



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA**  
**CARRERA INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN**  
**CONTROL Y REDES INDUSTRIALES**

**“IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO ELECTRÓNICO DE**  
**SEGURIDAD PARA BICICLETAS”**

**Trabajo de titulación**

Tipo: Dispositivo Tecnológico

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERA EN ELECTRÓNICA, CONTROL Y REDES**  
**INDUSTRIALES**

**AUTOR: ELIANA JACQUELINE PILCO SERRANO**

**DIRECTOR: ING. JOSÉ LUIS TINAJERO LEÓN**

Riobamba-Ecuador

2022

**©2022, Eliana Jacqueline Pilco Serrano**

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autora.

Yo, ELIANA JACQUELINE PILCO SERRANO, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos. Los textos constantes en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autora, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación. El patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 16 de Febrero del 2022

---

**Eliana Jacqueline Pilco Serrano**

**C.C: 0605838416**

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA**  
**CARRERA INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN**  
**CONTROL Y REDES INDUSTRIALES**

El tribunal del trabajo de titulación certifica que: El trabajo de titulación: Tipo: Dispositivo Tecnológico “**IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO ELECTRÓNICO DE SEGURIDAD PARA BICICLETAS**”, realizado por la señorita. **ELIANA JACQUELINE PILCO SERRANO**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del trabajo de titulación, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	<b>FIRMA</b>	<b>FECHA</b>
Ing. Pablo Lozada Yánez <b>PRESIDENTE DEL TRIBUNAL</b>	_____	<b>2022-02-16</b>
Ing. José Luis Tinajero León <b>DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN</b>	_____	<b>2022-02-16</b>
Ing. Mayra Pacheco Cunduri <b>MIEMBRO DEL TRIBUNAL</b>	_____	<b>2022-02-16</b>

## **DEDICATORIA**

Este trabajo de titulación se lo dedico a mis padres, ya que con su incondicional apoyo formaron una persona recta, responsable y fiel a sus principios. A mis abuelitos por ser un parte fundamental en mi vida, por su paciencia y amor incondicional. A mi Tía por cumplir el papel de una madre, ser tan noble y bondadosa, me ayuda a superarme día con día. A mis hermanas por ser mis cómplices, más que eso mis amigas que están junto a mí en las buenas y las malas. A mi novio por brindarme su apoyo incondicional e incentivar me a culminar satisfactoriamente mi carrera universitaria. Finalmente, a mi mascota, mi acompañante fiel que ha aguantado junto a mi esas desveladas de estudio y ha estado conmigo en todo momento.

Eliana

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco infinitamente a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo por abrirme sus puertas, permitiéndome el acceso a todo el conocimiento obtenido en lo largo de mi vida politécnica. A los docentes de mi carrera por transmitirme toda su sabiduría y conocimiento para poder desarrollarme tanto en la parte personal, así como en lo profesional. De manera especial a mi tutor quien guio mi culminación académica con su amplia experiencia y profesionalismo. a mi familia por todo su apoyo, confianza y paciencia durante esta etapa importante para mí, por ser mi motivación y formar mis valores como una persona de bien. A mi novio por no dejarme rendir y apoyarme que siga adelante.

Eliana

## TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS .....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xiii
ÍNDICE DE GRÁFICOS .....	xvi
ÍNDICE DE ANEXOS .....	xvii
RESUMEN .....	xviii
ABSTRACT .....	xix
INTRODUCCIÓN .....	1

## CAPÍTULO I

<b>1. MARCO TEÓRICO</b> .....	5
<b>1.1. Bicicleta</b> .....	5
1.1.1. <i>Historia de la Bicicleta</i> .....	5
1.1.2. <i>Tipos de Bicicleta</i> .....	8
<b>1.2. Sistemas de seguridad</b> .....	8
1.2.1. <i>Evolución de los sistemas de seguridad</i> .....	9
<b>1.3. Sistemas de seguridad para bicicletas</b> .....	10
1.3.1. <i>Sistemas mecánicos</i> .....	10
1.3.1.1. <i>Candado articulado</i> .....	10
1.3.1.2. <i>Tipo cable o espiral</i> .....	10
1.3.1.3. <i>De arco, horquilla o en U</i> .....	11
1.3.1.4. <i>Antirrobo de cadena</i> .....	11
1.3.1.5. <i>Candado para marco</i> .....	12
1.3.2. <i>Sistemas Electrónicos</i> .....	12
1.3.2.1. <i>Sherlock</i> .....	12
1.3.2.2. <i>Bisecu</i> .....	13
1.3.2.3. <i>Skylock</i> .....	13
1.3.2.4. <i>Lock 8</i> .....	13
<b>1.4. Tarjetas de desarrollo</b> .....	14
1.4.1. <i>Tarjeta de desarrollo Arduino</i> .....	14
1.4.2. <i>Tarjeta de desarrollo RaspberryPi</i> .....	16
<b>1.5. Sensores</b> .....	17
1.5.1. <i>Acelerómetro</i> .....	18
1.5.2. <i>Giroscopio</i> .....	18

<b>1.6.</b>	<b>Módulos de comunicación GSM</b> .....	18
<b>1.7.</b>	<b>Sistema de Posicionamiento Global GPS</b> .....	19
<b>1.8.</b>	<b>Comunicación Bluetooth (IEE 802.15)</b> .....	20
<b>1.9.</b>	<b>Dispositivos de visualización</b> .....	21
<b>1.9.1.</b>	<i>Dispositivo de visualización TFT Nextion</i> .....	21
<b>1.9.2.</b>	<i>Dispositivo de visualización LCD</i> .....	22
<b>1.10.</b>	<b>Generadores de energía</b> .....	22
<b>1.10.1.</b>	<i>Dínamo</i> .....	22
<b>1.10.2.</b>	<i>Alternador</i> .....	23
<b>1.10.3.</b>	<i>Panel Solar</i> .....	23
<b>1.11.</b>	<b>Actuadores</b> .....	24
<b>1.11.1.</b>	<i>Motor paso a paso</i> .....	24
<b>1.11.2.</b>	<i>Solenoid Push-Pull</i> .....	24
<b>1.11.3.</b>	<i>Servomotor</i> .....	25
<b>1.12.</b>	<b>Baterías</b> .....	25
<b>1.12.1.</b>	<i>Batería Litio-Ion</i> .....	25
<b>1.12.2.</b>	<i>Batería LiPo</i> .....	26
<b>1.13.</b>	<b>Dispositivos de alerta</b> .....	26
<b>1.13.1.</b>	<i>Buzzer</i> .....	26
<b>1.14.</b>	<b>Código de respuesta rápida o Código QR</b> .....	27
<b>1.15.</b>	<b>Aplicación móvil</b> .....	28

## **CAPÍTULO II**

<b>2.</b>	<b>MARCO METODOLOGICO</b> .....	29
<b>2.1.</b>	<b>Concepción general de la arquitectura del Prototipo</b> .....	29
<b>2.2.</b>	<b>Requerimientos del prototipo</b> .....	30
<b>2.3.</b>	<b>Hardware</b> .....	30
<b>2.3.1.</b>	<i>Dispositivos de control</i> .....	30
<b>2.3.1.1.</b>	<i>Arduino Mega 2560</i> .....	30
<b>2.3.1.2.</b>	<i>Pantalla TFT Nextion</i> .....	32
<b>2.3.1.3.</b>	<i>Sensor MPU6050 Acelerómetro y Giroscopio</i> .....	33
<b>2.3.1.4.</b>	<i>Módulo Bluetooth</i> .....	34
<b>2.3.1.5.</b>	<i>Módulo SIM808 GSM/GPS</i> .....	35
<b>2.3.1.6.</b>	<i>Buzzer</i> .....	36
<b>2.3.2.</b>	<b>Cerradura del dispositivo</b> .....	37
<b>2.3.2.1.</b>	<i>Solenoid JF-0530B</i> .....	37

