  this.androidPermissions
    .checkPermission(this.androidPermissions.PERMISSION.RECEIVE_SMS)
    .then(
      success => console.log("Permiso RECEIVE_SMS concedido"),
      err =>
        this.androidPermissions.requestPermission(
          this.androidPermissions.PERMISSION.RECEIVE_SMS
        )
    );

  this.androidPermissions
    .checkPermission(this.androidPermissions.PERMISSION.SEND_SMS)
    .then(
      success => console.log("Permiso SEND_SMS concedido"),
      err =>
        this.androidPermissions.requestPermission(
          this.androidPermissions.PERMISSION.SEND_SMS
        )
    );

  this.androidPermissions
    .checkPermission(this.androidPermissions.PERMISSION.BROADCAST_SMS)
    .then(
      success => console.log("Permiso BROADCAST_SMS concedido"),
      err =>
        this.androidPermissions.requestPermission(
          this.androidPermissions.PERMISSION.BROADCAST_SMS
        )
    );

  this.androidPermissions.requestPermissions([
    this.androidPermissions.PERMISSION.READ_SMS,
    this.androidPermissions.PERMISSION.RECEIVE_SMS,
    this.androidPermissions.PERMISSION.SEND_SMS,
    this.androidPermissions.PERMISSION.BROADCAST_SMS
  ]);
}

```

Figura 123. Permiso recursos nativos “app.components.ts”

```

/* lógica que envía un SMS a la tarjeta para que le retorne la posición actual
localizarVehiculo(): any {
  let numeroCelular = localStorage.getItem(NOTIFICATION_NUMBER);
  return new Promise((resolve, reject) => {
    SMS.sendSMS(
      numeroCelular,
      PETICION_LOCALIZACION,
      () => {
        if (SMS) {
          SMS.startWatch(
            () => console.log("Waiting for SMS..."),
            e => reject(e)
          );
        }
        document.addEventListener("onSMSArrive", (e: any) => {
          var sms = e.data;
          if (
            sms.address.toString() === numeroCelular &&
            sms.body.toString().startsWith(MENSAJE_ESPERADO_LOCALIZACION)
          ) {
            document.removeEventListener("onSMSArrive", () => {}, false);
            resolve(
              sms.body
                .toString()
                .split(";")[1]
                .trim()
            );
          } else {
            reject({ error: "Mensaje de confirmación incorrecto." });
          }
        });
      },
      e => reject(e)
    );
  });
}

```

Figura 124. Servicio petición de ubicación “sms-service.ts”

```

/* lógica que envía el SMS de petición de activación de la alarma */
activarAlarma(): any {
  let numeroCelular = localStorage.getItem(NOTIFICATION_NUMBER);
  return new Promise((resolve, reject) => {
    SMS.sendSMS(
      numeroCelular,
      PETICION_ACTIVACION,
      () => {
        if (SMS) {
          SMS.startWatch(
            () => {
              console.log("Waiting for SMS...");
            },
            e => {
              console.log("Error waiting for SMS.");
              reject(e);
            }
          );
        }
      }
    );
    document.addEventListener("onSMSArrive", (e: any) => {
      var sms = e.data;
      if (
        sms.address.toString() === numeroCelular &&
        sms.body.toString() === MENSAJE_ESPERADO_ACTIVACION
      ) {
        document.removeEventListener("onSMSArrive", () => {}, false);
        resolve(sms);
      } else {
        reject({ error: "Mensaje de confirmación incorrecto." });
      }
    });
  },
  e => {
    reject(e);
  }
  );
});
}

```

Figura 125. Servicio de activación de alarma “sms-service.ts”

```

/* lógica que envía el SMS de petición de desactivación de la alarma */
desactivarAlarma(): any {
  let numeroCelular = localStorage.getItem(NOTIFICATION_NUMBER);
  return new Promise((resolve, reject) => {
    SMS.sendSMS(
      numeroCelular,
      PETICION_DESACTIVACION,
      () => {
        if (SMS) {
          SMS.startWatch(
            () => {
              console.log("Waiting for SMS...");
            },
            e => {
              console.log("Error waiting for SMS.");
              reject(e);
            }
          );
        }
      }
    );
    document.addEventListener("onSMSArrive", (e: any) => {
      var sms = e.data;
      if (
        sms.address.toString() === numeroCelular &&
        sms.body.toString() === MENSAJE_ESPERADO_DESACTIVACION
      ) {
        document.removeEventListener("onSMSArrive", () => {}, false);
        resolve(sms);
      } else {
        reject({ error: "Mensaje de confirmación incorrecto." });
      }
    });
  },
  e => {
    reject(e);
  }
  );
});
}

```

Figura 126. Servicio de desactivación de alarma “sms-service.ts”

```

/* lógica que envía el SMS de petición de conexión de la app con la tarjeta */
conectarTarjeta(serial: number) {
  return new Promise((resolve, reject) => {
    SMS.sendSMS(
      serial,
      PETICION_CONEXION,
      () => {
        if (SMS) {
          SMS.startWatch(
            () => {
              console.log("Waiting for SMS...");
            },
            e => {
              console.log("Error waiting for SMS.");
              reject(e);
            }
          );
        }
      }
    );

    let resuelto = false;
    let sinRespuesta = false;

    setTimeout(() => {
      if (!resuelto) {
        sinRespuesta = true;
        document.removeEventListener("onSMSArrive", () => {}, false);
        reject({ error: "Ha excedido el tiempo de espera de confirmación." });
      }
    }, 120000);

    document.addEventListener("onSMSArrive", (e: any) => {
      var sms = e.data;
      document.removeEventListener("onSMSArrive", () => {}, false);
      if (
        sms.address.toString() === serial.toString() &&
        sms.body.toString() === MENSAJE_ESPERADO_CONEXION
      ) {
        if (!sinRespuesta) {
          resuelto = true;
          resolve(sms);
        }
      } else {
        // reject({ error: "Mensaje de confirmación incorrecto." });
      }
    });
  });
}

```

**Figura 127.** Servicio de petición de enlace con el hardware “sms-service.ts”

```

/* Lee el listado de localizaciones que ha enviado la tarjeta en una determinada fecha
readListSMS(fecha: any = " ") {
  console.log("readListSMS.", fecha);
  let filter = {
    box: "inbox", // 'inbox' (default), 'sent', 'draft'
    address: this.numero_alarma
  };

  return new Promise((resolve, reject) => {
    if (SMS)
      SMS.listSMS(
        filter,
        listSMS => {
          // buscamos los mensajes almacenados en el storage
          let smsRead: MapaGPS[] = Utils.GetSMS(fecha);
          if (listSMS) {
            listSMS.forEach((item: any) => {
              if ((item.body + "").search(MENSAJE_ESPERADO_LOCALIZACION) != -1) {
                if (
                  this.datePipe.transform(
                    new Date(item.date),
                    "yyyy-MM-dd"
                  ) === fecha
                ) {
                  if (!smsRead.some(m => m.id === Number(item._id))) {
                    let body = item.body + "";

                    let x: number = Number(
                      body.split(":")[1]
                        .trim()
                        .split(",")[0]
                        .trim()
                        .replace("X=", "")
                    );
                    let y: number = Number(
                      body.split(":")[1]
                        .trim()
                        .split(",")[1]
                        .trim()
                        .replace("Y=", "")
                    );

                    let itemSMS = new MapaGPS(
                      item._id,
                      Number(item.date),
                      Number(x),
                      Number(y)
                    );
                    smsRead.push(itemSMS);
                  }
                }
              }
            });
          }
          Utils.SaveSMS("SMS", smsRead);
          resolve(smsRead);
        },
        err => {
          console.log("Error list sms:" + err);
          reject(err);
        }
      );
  });
}

```

Figura 128. Servicio de lectura del listado alertas enviadas “sms-service.ts”

```

import { MapaGPS } from "../entidades/MapaGPS";
import { DatePipe } from "@angular/common";

export class Utils {
  // se establece un formato para las fechas
  static datePipe = new DatePipe("en-US");

  // Obtiene los sms de localizacion del storage
  static GetSMS(fecha: string): MapaGPS[] {
    let sms: MapaGPS[] = JSON.parse(localStorage.getItem("SMS"));
    let smsReturn: MapaGPS[] = [];