2.3.2.2. <i>Módulo de Relé</i> .....	38
2.3.3. <i>Autonomía Energética del Prototipo</i> .....	38
2.3.3.1. <i>Batería de Litio y polímero (LiPo)</i> .....	39
2.3.3.2. <i>Tiempo de Autonomía</i> .....	40
2.3.4. <i>Generación de energía</i> .....	40
2.3.4.1. <i>Dínamo</i> .....	40
2.3.4.2. <i>Panel Solar</i> .....	41
2.3.5. <i>Transformación y regulación de energía</i> .....	42
2.3.5.1. <i>Puente Rectificador de onda completa</i> .....	42
2.3.5.2. <i>Módulo regulador de voltaje LM2596</i> .....	43
2.3.5.3. <i>Módulo regulador de voltaje MP1584</i> .....	44
2.3.6. <i>Carga de Batería</i> .....	44
2.3.6.1. <i>Cargador balanceador de LiPo</i> .....	45
2.4. <b>Esquema de conexión de los elementos</b> .....	45
2.4.1. <i>Esquema de conexión de los elementos que conforman el prototipo</i> .....	45
2.4.2. <i>Esquema de conexión de la alimentación y generación de energía</i> .....	46
2.4.3. <i>Diseño cobertura de la cerradura</i> .....	47
2.5. <b>Software</b> .....	47
2.5.1. <i>Arduino IDE</i> .....	47
2.5.2. <i>Nextion Editor</i> .....	48
2.5.3. <i>Android Studio</i> .....	49
2.6. <b>Programación del software del prototipo</b> .....	49
2.6.1. <i>Programación del control principal del dispositivo</i> .....	49
2.6.2. <i>Programación de la pantalla Nextion</i> .....	56
2.6.3. <i>Programación del control principal del dispositivo</i> .....	57
2.6.4. <i>Código Qr</i> .....	59

### **CAPÍTULO III**

3. <b>VALIDACIÓN DEL PROTOTIPO</b> .....	60
3.1. <b>Evaluación del Funcionamiento del prototipo</b> .....	60
3.1.1. <i>Prueba de funcionamiento exactitud del sistema GPS</i> .....	60
3.1.2. <i>Prueba de funcionamiento y respuesta del prototipo ante detección de movimiento</i> ..	64
3.1.3. <i>Prueba de funcionamiento de apertura y cierre de cerradura</i> .....	66
3.1.4. <i>Prueba de tiempo en el envío de mensajes y llamadas</i> .....	68
3.1.5. <i>Eficiencia del prototipo</i> .....	71

## **CAPÍTULO IV**

<b>4.</b>	<b>EVALUACIÓN ECONÓMICA</b> .....	72
<b>4.1.</b>	<b>Análisis de costos</b> .....	72
<b>4.2.</b>	<b>Análisis de costos</b> .....	72
	<b>CONCLUSIONES</b> .....	74
	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	75
	<b>GLOSARIO</b>	
	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	
	<b>ANEXOS</b>	

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1-1:</b>	Tipos de Bicicletas en el mercado .....	8
<b>Tabla 2-1:</b>	Comparación entre placas Arduino .....	15
<b>Tabla 3-1:</b>	Comparación entre modelos de Raspberry Pi .....	17
<b>Tabla 4-1:</b>	Comparación entre módulos Bluetooth .....	20
<b>Tabla 5-1:</b>	Comparación entre pantallas Nextion.....	21
<b>Tabla 1-2:</b>	Características de la tarjeta de desarrollo Arduino Mega.....	31
<b>Tabla 2-2:</b>	Pines de conexión de los elementos al Arduino Mega.....	31
<b>Tabla 3-2:</b>	Características de la pantalla Nextion NX3224T050 de 2.8”.....	32
<b>Tabla 4-2:</b>	Pines de conexión.....	32
<b>Tabla 5-2:</b>	Características del Sensor MPU5060 .....	33
<b>Tabla 6-2:</b>	Pines de conexión de Sensor .....	33
<b>Tabla 7-2:</b>	Características del Módulo Bluetooth HC-05.....	34
<b>Tabla 8-2:</b>	Pines de conexión del módulo Bluetooth .....	34
<b>Tabla 9-2:</b>	Características generales del módulo SIM808.....	35
<b>Tabla 10-2:</b>	Características GSM/GPRS del módulo .....	35
<b>Tabla 11-2:</b>	Características GPS de módulo .....	36
<b>Tabla 12-2:</b>	Pines de conexión del módulo SIM808 .....	36
<b>Tabla 13-2:</b>	Características del Buzzer .....	37
<b>Tabla 14-2:</b>	Características del solenoide JF-0530B.....	37
<b>Tabla 15-2:</b>	Características del módulo de relé.....	38
<b>Tabla 16-2:</b>	Alimentación de los dispositivos del prototipo.....	39
<b>Tabla 17-2:</b>	Características del módulo de relé.....	39
<b>Tabla 18-2:</b>	Características del dínamo.....	41
<b>Tabla 19-2:</b>	Características del panel solar .....	42
<b>Tabla 20-2:</b>	Características del rectificador de onda.....	43
<b>Tabla 21-2:</b>	Características del regulador LM2596.....	43
<b>Tabla 22-2:</b>	Características del regulador MP1584.....	44
<b>Tabla 23-2:</b>	Características del cargador balanceador de LiPo .....	45
<b>Tabla 1-3:</b>	Prueba de exactitud realizada a las 8:00 a.m. ....	61
<b>Tabla 2-3:</b>	Prueba de exactitud realizada a las 12:00 p.m. ....	61
<b>Tabla 3-3:</b>	Prueba de exactitud realizada a las 3:00 p.m. ....	61
<b>Tabla 4-3:</b>	Prueba de exactitud realizada a las 7:00 p.m. ....	62
<b>Tabla 5-3:</b>	Resultado del margen de error en la precisión del GPS.....	62
<b>Tabla 6-3:</b>	Resultado por golpe o choque accidental.....	64

<b>Tabla 7-3:</b>	Resultados ante levantamiento vertical en la misma posición .....	64
<b>Tabla 8-3:</b>	Resultados ante el desplazamiento de un lugar inicial a otro. ....	65
<b>Tabla 9-3:</b>	Resultados de la prueba de apertura y cierre de la cerradura. ....	66
<b>Tabla 10-3:</b>	Porcentaje de aciertos de la apertura de la cerradura .....	67
<b>Tabla 11-3:</b>	Resultados del tiempo de recepción de mensaje y llamada a las 8:00 a.m. ....	68
<b>Tabla 12-3:</b>	Resultados del tiempo de recepción de mensaje y llamada a las 12:00 p.m. ....	68
<b>Tabla 13-3:</b>	Resultados del tiempo de recepción de mensaje y llamada a las 3:00 p.m. ....	69
<b>Tabla 14-3:</b>	Resultados del tiempo de recepción de mensaje y llamada a las 7:00 p.m. ....	69
<b>Tabla 15-3:</b>	Resultado promedio de tiempo de recepción de mensajes y llamadas .....	70
<b>Tabla 16-3:</b>	Porcentaje de aciertos en las diferentes pruebas .....	71
<b>Tabla 1-4:</b>	Análisis de costos del prototipo. ....	72
<b>Tabla 2-4:</b>	Comparación de costos. ....	73

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1-1:</b>	Evolución de la bicicleta primeras civilizaciones .....	6
<b>Figura 2-1:</b>	Boceto bicicleta de Da Vinci .....	6
<b>Figura 3-1:</b>	Evolución de la bicicleta .....	7
<b>Figura 4-1:</b>	Bicicleta de carretera .....	8
<b>Figura 5-1:</b>	Bicicleta de montaña .....	8
<b>Figura 6-1:</b>	Bicicleta BMX .....	8
<b>Figura 7-1:</b>	Bicicleta Eléctrica .....	8
<b>Figura 8-1:</b>	Prototipo de Pope .....	9
<b>Figura 9-1:</b>	Instalación del primer sistema de alarma .....	10
<b>Figura 10-1:</b>	Candado articulado .....	10
<b>Figura 11-1:</b>	Tipo cable o espiral .....	11
<b>Figura 12-1:</b>	De arco, horquilla o en U .....	11
<b>Figura 13-1:</b>	Antirrobo de cadena .....	12
<b>Figura 14-1:</b>	Candado para marco .....	12
<b>Figura 15-1:</b>	Sherlock .....	12
<b>Figura 16-1:</b>	Bisecu .....	13
<b>Figura 17-1:</b>	Skylock .....	13
<b>Figura 18-1:</b>	Lock8 .....	14
<b>Figura 19-1:</b>	Tarjetas de desarrollo arduino .....	14
<b>Figura 20-1:</b>	Tarjetas Raspberry Pi .....	16
<b>Figura 21-1:</b>	Tipos de Sensores .....	18
<b>Figura 22-1:</b>	Módulos GSM/GPRS .....	19
<b>Figura 23-1:</b>	Trilateración GPS .....	19
<b>Figura 24-1:</b>	Comunicación Bluetooth .....	20
<b>Figura 25-1:</b>	Pantallas Nextion .....	21
<b>Figura 26-1:</b>	LCD .....	22
<b>Figura 27-1:</b>	Dínamo .....	22
<b>Figura 28-1:</b>	Alternador .....	23
<b>Figura 29-1:</b>	Panel Solar .....	23
<b>Figura 30-1:</b>	Motor paso a paso .....	24
<b>Figura 31-1:</b>	Solenoide Push-pull .....	25
<b>Figura 32-1:</b>	Solenoide Push-pull .....	25
<b>Figura 33-1:</b>	Batería Litio-Ion .....	26
<b>Figura 34-1:</b>	Batería LiPo .....	26

<b>Figura 35-1:</b> Buzzer .....	27
<b>Figura 36-1:</b> Escaneo del código QR .....	27
<b>Figura 37-1:</b> Escaneo del código QR .....	28
<b>Figura 1-2:</b> Concepción del prototipo .....	29
<b>Figura 2-2:</b> Arduino Mega2560 .....	31
<b>Figura 3-2:</b> Pantalla TFT Nextion 2.8" .....	32
<b>Figura 4-2:</b> Sensor MPU6050 .....	33
<b>Figura 5-2:</b> Bluetooth HC-05 .....	34
<b>Figura 6-2:</b> SIM808 .....	35
<b>Figura 7-2:</b> Buzzer .....	36
<b>Figura 8-2:</b> Solenoide JF-0530B .....	37
<b>Figura 9-2:</b> Módulo de relé .....	38
<b>Figura 10-2:</b> Batería LIPO .....	39
<b>Figura 11-2:</b> Dinamo.....	41
<b>Figura 12-2:</b> Panel solar .....	41
<b>Figura 13-2:</b> Puente rectificador.....	42
<b>Figura 14-2:</b> Regulador de voltaje LM25096.....	43
<b>Figura 15-2:</b> Regulador MP1584 .....	44
<b>Figura 16-2:</b> Cargador balanceador de LIPO .....	45
<b>Figura 17-2:</b> Esquema de conexión del prototipo.....	46
<b>Figura 18-2:</b> Esquema de conexión del prototipo.....	46
<b>Figura 19-2:</b> Diseño de la cerradura.....	47
<b>Figura 20-2:</b> Software Arduino IDE.....	48
<b>Figura 21-2:</b> Software Nextion Editor.....	48
<b>Figura 22-2:</b> Software Android Studio .....	49
<b>Figura 23-2:</b> Definición de librerías .....	49
<b>Figura 24-2:</b> Puerto Serial Nextion .....	50
<b>Figura 25-2:</b> Definición de variables.....	50
<b>Figura 26-2:</b> Puerto Serial SIM808 .....	51
<b>Figura 27-2:</b> Definición variables acelerómetro .....	51
<b>Figura 28-2:</b> Variables niveles de batería.....	51
<b>Figura 29-2:</b> Declaración de variables, puertos seriales .....	52
<b>Figura 30-2:</b> Encendido SIM808.....	52
<b>Figura 31-2:</b> Comunicación I2C Acelerómetro .....	53
<b>Figura 32-2:</b> Almacenamiento número de teléfono .....	53
<b>Figura 33-2:</b> Envío y Recepción datos Nextion.....	54
<b>Figura 34-2:</b> Activación alarma por sensor de corte.....	54

<b>Figura 35-2:</b> Datos de envío bluetooth.....	55
<b>Figura 36-2:</b> Envío de mensaje por alerta de movimiento.....	56
<b>Figura 37-2:</b> Interfaz de contraseña.....	56
<b>Figura 38-2:</b> Interfaz de contraseña.....	57
<b>Figura 39-2:</b> Interfaz gráfica de la aplicación móvil .....	57
<b>Figura 40-2:</b> Ficheros layout .....	58
<b>Figura 41-2:</b> Fragmentos activity .....	58
<b>Figura 42-2:</b> Archivo manifest .....	58
<b>Figura 43-2:</b> Escáner código Qr .....	59
<b>Figura 1-3:</b> Croquis con los puntos .....	60

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1-3:</b>	Resultado del margen de error en la precisión del GPS .....	63
<b>Gráfico 2-3:</b>	Promedio de tiempo en recepción de mensaje .....	70
<b>Gráfico 3-3:</b>	Promedio de tiempo en recepción de llamadas .....	70

## **ÍNDICE DE ANEXOS**

**ANEXO A:** PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN DEL PROTOTIPO

**ANEXO B:** MANUAL DE USUARIO APLICACIÓN MÓVIL

## RESUMEN

Se implementó un prototipo electrónico de seguridad para bicicletas, para lo cual se desarrolló un sistema que, a través de una aplicación móvil desarrollada en Android Studio permite al usuario activar o desactivar el sistema de alarma. El sistema fue implementado con un arduino Mega como placa de control principal, un sensor de movimiento y un buzzer que emite un tono de alerta, cuenta además con un módulo SHIELD SIM808 para el envío de mensajes, llamadas telefónicas, así como la posición del GPS. Al producirse el movimiento de la bicicleta, este es detectado por el sensor de movimiento, generándose un tono de alerta y posterior realiza la llamada y envío de mensaje de texto al propietario del vehículo, mensaje que contiene un enlace que dirige al usuario al mapa en la aplicación móvil, donde se detalla la ubicación de la bicicleta en ese momento. Como opción adicional para la activación del sistema se tiene una pantalla Nextion para el ingreso por contraseña. El dispositivo posee una cerradura inmovilizando la rueda posterior de la bicicleta; además posee un sistema de auto-recarga que permite al usuario recargar la batería que alimenta al prototipo mediante el movimiento de la rueda, para lo cual se utiliza un dinamo y un panel solar, teniendo así una autonomía de batería de aproximadamente 4,59 horas. Se realizó diferentes pruebas al prototipo como: exactitud del sistema GPS, detección de movimiento ante distintas situaciones, validación de la apertura y cierre de la cerradura, utilizando la aplicación móvil o mediante el ingreso de contraseña y el tiempo de recepción de mensaje de texto y llamadas. En conclusión, el prototipo posee una eficiencia del 99,17%, cumpliendo con los objetivos planteados para su implementación, permitiendo que el usuario sienta mayor seguridad al dejar sola su bicicleta. Se recomienda estar al pendiente de nuevas tecnologías que permitan generar un prototipo de menor dimensión.

**Palabras clave:** <TELECOMUNICACIONES>, <SISTEMA ANTIHURTO>, <SEGURIDAD ELECTRÓNICA>, <BICICLETA>, <GEOLOCALIZACIÓN>, <DETECCIÓN DE MOVIMIENTO>, <DÍNAMO>.



Firmado electrónicamente por:  
ELIZABETH  
FERNANDA AREVALO  
MEDINA



0085-DBRA-UPT-2022

## ABSTRACT

An electronic security prototype for bicycles was implemented, for such, it was developed a system that, through a mobile application developed in Android Studio, allows the user to activate or deactivate the alarm system. The system was implemented with an Arduino Mega as the main control board, a motion sensor and a buzzer that emits an alert tone, it also has a SHIELD SIM808 module for sending messages, phone calls, as well as the GPS position. When the movement of the bicycle occurs, it is detected by the motion sensor, generating an alert tone and then making the call and sending text message to the owner of the vehicle, message containing a link that directs the user to the map in the mobile application, where the location of the bicycle at that moment is detailed. As an additional option for system activation, there is a Nextion screen for password access. The device has a lock that immobilizes the rear wheel of the bike; It also has an auto-recharging system that allows the user to recharge the battery that feeds the prototype through the movement of the wheel, for which a dynamo and a solar panel are used, thus having a battery autonomy of approximately 4.59 hours. It has been made different tests to the prototype such as: accuracy of the GPS system, detection of movement before different situations, validation of the opening and closing of the lock, using the mobile application or by entering password and of text message and calls receiving time. In conclusion, the prototype has an efficiency of 99.17%, complying with the objectives set for its implementation, allowing users to feel greater security when leaving their bike unattended. It is recommended to be aware of new technologies that allow generate a lower-dimensional prototype.

**Keywords:** <TELECOMUNICATIONS>, <ANTI-THEFT SYSTEM>, <SECURITY ELECTRONICS>, <BICYCLE>, <GEOLOCATION>, <DETECTION OF MOVEMENT>, <DYNAMO>.



Firmado electrónicamente por:  
**NELLY MARGARITA  
PADILLA PADILLA**

## **INTRODUCCIÓN**

La bicicleta en la actualidad es el medio de transporte personal preferido para muchas personas, por ser considerada como ecológica, sostenible y económica. La misma que evolucionó con el paso del tiempo, desde su desarrollo del siglo XV en donde aparecen los primeros bocetos llegando al año de 1885 donde se crea el modelo llamado “Bicicleta de seguridad” (Kleta, 2020). Siendo este la base fundamental para la bicicleta de hoy en día. Este vehículo de dos ruedas en cuestión de costos varía de acuerdo a las necesidades del usuario teniendo un precio desde los 100 dólares hasta los 6.000 dólares o más.