    // sms = null;
    if (sms) {
      sms.forEach((item: MapaGPS) => {
        if (
          this.datePipe.transform(new Date(item.fecha), "yyyy-MM-dd") === fecha
        ) {
          smsReturn.push(item);
        }
      });
    }

    return smsReturn;
  }

  // Almacena en el storage los SMS
  static SaveSMS(key: string, sms: MapaGPS[]) {
    localStorage.setItem("SMS", JSON.stringify(sms));
  }
}

```

Figura 129. Servicio de guardado de los SMS con coordenadas en la memoria interna “Utils.ts”

# Sistema de monitoreo antirrobo para motocicletas

## Anti-theft monitoring system for motorcycles

Giovanny Plazas<sup>1\*</sup>, Jhon Kenedy Cordoba<sup>2</sup>  
y Jesús David Quintero<sup>3</sup>

---

*Fecha de recibo: mayo 2019*

*Fecha de revisión:*

*Fecha de aprobación:*

### Resumen

Las motocicletas ofrecen al ciudadano promedio economía, practicidad, agilidad y portabilidad; por tales motivos, estas también tienen los mayores índices de robos a nivel nacional, puesto que dichas características ofrecen al delincuente, facilidad de hurtarlas. A causa de lo anterior, el presente proyecto se realizó con el fin de combatir las series de hechos que azota a la comunidad de moteros a nivel nacional. El actual trabajo abarco la solución del hurto a motocicletas, desde la problemática; desarrollando la metodología de la creación de un nuevo producto. Se implementó un dispositivo basado en alertas silenciosas, que permita al usuario monitorear el estado de quietud de su vehículo independientemente de la distancia que esté presente entre ambos; se integró de igual forma un GPS para corroborar la posición del mismo a partir de alertas o peticiones de ubicación; también mediante la App móvil se hizo un sistema de historial para consultar todas las alertas generadas con su respectiva ubicación, de manera que se conozca en qué fecha y hora sucedió cada movimiento; para completar, analizando los peores escenarios se incluyó un sistema de alimentación secundaria por si la alimentación desde la batería de la motocicleta falla o es removida por algún factor, brindándole seguridad y confianza a cada lugar que el usuario vaya.

A partir del prototipo se llevaron a cabo pruebas de movimientos y vibraciones que pudiesen estar presentes en el cuerpo de una motocicleta, con la satisfactoria respuesta de que el sensor percibió y el dispositivo envió alertas de todas y cada una de ellas; así mismo se comprobó el funcionamiento del sistema de alimentación secundaria y él envió de alertas de desconexión o conexión de la batería principal; por último se analizó la latencia presente en la comunicación GSM/GPRS mediante el servicio de petición de coordenadas.

**Palabras clave:** Alertas Silenciosas; GPS; App móvil; Alimentación secundaria; GSM/GPRS.

---

1. Estudiante de Ing. Electrónica, Universidad Surcolombiana, e-mail: u20122113771@usco.edu.co

2. Estudiante de Ing. Electrónica, Universidad Surcolombiana, e-mail: u20122111899@usco.edu.co

3. Mag Ing. Electrónico, Docente de la Universidad Surcolombiana, e-mail: jdavid@usco.edu.co

\*(Autor para correspondencia)

## Abstract

Motorcycles offer economy, practicality, agility, and portability to average citizen. Hence, motorcycles have the highest rates of theft in the country. For its characteristics motorcycle is easy for stealing. For that reason, this project was carried out to combat those situations that affect the biker community countrywide. This paper includes the solution of motorcycle stealing, from the problem, developing the methodology of creating a new product. A device based on silent alerts which allows the user monitor the state of movement in the vehicle, regardless of the distance between the user and the vehicle. In the same way, a GPS was integrated to bear out the position of it; from alerts or location requests. Also, in mobile app a record system was made to consult all the alerts generated with its corresponding location. So that, the user can explore the date and the time of each movement. Finally, analyzing the worst scenarios, a secondary feeder was included in case the power supplied from the motorcycle's battery fails or is removed for any reason. Bringing security and confidence to every place the user goes.