Durante los últimos años el impulso por las ciclo-rutas, ciclo vías, y por los días sin carro en las principales capitales del mundo ha aumentado. Holanda, por ejemplo, posee 5.000 Km de ciclo vías en áreas urbanas y 10.000 Km de ciclo vías fuera de las ciudades. Siendo uno de los primeros países en implementar a la bici como un medio de desplazamiento y transporte de uso diario en las diferentes actividades cotidianas tales como ir al trabajo, a la escuela o universidad.

Debido a que las bicicletas son fundamentales como medio de transporte necesariamente deben contar con sistemas de seguridad. Entre estos sistemas están los mecánicos, así también existen sistemas que utilizan la tecnología y son controlados a través de dispositivos móviles.

## **ANTECEDENTES**

A lo que va del año 2021 aproximadamente 31.650.190 bicicletas han sido producidas a nivel mundial, según datos obtenidos en Bicycle Retailer and Industry News and the Bicycle Market Research Institute (Worldometer, 2021). Mediante datos obtenidos por la última encuesta poblacional del INEC (INEC, 2010), se conoce que en el Ecuador se conoce que en el Ecuador el 12,32% de los 17,731,305 millones de ciudadanos en promedio utilizan la bicicleta como una alternativa de movilización, ya sea para dirigirse al trabajo, a las instituciones educativas o por recreación. En la ciudad de Riobamba, aproximadamente el 24% de los 225,741 habitantes, utilizan el caminar o la bicicleta como medio de transporte (DEAGA, 2016).

Debido a la pandemia el uso de la bicicleta ha ido en aumento, en la ciudad de Quito en el año 2020 el uso de la bicicleta incremento un 750%, y a nivel nacional aumentó un 300%, dado que al utilizar la bicicleta se tiene un mejor distanciamiento (el Telégrafo, 2020).

Por el año 2012, en la ciudad de Quito se contempla estrategias de movilidad sustentable y nace la idea de implantar modelos de transporte alternativos tales como “Bici Q” o “Bici Quito”, que

reúne 658 bicicletas de un diseño único, distribuidas en 25 estaciones ubicadas estratégicamente (Vallecilla, 2017).

Debido al aumento del uso de las bicicletas, los delincuentes ven en este medio de transporte personal una forma de lucrarse, hurtando las bicicletas y causando un perjuicio económico para el dueño, en la ciudad de Quito hasta el mes de octubre del 2020 se han denunciado 150 robos de bicicletas y aproximadamente en triple de estos casos no han sido reportados, de los cuales solo 17 bicicletas han sido recuperadas según informe del diario Expreso (Toranzos & Campaña, 2020). La mayoría de los sistemas de seguridad para las bicicletas son anticuados y fáciles de vulnerar.

Revisado el repositorio DSpace de las universidades de la provincia de Chimborazo, así como de varias universidades del Ecuador, se determina que no existen trabajos relacionados al tema planteado.

## **JUSTIFICACIÓN TEÓRICA**

Debido a que las bicicletas son fundamentales como medio de transporte, es necesario deben contar con sistemas de seguridad. Entre dichos sistemas se puede nombrar:

- Candado tipo U
- Candado articulado
- Candado de eslabones de acero
- Candados articulados y pitones
- Cables tipo espiral
- Candados inteligentes
  - Deeper Lock
  - Bisecu
  - Skylock

En un tiempo en donde se utiliza una bicicleta, no solo por motivos de recreación o por salud, sino como una opción de transporte, la seguridad es fundamental en esta. Por este motivo, se vio la necesidad de desarrollar e implementar el prototipo que se describe. En el mercado existen dispositivos de seguridad antes mencionados, de los cuales hay quienes trabajan mecánicamente y otros hacen uso de la tecnología para dichos fines, pero dichos dispositivos aun no salen al mercado, por lo que las personas aún no pueden acceder a estos.

Estos tratan que el usuario sienta seguridad al dejar su bicicleta lejos de su alcance, estos dispositivos han sido diseñados para ser colocados en las ruedas de la bicicleta, ya sea en la delantera o la trasera, por lo que difiere con el prototipo propuesto, dado que se ubicará en el plato de la máquina. Al igual que para la carga de la parte electrónica, dispositivos existentes utilizan paneles solares para dicho objetivo, al contrario que el prototipo que manejará carga no solo por panel solar sino también por medio de la energía generada por el movimiento de la bicicleta.

En vista de lo mencionado anteriormente, el proyecto consta en diseñar e implementar un prototipo de cerradura electrónica la cual estará controlada mediante una aplicación móvil que controlará la apertura y cierre del prototipo además contendrá geolocalización y esta brindará seguridad a las bicicletas.

### **JUSTIFICACIÓN APLICATIVA**

En vista de los índices delincuenciales que abruma a la sociedad y la seguridad obsoleta que poseen las bicicletas, se ha planteado desarrollar un prototipo de seguridad electrónica para bicicletas, el prototipo contará con geolocalización, por lo que tendrá integrado un localizador GPS para conocer la posición en la que se encuentre.

Manejará con un sistema de auto-recarga, energía generada y almacenada por el movimiento de la bicicleta y la utilización de panel solar, por lo que será amigable con el ambiente, y este servirá para recargar una batería interna. Se colocará una pantalla con el objetivo de visualizar el porcentaje de carga de la batería. Poseerá una cerradura la que permitirá la habilitación o el bloqueo de la bicicleta. Tendrá un sistema de seguridad adjunto a la cerradura, la cual constará con sensores y una unidad de alarma que será activada por estos, los mismo que darán a conocer al usuario cuando su bicicleta esté siendo movida de su lugar.

Poseerá una aplicación móvil, la cual permitirá controlar el dispositivo, en caso de no contar con el teléfono celular a la mano, se tendrá un panel táctil, permitiendo ingresar una clave para el acceso a la bicicleta. Además, dicha bicicleta contará con un código único ubicado estratégicamente, que al leerlo por medio de una aplicación móvil se darán a conocer las características de la bicicleta, así como la identidad del propietario de la misma.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo General**

Implementar un prototipo electrónico de seguridad para bicicletas.

### **Objetivos Específicos**

- Conocer el funcionamiento de los dispositivos de seguridad para las bicicletas.
- Establecer los parámetros necesarios para el funcionamiento del dispositivo.
- Diseñar el prototipo de acuerdo a los parámetros establecidos.
- Seleccionar la tecnología hardware y software más adecuada para la implementación del prototipo.
- Evaluar si el prototipo cumple los requisitos planteados.

# CAPÍTULO I

## 1. MARCO TEÓRICO

El presente capítulo se establece la parte teórica necesaria para abordar la investigación en la cual se tratará los diferentes sistemas de seguridad que existen en la actualidad para las bicicletas. Así como la característica de la placa de desarrollo, también se estudiará los sensores existen para luego de una manera adecuada seleccionar el que mejor se acople con el prototipo. De igual manera se hará un estudio del componente que permite generar energía a través de la bicicleta, como acumular la energía generada. El conocimiento del tema permitirá desarrollar un dispositivo electrónico acorde a la realidad de nuestro país y a los objetivos planteados.

### 1.1. Bicicleta

*“Bicicleta etimológicamente deriva del latín: bi (dos) y ciclos (ruedas) y según el diccionario es un vehículo que consta de dos ruedas, generalmente del mismo tamaño, alineadas a un cuadro y dirigidas mediante un manillar; la bicicleta se mueve gracias al impulso ejercido por los pedales, que el conductor impulsa con sus extremidades inferiores”.* (Sáenz García, 2013)