From the prototype tests of movements and vibrations were carried out to check movements that could be developed in the motorcycle. The sensor perceived movements positively, and the device sent alerts of each movement; likewise the operation of the secondary power system was checked and it sent alarms of the disconnection or connection in the main battery; Finally, the latency present in the GSM/GPRS communication was analyzed by the coordinate request service.

**Keywords:** Silent Alarms; GPS; Mobile App; secondary power supply; GSM/GPRS.

---

## 1. Introducción

La delincuencia es uno de los factores que más ha afectado a nuestro país en todas sus esferas sociales, el delincuente siempre ha estado al acecho para aprovechar a la primera, la oportunidad que se le presente para conseguir lo ajeno.

Las motocicletas por sus tamaños y sus chasis casi descubiertos son la opción más deseada por los delincuentes, además que los descuidos de los propios dueños al dejarlas en lugares en los que no pueden estar pendientes, aumenta las posibilidades de llevar a cabo el robo mediante el método de "halado", el cual es el más utilizado según la Policía Nacional (2018).

El hurto a motos está dentro de los 5 primeros delitos más concurridos en el país según Caracol Radio (2017). Aunque ya se han venido tomando diferentes medidas tales como candados simples en la cadena de la moto, bloqueo en el manillar del acelerador y

hasta alarmas sonoras, estas no son lo suficientemente eficientes para mitigar los casos de hurto.

Como sabemos la tecnología debe estar al servicio de la humanidad, y esto ha sido el punto de partida para realizar diversas soluciones, una evidencia de esto, son los proyectos que buscan interconectar los objetos que se utilizan en la cotidianidad a una red, para que por medio de un dispositivo (móvil o de escritorio) puedan ser controlados y tener una comunicación bidireccional con el mismo (Alvear, *et al.*, 2017), por lo cual se quiere aprovechar los avances que se tienen al alcance, para diseñar e implementar un dispositivo que ayude a mitigar el impacto de los hurtos a motociclistas y mantener contacto con el vehículo, para garantizar su estado y ubicación.

Las tecnologías para emplear este tipo de dispositivo han avanzado a través del tiempo haciéndose cada vez más compactas y portátiles, por hoy contamos con módulos de

pequeño tamaño que dan una gran versatilidad sin arriesgar servicios o rendimiento, tal factor favoreció la solución planteada, de forma que no sea un dispositivo visible, y brinde el factor sorpresa a favor del usuario, todo esto con el fin exclusivo de brindar una solución eficaz. Por lo anterior el presente trabajo aborda una alternativa para brindar solución a la problemática, empleando como soporte la metodología de la creación de un nuevo producto, la cual enseña que para desarrollar un nuevo producto, este debe pasar por distintas etapas para garantizar su respuesta al problema y su aceptación; para ello se tomó como referencia las primeras fases del libro, el diseño de productos (Ibáñez, 2000).

Las grandes distancias en ocasiones son una gran limitante para las comunicaciones debido a los parámetros de la red de conexión; es por eso que para tener comunicación con el prototipo sin importar donde se encuentre, se empleó el sistema global para las comunicaciones móviles (GSM) de sus siglas en inglés, puesto que es el único medio que tiene un vasto servicio de cobertura a nivel nacional, permitiendo tener las ventajas que los operadores de telefonía ofrecen con esta red (León, 2007). Para acceder a este tipo de comunicación se manejó el módulo de referencia SIM808 evb v3.2, con cobertura GSM, además de contar con el servicio de geoposicionamiento satelital (GPS) y comunicación Serial.

Otro punto importante en el desarrollo del proyecto es poder captar las vibraciones presentes en el cuerpo de una motocicleta; pues según en el libro, Introducción al Análisis de Vibraciones de White (2010) una vibración se puede considerar como una oscilación presente en un objeto, de acuerdo a lo anterior eso permite identificar en qué momento se rompe el estado de quietud de la motocicleta. Para implementar tal sistema se optó por el sensor KY-002 de vibración que es aquel que envía la señal para generar la alerta.

El hardware del sistema cuenta con una tarjeta de adquisición y procesamiento Arduino Nano 3.0 que ofrece un excelente

desempeño aun pequeño tamaño y con la versatilidad de tener varias entradas y salidas (I/O). Adicionalmente se tuvo en cuenta que todas las motocicletas tienen una única fuente de alimentación, lo cual hace a este sistema susceptible a ataques por parte de los delincuentes o a fallos. En consecuencia se implementó un sistema de alimentación secundaria que le permite al prototipo seguir funcionando aun cuando la batería de la motocicleta falle o sea removida, informando al usuario con una alerta cada vez que tal situación suceda.

Para complementar el hardware del sistema, se diseñó e implementó una aplicación móvil para garantizar el uso transparente del prototipo con el usuario; allí se aloja los controles de la alarma, el historial de alertas, y preferencias de la misma. De modo que se resuelve la problemática de manera práctica y a un bajo costo.

## **2. Materiales y métodos**

Este proyecto se desarrolló en 4 fases metodológicas las cuales se describen a continuación:

### **2.1. Fase metodológica. Diseño**

En esta fase de acuerdo a la metodología se deben evaluar las posibles soluciones a la problemática y escoger aquella que permita cumplir con los requerimientos de la misma. El método comparativo escogido para esta fase fue el de Benchmarking.

Para este caso el método consiste en comparar dos ideas y dos productos existentes en el mercado; Se evalúan otorgando una puntuación a criterios tales como gusto personal, factibilidad, actualidad, pertinencia, academia, económico, profesional y social, la calificación es de 1 a 5 de acuerdo a que tanto contribuya a la solución del problema, siendo 1 donde su aporte es mínimo y 5 donde es máximo (Rivera, 2016). Se escoge la idea con mayor puntuación.

## 2.2. Fase metodológica. Analítica conceptual

Una vez elegida la idea a realizar, el paso a seguir es escoger los mejores componentes para la realización del prototipo. Lo primero a realizar es un cuadro comparativo de los módulos de comunicación eligiendo el que tenga las mejores características acorde a las necesidades del proyecto.

La elección del sensor se hace de manera experimental, se realizaron pruebas y se analizaron los resultados para escoger aquel que tuvo mejor respuesta al detectar las vibraciones en una moto.

Finalmente se elige el sistema embebido. Se consultan diferentes tipos de placas, cada una cuenta con diferentes variantes de acuerdo a la necesidad de captar y procesar la información. Se requiere una tarjeta de desarrollo que posea el menor tamaño posible sin descuidar el rendimiento de cada una de las funciones del sistema; si se toma como base la afirmación anterior se debe llegar a un equilibrio en la relación costo-beneficio-tamaño para que el funcionamiento del mismo sea acorde con su precio y no haya lugar a una subutilización de recursos.

## 2.3. Fase metodológica. Técnica creativa

En este punto del proyecto ya están claras las funciones principales y secundarias del sistema, además de sus respectivos componentes para lograr aquellos requerimientos.

Lo primero que se definió fueron las propiedades del dispositivo tales como Portabilidad, sistema no invasivo, color y tipos de alimentación. Las conexiones de comunicación del sistema son. GSM, GPS, conexión a internet y comunicación serial.