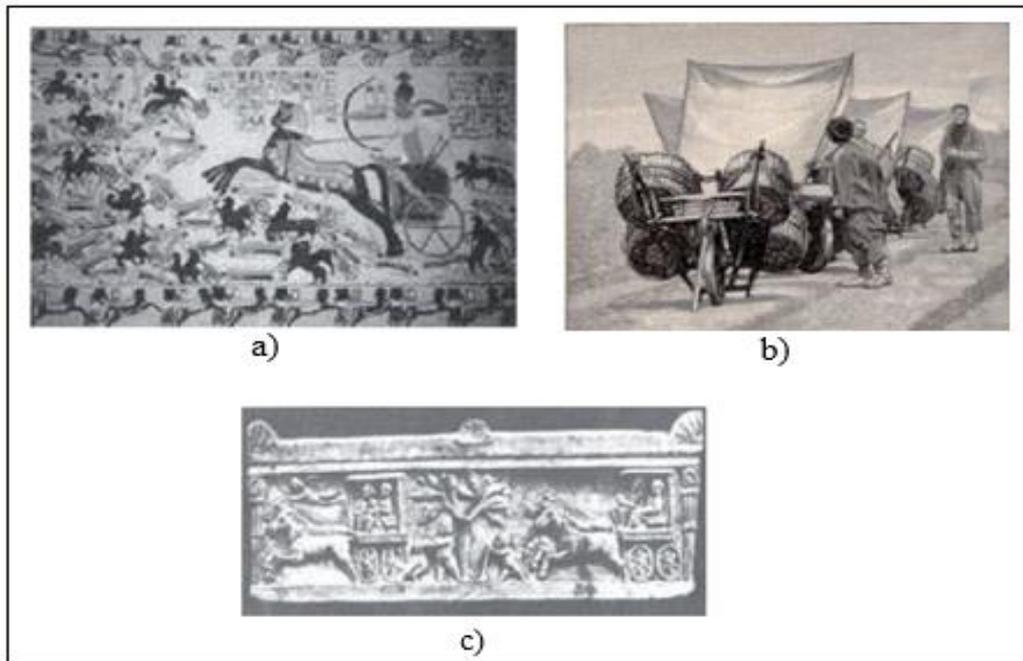
En la actualidad las personas han tomado conciencia sobre el uso adecuado de la misma, ya que representan un medio de transporte accesible, que no solo tiene un costo de adquisición y mantenimiento muy bajo con respecto a otros vehículos, sino que también, son amigables con el ambiente dado que las emisiones contaminantes de la bicicleta son prácticamente nulas.

#### 1.1.1. Historia de la Bicicleta

Los inicios de la bicicleta moderna se podrían situar aproximadamente en el siglo XIX dado que no existen información fiable de épocas anteriores, sin embargo, en las primeras civilizaciones se han encontrado indicios de artículos parecidos a la bicicleta.

En la civilización egipcia se descubrieron grabados en las tumbas de los faraones como se observa en la figura 1-1a) donde se representaba a humanos alado de una rueda con barra. En la civilización China específicamente en la dinastía Song (1085-1145 a.c), se encontraron ilustraciones que se visualizan en la figura 1-1b) de una carretilla de madera con rueda grande en la que se disponía una caja centrada permitiendo llevar municiones militares del ejército imperial.

En el imperio Romano como muestra la figura 1-1c) se hallaron vestigios de juguetes infantiles que utilizaban ruedas para imitar el galope de los caballos.(Navarro et al., 2010, p.14)



**Figura 1-1:** Evolución de la bicicleta primeras civilizaciones

Fuente: (Navarro et al., 2010, p.14)

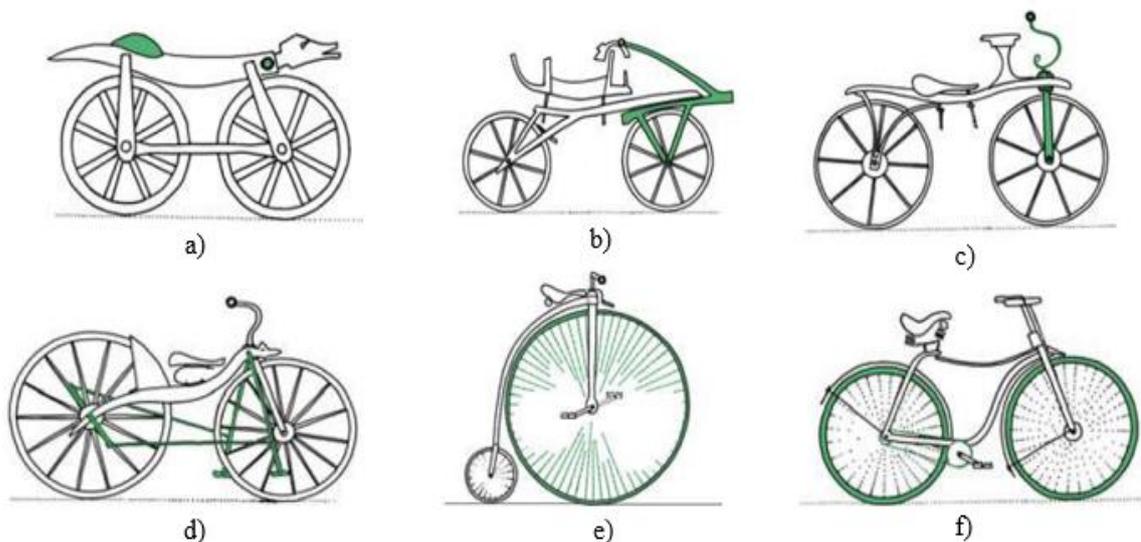
En el renacimiento italiano destaca la figura de Leonardo da Vinci (1452-1519) en donde se encontraron los primeros bocetos de una bicicleta en 1966 por un monje que realizaba los trabajos de restauración del libro “Códice Atlántico” el cual contiene planos de todos los inventos de Leonardo, en el boceto se observaba en la figura 4-1 es una bicicleta de madera con dos ruedas iguales y una cadena de transmisión. Se han llevado recientes estudios que dudan de la autenticidad del dicho dibujo, por lo que el verdadero origen de la bicicleta se lo otorga al barón Drais von Sauerbronn.(Navarro et al., 2010,p.18)



**Figura 2-1:** Boceto bicicleta de Da Vinci

Fuente: (Navarro et al., 2010, p.19)

En el año de 1790 el conde francés Mede de Sivrac utiliza en esqueleto de madera que se muestra en la figura 1-3 a) para construir el celerífero: el barón alemán Karl Von Drais en el año de 1817 basándose en el modelo de Sivrac lo mejora como se muestra en la figura 3-1b) creando la “Draisiana”; Denis Johnson en 1819 compra el invento de Drais, lo renueva como se observa en la figura 3-1c) crea el llamado “Hobby-horse”. Debido a que todos los prototipos anteriores carecían de pedales por lo que para impulsar el movimiento utilizaban los pies, en 1834 el herrero escoces Kirpatrick MacMillan renueva el hobby-horse obteniendo la figura 3-1d) así creando un modelo de metal con palancas de pie que permiten que gire la rueda trasera. Para el año de 1870 el inglés James Starley crea el velocípedo que se muestra en la figura 3-1e) de rueda alta “Ariel”, el mismo que poseía una gran rueda delantera. Su sobrino John Starley en el año de 1884 renueva el velocípedo haciendo que sea de dos ruedas del mismo tamaño, una cadena unida a unos pedales los cuales hacen girar la rueda de atrás y permite que se mueva la bicicleta como se aprecia en la figura 3-1f), a este prototipo lo llamaría “Bicicleta segura”. Este último modelo sería la base fundamental para las bicicletas de lo que hoy en día. (Navarro et al. ,2010, pp.22-36)



**Figura 3-1:** Evolución de la bicicleta

Fuente: (Navarro et al. ,2010, pp.22-35)

### 1.1.2. Tipos de Bicicleta

**Tabla 1-1:** Tipos de Bicicletas en el mercado

TIPO	DESCRIPCIÓN	IMAGEN
Bicicleta de Carretera	Están diseñadas para utilizarse en terreno liso, es la más utilizada en el ciclismo de carretera. En la figura 4-1 se puede apreciar su figura. En el mercado se las puede encontrar por un precio que ronda desde los \$500 dólares a los \$7.500 dólares.	 <p><b>Figura 4-1:</b> Bicicleta de carretera Fuente: (BikeAnalytics ,2020)</p>
Bicicleta de Montaña-MTB	Son bicicletas que poseen suspensión delantera permitiendo amortiguar irregularidades por lo que son utilizadas para cualquier tipo de terreno como se observa en la figura 5-1. Su precio de adquisición varía desde los \$400 dólares a \$6000 dólares.	 <p><b>Figura 5-1:</b> Bicicleta de montaña Fuente: (BikeAnalytics,2020)</p>
Bicicleta BMX	Son bicicletas ligeras de tamaño pequeño, permite realizar piruetas y saltos ya sea en pistas o circuitos como se muestra en la figura 6-1. Pueden valer desde los \$300 dólares a los \$1500 dólares.	 <p><b>Figura 6-1:</b> Bicicleta BMX Fuente: (BikeAnalytics, 2020)</p>
Bikes-Bicicletas Eléctricas	Posee un sistema eléctrico en el cual el motor facilita el pedaleo, haciendo que al desplazarse se utilice menos fuerza, se la puede apreciar en la figura 7-1. El precio de esta bicicleta ronda entre los \$400 dólares y \$6000 dólares	 <p><b>Figura 7-1:</b> Bicicleta Eléctrica Fuente: (BikeAnalytics, 2020)</p>

Fuente: (BikeAnalytics, 2020)

Realizado por: Pilco, Eliana,2021.