El diseño del boceto de la alarma, fue pensado para que sea un producto enfocado a toda clase de motociclistas, pero en especial a aquellos de clase media y baja, donde su moto

aparte de ser para salidas y actividades de ocio también lo es para trabajo, por lo cual se requiere que sea un producto de bajo costo, y sobre todo que sea dotado de un diseño simple e intuitivo, por lo cual se consideró que el producto debería tener una forma cuadrada para un mejor agarre y encaje en el chasis de una moto, así mismo esta forma serviría como camuflaje; el diseño del producto es plasmado en la figura 1. Lo anterior se basa en el diseño centrado en el usuario del libro de Norman (2013).

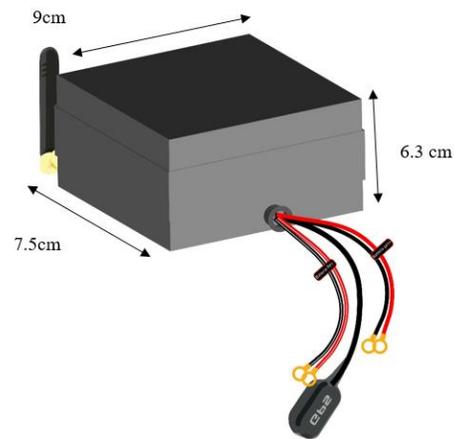


Figura 1. Prototipo del sistema de monitoreo

### 2.3.1. Hardware.

Teniendo en cuenta la solución deseada, la tecnología escogida para su respectivo funcionamiento, las propiedades funcionales y físicas del proyecto, a continuación, se muestra en las figuras 2 y 3 el diagrama de bloques del hardware, el cual describe las conexiones de cada uno de los elementos físicos del sistema.

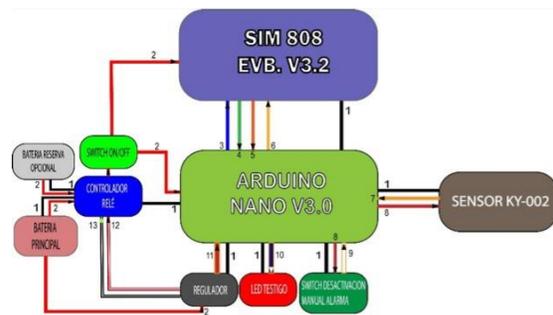
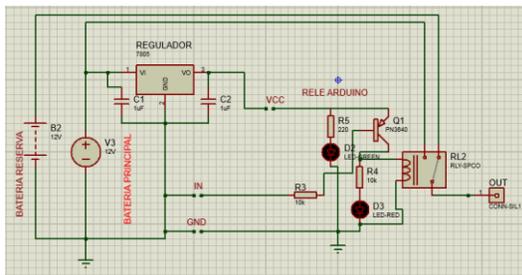


Figura 2. Diagrama de bloques conexiones del prototipo 1

- 1 ● Tierra del circuito
- 2 ● Línea Alimentación de 12 Voltios
- 3 ● RX ( Pin 7 del arduino al pin Rx del modulo sim808)
- 4 ● TX ( Pin TX del modulo sim808 al pin 6 del arduino)
- 5 ● RI ( Pin RI del modulo sim808 al pin 12 del arduino) pin de aviso de sms
- 6 ● D9 ( Pin 11 del arduino al pin D9 del modulo sim808) línea de encendido y apagado de la tarjeta
- 7 ● Señal sensor ky-002 al pin 10 del arduino
- 8 ● Pin de alimentación de 5 voltios
- 9 ● Señal del switch al pin 5 del arduino
- 10 ● Señal del arduino del pin 8 al Led
- 11 ● Salida (5voltios) del regulador al pin 2 del arduino
- 12 ● Salida (5voltios) del regulador al pin Vcc del Relé
- 13 ● Tierra del regulador al pin IN del Relé

**Figura 3.** Diagrama de bloques conexiones del prototipo 2

Para el diseño de la alimentación, se utilizó un módulo relé que hará las veces de switch entre las dos fuentes de alimentación (principal y reserva), el diagrama eléctrico se muestra en la figura 4.



**Figura 4.** Diagrama eléctrico de alimentación

### 2.3.2. Software

Sketch : La programación de la placa base Arduino Nano V3 se hizo en el editor Arduino software (IDE) el cual utiliza un lenguaje de programación basado en C++ aunque con variaciones; este software es fácil de manejar ya que cuenta con múltiples librerías que hacen más práctico el desarrollo de la codificación. (Arduino software (IDE), 2015)

App Móvil: En el auge de los teléfonos inteligentes, han aumentado también los programas para el desarrollo de aplicaciones móviles, una evidencia de esto es que hoy en día existen algunos Frameworks que permiten la creación de aplicaciones híbridas, esto significa que con un solo código base se puede

exportar a múltiples plataformas. Por lo anterior el desarrollo de la aplicación móvil fue trabajado bajo el Framework de Ionic, el cual es un kit de herramientas de UI de código abierto para crear aplicaciones móviles y de escritorio de alta calidad y rendimiento, utilizando tecnologías web (HTML, CSS y JavaScript); el resultado de la Aplicación móvil se presenta en la figura 5. (Ionic Framework, 2019)



**Figura 5.** Interfaz App

## 3. Resultados

### 3.1. Fase metodológica. Contrastación del nuevo producto

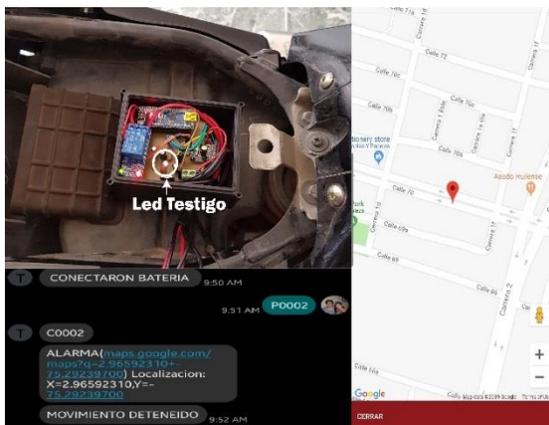
Las pruebas en un producto son la clave del éxito, ya que permiten cubrir todas las bases con respecto a su funcionamiento y los objetivos propuestos.

Por lo tanto teniendo listo el diseño de la aplicación móvil, el Sketch de la programación de Arduino, la PCB y definida las conexiones con el módulo GSM/GPS, se procede a realizar las pruebas de integración del prototipo funcional, en donde se verificará el buen funcionamiento de cada uno de los elementos trabajando de forma conjunta, para ello en primera medida, se testeará en un ambiente controlado, para tener dominio sobre las variables incidentes sobre el prototipo

#### 3.1.1. Prueba alarma

Para corroborar la activación de la alerta de movimiento, se tiene en cuenta primeramente que el sensor que integra el prototipo es de tipo

switch (con dos posibles estados), esto significa que ante una perturbación envía una señal de 5 voltios al Micro controlador y el resto del tiempo que se encuentre en reposo enviará una de 0 voltios. Luego de haberse activado la alarma desde la App (para activar la detección del sensor), se procede a balancear la moto de lado a lado simulando un movimiento natural; como resultado el led de testigo se encendió inmediatamente, probando que el sensor detecto la vibración; también automáticamente el sistema envió el mensaje de alerta con las coordenadas de la motocicleta como lo evidencia la figura 6. La ubicación se envía en dos formatos, para que pueda ser consultada desde la App (necesita internet) o de manera offline desde Google Maps.



**Figura 6.** Prueba Alarma

Habiendo corroborado el funcionamiento de los servicios principales como, la alarma silenciosa, el sistema de alertas de conexión/desconexión de la batería principal, llamada de emergencia e historial, se procede a tapar el dispositivo y ubicarlo en un espacio adecuado dentro del vehículo como se muestra en la figura 7 para que pueda quedar agarrado fijamente y así complementar su testeado con otras pruebas al aire libre.



**Figura 7.** Prototipo ensamblado en la motocicleta

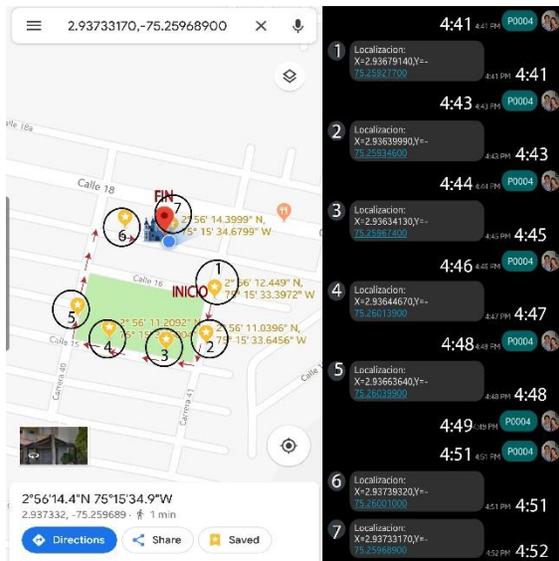
Al haber instalado plenamente el dispositivo en la motocicleta, queda camuflado y pasa totalmente desapercibido. Ahora se procederá a ejecutar las pruebas al aire libre y complementar las anteriores que se llevaron a cabo.

### 3.1.2. Prueba de latencia en el envío de coordenadas.

Una función de gran importancia en este proyecto es el Geo-posicionamiento, gracias a este servicio se tiene la posibilidad de saber en qué lugar se encuentra la moto que alberga al prototipo.

Para trabajar bajo la peor situación en pro de probar la latencia del envío de las coordenadas para la ubicación, se utilizará la función de la App llamada "Donde está mi Moto" la cual es la petición que hace el usuario para obtener la ubicación del vehículo, en esta función el botón envía un mensaje corto o SMS de sus siglas en inglés (Short Message Service) con la petición, y cuando le llegue al Sistema este contestará con un SMS la ubicación, de modo que aquí se podrá evidenciar el máximo tiempo aproximado que tendrá que esperar el usuario para recibir respuesta.

A continuacion en la figura 8 se muestra la ruta con cada unos de los puntos en los cuales se le hizo la peticion.



**Figura 8.** Prueba test latencia

En la figura 8 se observa como claramente hay latencia cuando se hace la peticion, pues esta no es contestada inmediatamente, debido a que el servicio de SMS no es una conexión punto a punto y el mensaje se ve retrasado por factores como la ruta y la congestión de la red.

Se ve por la solicitud (P0004) como hay un lapso de espera normalmente de (30 a 60) segundos aproximadamente antes de recibir las coordenadas; pero hay situaciones como lo sucedido entre los puntos 5 y 6 de la anterior figura, donde puede llegar a pasar más tiempo de lo normal; en este caso la respuesta de la petición hecha después del punto 5 demora aproximadamente 2 minutos en llegar, cabe aclarar que en la prueba se tenía un tiempo máximo de espera de 2 minutos antes de enviar la siguiente petición, por tal razón se alcanzó a juntar el envío de la siguiente solicitud; las coordenadas del punto 7 llegaron dentro del tiempo de espera usual.

#### 4. Conclusiones

La metodología de la creación de un nuevo producto es parte clave en el desarrollo, ya que permite observar la solución a partir del problema, de modo que quedo en evidencia que ante una problemática existen múltiples soluciones, para ello es importante evaluarlas y de acuerdo a criterios extraídos de las necesidades, identificar el valor de cada factor para que su puntaje total ayude a escoger la salida más viable.