## 1.2. Sistemas de seguridad

La idea de sistemas de seguridad surge hace siglos atrás, en donde utilizaban perros como una forma de alerta, protección y detección de intrusos. En la actualidad debido a la tecnología la

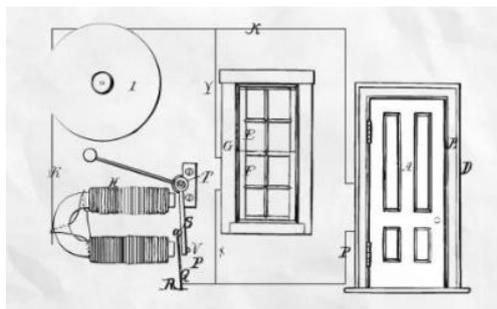
seguridad se ha vuelto más fiable y sofisticada, haciendo que el usuario se sienta a salvo utilizando estos sistemas. (Gascon, 2017)

### **1.2.1. Evolución de los sistemas de seguridad**

El inicio de los sistemas de seguridad se lo podría acreditar al inventor inglés Mr. Tildesley, el cual unió una campana al pestillo de la puerta que se observa en la figura 8-1, haciendo que la misma sonara cuando se intentó abrir la puerta, dicho invento ocurrió por los años 1700. Por el año de 1850 Augustus Pope crea un dispositivo como se aprecia en la figura 9-1, funciona a base de pilas el cual era accionado cuando se cerraba un circuito eléctrico que estaba constituido de imanes y campanas, que iban colocados en ventanas y puertas. Para el año de 1857 Edwin Holmes compra la patente de la alarma de Pope y la comercializa a gran escala. En el año de 1905 AT&T adquiere el negocio de Holmes y lo asocia con los sistemas de emergencia como la policía y bomberos. Entre los años de 1970 y 1980 entra la tecnología para mejorar las alarmas antirrobo, apareciendo así en 1970 los primeros sensores de movimiento, utilizando ondas de ultrasonido, otros avances se dieron en 1980 donde aparece los sensores infrarrojos, haciendo que estos eviten falsas alarmas y convirtiéndose en la alternativa más accesible para la mayoría de hogares. En la actualidad existe un sin número de dispositivos y sistemas que brinda seguridad al usuario, dado los avances de la tecnología dichos sistemas también van evolucionando y brindando mayor protección no solo a casas sino también a otros bienes ya sea carros, bicicletas, etc. (Gascon, 2017)



**Figura 8-1:** Prototipo de Pope  
Fuente:(RodychAdmin, 2016)



**Figura 9-1:** Instalación del primer sistema de alarma  
**Fuente:**(RodychAdmin, 2016)

### 1.3. Sistemas de seguridad para bicicletas

Se trata de un mecanismo o dispositivo que se coloca en la bicicleta para que no sea robada, los mismos pueden haber de diferentes materiales unos de mayor calidad que otros y diferentes modelos que poseen flexibilidad permitiendo que se pueda anclar la bicicleta de mejor manera. Dentro de estos sistemas de seguridad existen sistemas mecánicos y eléctricos que hacen uso de nuevas tecnologías.

#### 1.3.1. Sistemas mecánicos

##### 1.3.1.1. Candado articulado

Poseen un nivel de seguridad medio, son placas rígidas plegables, con alta resistencia al corte y que plegadas ocupan poco espacio como se observa en la figura 10-1. Se lo utiliza para sujetar el cuadro y rueda de la bicicleta a un punto fijo. Su precio va desde los \$35 dólares a los \$100 dólares. (OCU, 2018)



**Figura 10-1:** Candado articulado  
**Fuente:**(OCU, 2018)

##### 1.3.1.2. Tipo cable o espiral

Se lo aprecia en la figura 11-1, poseen un nivel de protección bajo ya que son fáciles de cortar, se puede asegurar el sillín y la rueda delantera a la vez. Algunos tipos usan un candado con llave y

otros utilizan código como mecanismo de cierre. Su precio va desde los \$5 dólares a los \$35 dólares.(OCU, 2018)



**Figura 11-1:** Tipo cable o espiral  
Fuente:(OCU, 2018)

#### 1.3.1.3. *De arco, horquilla o en U*

Poseen un alto nivel de protección, su precio varía desde los \$25 dólares o los \$100 dólares, el mismo que depende de la longitud y el nivel de seguridad que posee. Se utiliza sujetando el cuadro de la bici a un punto fijo o a su vez sujetar el cuadro y la rueda a un punto fijo. La desventaja de este sistema es su peso y su rigidez. Se lo puede observar en la figura 12-1. (OCU, 2018)



**Figura 12-1:** De arco, horquilla o en U  
Fuente:(OCU, 2018)

#### 1.3.1.4. *Antirrobo de cadena*

El nivel de seguridad es de medio-alto, teniendo un precio que varía entre los \$30 dólares y los \$130 dólares, la longitud aproximada de este mecanismo es de 90cm como se muestra en la figura 13-1, se utiliza sujetando el cuadro de la bici a un punto fijo o a su vez sujetar el cuadro y la rueda a un punto fijo, son flexibles porque permite que se pueda anclar a cualquier punto fijo. (OCU, 2018)



**Figura 13-1:** Antirrobo de cadena  
Fuente:(OCU, 2018)

#### 1.3.1.5. *Candado para marco*

Posee un nivel de protección muy bajo, dado que se trata de inmovilizador que se sujeta el cuadro con la rueda, permitiendo que la bicicleta pueda ser movida con facilidad como se observa en figura 14-1. Su precio va desde los \$20 dólares a los \$50 dólares.(OCU, 2018)



**Figura 14-1:** Candado para marco  
Fuente: (OCU, 2018)

#### 1.3.2. *Sistemas Electrónicos*

##### 1.3.2.1. *Sherlock*

Se trata de un dispositivo GPS antirrobo m invisible para la bicicleta como se aprecia en la figura 15-1, funciona a través de una aplicación móvil, en la cual se visualiza la posición geográfica en donde se encuentra la bicicleta. Se le ubica en el manubrio de la bici.(Christopher, 2020)



**Figura 15-1:** Sherlock  
Fuente: (Christopher, 2020)

### 1.3.2.2. *Bisecu*

Es un candado inteligente que se observa en la figura 16-1, en que se utiliza una aplicación móvil para su bloqueo. Se lo instala en la rueda delantera de la bicicleta, en caso de movimiento envía notificación a la aplicación móvil.(Bisecu, 2019)



**Figura 16-1:** Bisecu  
Fuente: (Bisecu, 2019)

### 1.3.2.3. *Skylock*

Se trata de un candado inteligente en forma de U como se aprecia en la figura 17-1, se lo utiliza a través de una aplicación móvil, en caso de no tener el celular posee un teclado para el ingreso de la clave, además posee un sensor que indica cuando la bicicleta ha sido movida de su lugar.(Santafixie ,2021). Este candado se encuentra como prototipo, recaudando fondos para poder ser comercializado.



**Figura 17-1:** Skylock  
Fuente:(Santafixie, 2021)

### 1.3.2.4. *Lock 8*

Se trata de un candado con sensores, en el cual al detectar movimiento envía un mensaje a su usuario avisándole, posee Gps para conocer la posición en la que se encuentra la bicicleta, su carga se realiza por medio de inducción del pedaleo.(Fariza, 2016). Se lo puede parecer en la figura 18-1. Aun no se lo puede encontrar en el mercado ya que se encuentra recaudando fondos para poder ser fabricado comercialmente.



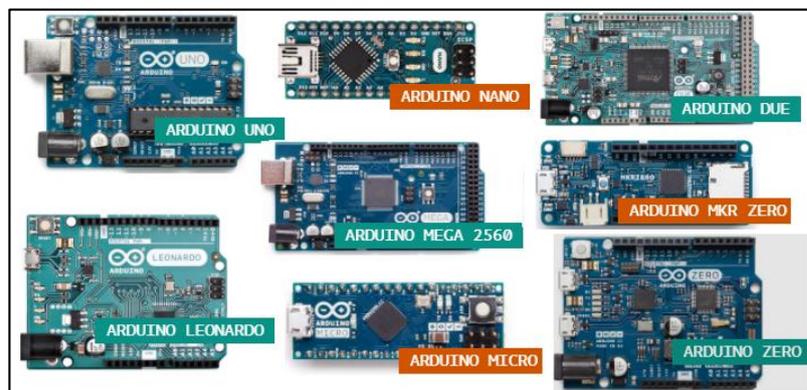
**Figura 18-1:** Lock8  
Fuente: (Fariza, 2016)

#### 1.4. Tarjetas de desarrollo

Las tarjetas de desarrollo son placa que contienen un microcontrolador al cual se puede ingresar una serie de instrucciones para realizar alguna acción. Debido a que existen varios tipos de tarjetas de desarrollo, cada una posee su propio lenguaje de programación.