El sistema de Geo-localización que integra el módulo de comunicación SIM808 demostró ser confiable, rápido y preciso en cada una de las pruebas realizadas, pero hay que tener en cuenta que en ciertas ocasiones el receptor puede llegar tardar más de lo normal en establecer conexión con los satélites debido a condiciones atmosféricas o a lugares con estructuras de más de un piso.

En factores externos, las altas temperaturas pueden afectar el funcionamiento y la integridad del prototipo por tal motivo, el hardware instalado dentro de la motocicleta debe estar alejado del motor, puesto que este al ser de combustión interna disipa bastante energía en forma de calor. También el sistema no tiene resistencia a inmersiones en agua, más si es resistente a salpicaduras, debido al diseño semi-hermético del encapsulado.

De acuerdo al diseño planteado para el sistema de monitoreo antirrobo, se consiguió cumplir con los requerimientos propuestos inicialmente. Se implementó un sistema sencillo pero resistente, que permite un fácil manejo y monitoreo remoto a través de una aplicación móvil con un diseño agradable y simple, que a su vez se complementa con diferentes funciones como historial de alertas, visualización de mapas y marcado rápido a un contacto de emergencia. Las pruebas realizadas al sistema en censado de vibraciones, petición de coordenadas y funcionamiento en general, fueron exitosas, revelando una gran confiabilidad del prototipo y su correcta operación.

Teniendo en cuenta que el proyecto realizado es un prototipo, se puede decir que

se tiene desarrollado un gran avance para seguir trabajando y llegar a una futura comercialización, brindando la posibilidad de realizar mejoras y correcciones para tener un producto final ideal.

## 5. Referencias bibliográficas

Alvear, V., Rosero, P., Peluffo, D., Pijal, J., 2017. Internet de las Cosas y Visión Artificial, Funcionamiento y Aplicaciones: Revisión de Literatura. Enfoque UTE [online]. vol.8, suppl.1, pp.244-256. DOI: <http://dx.doi.org/10.29019/enfoqueute.v8n1.121>.

Arduino, 2018. Arduino software IDE (1.8.7), Italia, <https://www.arduino.cc/en/Guide/Environment#>, Consultado 29 de Mayo de 2019.

Caracol radio, 2017. Alarmanes cifras de hurtos en Colombia. Caracol radio. [http://caracol.com.co/radio/2017/08/21/nacional/1503330056\\_298118.html](http://caracol.com.co/radio/2017/08/21/nacional/1503330056_298118.html). Consultado 16 de julio de 2018.

Ibáñez, J. M., 2000. El diseño de productos. La gestión del diseño en la empresa. Capítulo 6. p.126. ISBN: 9788448128364.

Ionic Framework, 2018. Ionic framework (3), <https://ionicframework.com/docs/intro>, Consultado 29 de Mayo de 2019.

León, G., 2007. Generaciones de telefonía celular. Avances tecnológicos en la telefonía celular. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Capítulo 4. URI: <https://repository.uaeh.edu.mx/bitstream/handle/123456789/10716>. Consultado 1 de abril de 2019.

Norman, D., 2013. Design Thinking. The design of everyday things. Revised and Expanded Edition. New York: BASIC BOOKS. Capítulo 6. p.217. ISBN: 9780465003945

Policía Nacional, 2018. Recuperamos una motocicleta hurtada mediante la modalidad de halado. Policía Nacional noticias.

<https://www.policia.gov.co/noticia/recuperamos-motocicleta-hurtada-mediante-modalidad-halado>. Consultado 1 de abril de 2019.

Rivera-Vilas, L. M., 2016. La innovación en la práctica empresarial. Creación y lanzamiento de nuevos productos en la empresa, 2da edición. Editorial Universitat Politècnica De València. Capítulo 1. p.9. ISBN: 9788490484845

White, G., 2010. ¿Qué es Vibración? Introducción al Análisis de Vibraciones. wAzima DL. p. 16. <https://docplayer.es/34327882-Introduccion-al-analisis-de-vibraciones.html>. Consultado 29 de mayo de 2019.