##### 1.4.1. Tarjeta de desarrollo Arduino

Arduino es una plataforma electrónica de código abierto basada en hardware y software fáciles de usar. La placa de arduino posee un microcontrolador que controla tanto las entradas y salidas que posee, se programa y configura el procesador de acuerdo al proceso que se desee realizar. El software que se utiliza para la programación es un entorno de desarrollo integrado o IDE (Integrated Development Environment) de código abierto ayudando la fácil programación y carga en la placa. (Arduino, 2021)



**Figura 19-1:** Tarjetas de desarrollo arduino  
Realizado por: Pilco, Eliana, 2021.

#### Características

- Pines digitales de entrada y salida
- Pines analógicos de entrada

- Comunicación SPI, I2C y UAR
- Pines PWM
- Memoria flash, SRAM y EEPROM
- Voltaje de operación 5V

### Ventajas de la tarjeta arduino

- Económico
- Multiplataforma
- Entorno de programación simple y claro
- Software de código abierto y extensible
- Hardware de código abierto y extensible

Arduino posee diferentes tipos de tarjetas como se observa en la figura 19-1, las mismas varían de acuerdo a su costo, su número de terminales I/O, por los tipos de comunicación que posee. En la tabla 2-1 se presenta la comparación entre las tarjetas Arduino más conocidas.

**Tabla 2-1:** Comparación entre placas Arduino

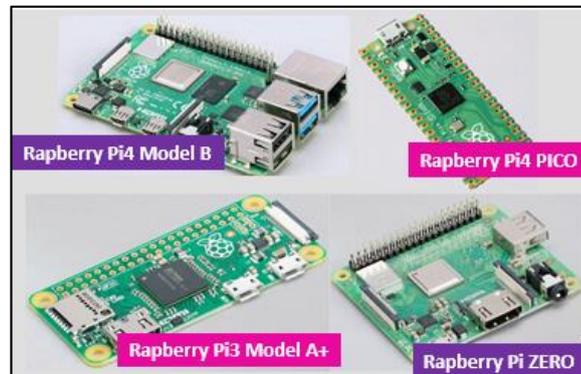
Características	Arduino MEGA 2560 RE3	Arduino UNO RE3	Arduino MICRO
<b>Microcontrolador</b>	ATmega2560	ATmega328P	ATmega32UA
<b>Voltaje de operación</b>	5v	5v	5v
<b>Voltaje de entrada</b>	7-12V	7-12V	7-12V
<b>Intensidad de corriente</b>	20 mA	20 mA	20 mA
<b>I/O Digitales</b>	54	14	20
<b>Entradas Analógicas</b>	16	6	12
<b>Memoria Flash</b>	256KB	32KB	32KB
<b>SRAM</b>	8KB	2KB	2.5KB
<b>EEPROM</b>	4KB	1KB	1KB
<b>Frecuencia de reloj</b>	16MHz	16MHz	16MHz

Fuente:(Arduino, 2021a)

Realizado por: Pilco, Eliana,2021.

### 1.4.2. Tarjeta de desarrollo RaspberryPi

Raspberry Pi un mini ordenador el cual utiliza un microprocesador ARM, que le permite realizar varias tareas al mismo tiempo, es de tamaño pequeño ligado al concepto de open source posee un amplio número de modelos como lo muestra en la figura 20-1, fue creado principalmente para la enseñanza de la programación y así entender cómo trabajan los ordenadores.(López Aldea, 2017)



**Figura 20-1:** Tarjetas Raspberry Pi  
Realizado por: Pilco, Eliana, 2021.

#### Características

- Procesador central (CPU)
- Pines digitales de entrada y salida
- Comunicación UART, SPI y I2C
- Tarjeta gráfica o GPU
- Memoria RAM
- Conector RJ45
- Puertos USB
- Salidas de audio y video
- Lector de tarjetas SD
- Puerto de alimentación microUSB de 5V

#### Ventajas de raspberry Pi

- Procesador más rápido
- Incluye conectividad ethernet, wi-fi y bluetooth
- Sistema operativo de fácil cambio

En la tabla 3-1 se muestra la comparación entre los distintos tipos de modelos raspberryPi que se encuentran en el mercado.

**Tabla 3-1:** Comparación entre modelos de Raspberry Pi

Características	Raspberry Pi2 Model B	Raspberry Pi3 Modelo B	Raspberry Pi Zero
<b>Procesador</b>	Broadcom BCM2836	Broadcom BCM2837	Broadcom BCM2835
<b>GPU</b>	VideoCore IV	VideoCore IV	VideoCore IV
<b>RAM</b>	1Gb	1Gb	512Mb
<b>USB 2.0</b>	4	4	4
<b>Salidas de Video</b>	HDMI 1.4	HDMI 1.3 y 1.4	Mini HDMI
<b>Almacenamiento</b>	Micro SD	Micro SD	Micro SD
<b>Ethernet</b>	10/100 Mps	10/100 Mps	-----
<b>Periféricos de bajo Nivel</b>	40 pines GPIO	40 pines GPIO	40 pines GPIO
<b>Alimentación</b>	5v	5v	5v
<b>Corriente</b>	800mA	2.5A	160mA
<b>Potencia</b>	4W	12.5W	0.8W

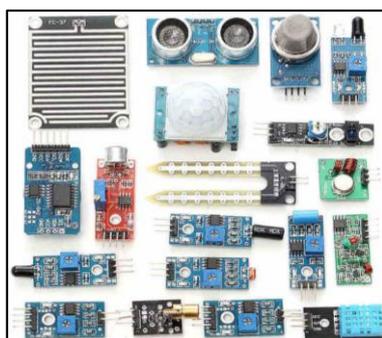
Fuente: (López Aldea, 2017)

Realizado por: Pilco, Eliana, 2021.

## 1.5. Sensores

Un sensor se trata de un dispositivo de entrada que capta magnitudes físicas y las transforma en señales eléctricas, que pueden ser digitales o analógicas siendo utilizadas en un sistema de medición. (Corona Ramírez et al, 2014, p.17)

Debido a que existe variedad de magnitudes físicas, los sensores se clasifican de acuerdo al tipo de variable a medir teniendo algunos ejemplos en la figura 21-1.



**Figura 21-1:** Tipos de Sensores  
Fuente: <https://bit.ly/3g7jolt>

### 1.5.1. *Acelerómetro*

El acelerómetro se emplea para establecer la inclinación o vibración de un objeto, se basa en una masa móvil que al percibirse de una aceleración externa ocasiona un desplazamiento proporcional al cociente entre la fuerza aplicada y su rigidez asociada. Se fundamenta en el principio de transducción piezoresistivo, piezoeléctrico o capacitivo. Los acelerómetros capacitivos son los más utilizados en la actualidad, dado que son fabricados con tecnología MEMS, el cual mide la inclinación del sistema mediante la relación de la gravedad de la tierra y el desplazamiento de la masa móvil.(Corona Ramírez et al , 2014, pp.98-99)

### 1.5.2. *Giroscopio*

El giroscopio es un tipo de sensor inercial que relaciona la rotación relativa con un voltaje. Además de ser alterado por una fuerza inercial, consiguen los efectos de las fuerzas de Coriolis que se presentan en un movimiento rotacional. Siendo la fuerza de Coriolis una combinación del movimiento rotacional y movimiento lineal.(Corona Ramírez et al, 2014, pp.104-105)

## 1.6. Módulos de comunicación GSM

Cuando se trata de tener comunicación en el exterior y no se tenga acceso a ethernet o wifi, los módulos GSM/GPRS con Sim son los más recomendados para este propósito, debido a que se comunican como si fuera un teléfono móvil, ya que permite realizar llamadas, enviar mensajes e incluso tener acceso a internet.

El sistema global para comunicaciones móviles o GSM (Global System for Mobile Communications) utiliza una velocidad baja de 9kb/s para la transmisión de voz, así como también de datos ya sean SMS o Internet. El Servicio General de Paquetes de Radio o GPRS (General

Packet Radio Service), utiliza una velocidad máxima de 171 kb/s, para la transmisión de paquetes de datos de una forma eficiente. (Prometec, 2016)

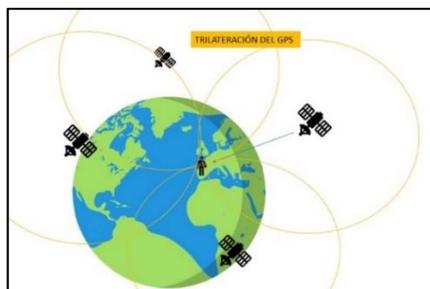
Para realizar la programación y configuración de este módulo se lo realiza por medio de UART la que utiliza comandos AT. En la figura 22-1 se aprecia los diferentes tipos de módulos GPS/GSM que existen en el mercado.



**Figura 22-1:** Módulos GSM/GPRS  
Fuente: Pilco, Eliana,2021

### 1.7. Sistema de Posicionamiento Global GPS

La tecnología GPS (Global Positioning System) permite obtener la ubicación de un objeto, para lo cual utiliza 24 satélites en órbita que transmiten a las estaciones terrestres datos de tiempo y posición, dichas estaciones obtienen la información para realizar cálculos matemáticos. El Sistema GPS brinda la información como: Latitud, Longitud, Velocidad, Rumbo, Tiempo, etc. El receptor GPS recibe la señal rastreando al menos 4 satélites, para calcular la posición por medio de la información transmitida por los satélites, luego utiliza un método matemático llamado trilateración que se observa en la figura 23-1, para que el sistema GPS funciones deben estar a la vista de 4 a 12 satélites.(Geek Factory, 2017)



**Figura 23-1:** Trilateración GPS  
Fuente: <https://bit.ly/3qY1i0u>

## 1.8. Comunicación Bluetooth (IEE 802.15)

El protocolo de comunicación bluetooth sirve para transmitir inalámbricamente datos como se observa en la figura 24-1, como fotos, música, contactos, voz, entre diferentes dispositivos a corta distancia dentro de un radio de alcance. La transmisión se realiza por ondas de radio que operan en la banda ISM de los 2,4 GHz, por lo que utiliza Redes Inalámbricas de Área Personal (WPAN). Debido a que se transfieren los datos por radiofrecuencia no es necesario la conexión mediante cables, pero deben encontrarse dentro de un radio de alcance que varía de acuerdo a la función del dispositivo. (Moes, 2014)

El alcance se clasifica de acuerdo a las siguientes clases:

- Dispositivo Clase 1. Posee un alcance de 100 metros y una potencia máxima de 100mW.
- Dispositivo Clase 2. Posee un alcance de 5-10 metros y una potencia máxima de 2,5mW.
- Dispositivo Clase 3. Posee un alcance de 1 metro y una potencia máxima de 1mW.



**Figura 24-1:** Comunicación Bluetooth

Fuente: <https://bit.ly/3hRNYGZ>

En la tabla 4-1 se tiene una clara visualización de las características pertenecientes a los distintos módulos bluetooth.

**Tabla 4-1:** Comparación entre módulos Bluetooth

Características	HC-05	HC-06	AT-09
Modo de trabajo	Maestro-esclavo	Esclavo	Maestro-esclavo
Chipset	CSR BC417	CSR BC417	CC2541
Alimentación	3.6 - 6 V	3.5 - 5 V	3.3V
Corriente de trabajo-emparejamiento	80mA	80mA	50mA
Corriente de transmisión	8mA	8mA	8.5mA
Corriente modo sleep	<1mA	<1mA	90uA
Versión de bluetooth	V 2.0+EDR	V 2.0+EDR	V4.0
Frecuencia	2.4GHz banda ISM	2.4GHz banda ISM	2.4GHz banda ISM
Modulación	GFSK	GFSK	GFSK
Alcance	10m	10m	10m

Fuente:(Solectro, 2021)

Realizado por: Pilco, Eliana,2021.

## 1.9. Dispositivos de visualización

### 1.9.1. Dispositivo de visualización TFT Nextion

La pantalla TFT Nextion (Thin Film Transistor-Liquid Crystal Display) es una HMI (Human Machine Interface) la cual permite la interacción del usuario con el dispositivo, consta de una pantalla táctil y un procesador integrado. A demás de poseer diferentes modelos como de lo aprecia en la figura 25-1, donde el usuario escoge de acuerdo a su necesidad.

Posee su propio editor de software Nextion Editor el cual permite crear interfaces de acuerdo a las necesidades del usuario. Para la comunicación utiliza un puerto serial, la pantalla Nextion es compatible con las distintas tarjetas de desarrollo. (ITEAD, 2021)



**Figura 25-1:** Pantallas Nextion  
Fuente: (ITEAD, 2018)

En la tabla 5-1 se puede visualizar la comparación de los distintos tipos de pantalla Nextion existentes.

**Tabla 5-1:** Comparación entre pantallas Nextion

Características	NX3224T0 24	NX3224T0 28	NX4024T0 32	NX4832T0 35
Tamaño	2.4"	2.8"	3.2"	3.5"
Resolución	320*240	320*240	400*240	480*320
Panel Táctil	Resistivo	Resistivo	Resistivo	Resistivo
Voltaje de entrada	5V	5V	5V	5V
Intensidad de corriente	500 mA	500 mA	500 mA	500 mA
Color	65536	65536	65536	65536
Flash (MB)	4	4	4	16
RAM (Byte)	3584	3584	3584	3584
Núcleo	ARN 7 48MHz	ARN 7 48MHz	ARN 7 48MHz	ARN 7 48MHz
Peso	62	71	75	85
Serie	IM1504160 02	IM1504160 04	IM1504160 05	IM1509180 01

Fuente:(ITEAD, 2018)

Realizado por: Pilco, Eliana,2021.

### 1.9.2. *Dispositivo de visualización LCD*

La pantalla de cristal líquido o LCD (Liquid Cristal Display) se trata de una pantalla plana con pixeles individuales, los cuales se dividen en sub pixeles de los colores RGB (Rojo, Verde, Azul). Dichas pantallas permiten visualizar letras, números, caracteres especiales, formando mensajes que el usuario desea mostrar, así como se observa en la figura 26-1.

La configuración del LCD se lo realiza a través de un microcontrolador. Existen diversos tamaños de LCD como 16x2, 20x4, 8x2, dependiendo el número de caracteres que se dese visualizar. Se puede comunicar con cualquier tarjeta de desarrollo debido a que su conexión es sencilla. (5Hertz Electrónica, 2021)



**Figura 26-1:** LCD  
Fuente: (5Hertz Electrónica, 2021)

### 1.10. *Generadores de energía*

#### 1.10.1. *Dinamo*

El dinamo es una máquina eléctrica que se basa en la Ley de Faraday, se utiliza para transformar energía mecánica en energía eléctrica en corriente continua, esto sucede por la interacción de sus principales componentes que son: la parte giratoria o rotor y la parte fija o estator, las cuales generan un flujo magnético cuando se encuentran en funcionamiento, se lo puede apreciar en la figura 27-1. Es liviano, fácil de instalar y para su utilización se requiere solamente un regulador de voltaje. (Endesa Fundación, 2021)



**Figura 27-1:** Dinamo  
Fuente: <https://bit.ly/317Q09i>

### 1.10.2. Alternador

El alternador o también llamado generador de corriente alterna, es un dispositivo electromagnético que transforma la energía mecánica en energía eléctrica, se lo aprecia en la figura 28-1. La mayoría gira a la velocidad de sincronismo, lo que quiere decir que se relaciona el número de polos que posee con la frecuencia de la fuerza electromotriz. Su funcionamiento se basa en generar un campo magnético, para lo cual se aporta una corriente de excitación en corriente continua. Dicha corriente genera el campo magnético hasta conseguir la corriente inducida, que será la corriente alterna. (Endesa Fundación, 2021)



**Figura 28-1:** Alternador  
Fuente: <https://bit.ly/3zI93uP>

### 1.10.3. Panel Solar

El panel solar que se muestra en la figura 29-1 es un conjunto de células fotovoltaicas las mismas que aprovechan la energía solar para convertirla en energía eléctrica. Generalmente están compuestos por silicio, utilizan la energía de los fotones presentes en la luz solar para hacer saltar un electrón de silicio. La suma de varios electrones genera una corriente eléctrica continua. Para generar mayor cantidad de energía eléctrica el panel debe estar dirigido directamente al sol. (Planas, 2015)



**Figura 29-1:** Panel Solar  
Fuente: <https://bit.ly/3rHoH6E>

## 1.11. Actuadores

### 1.11.1. *Motor paso a paso*

El motor paso a paso que se aprecia en la figura 30-1, es un convertidor electromecánico que permite la conversión de energía eléctrica a movimiento angular, funciona bajo el principio de un motor DC. La conmutación de este tipo de motores se logra a través de un microcontrolador o tarjeta e desarrollo, en donde se genera una secuencia de pulsos de corriente modulados los mismos que alimentan a los devanados internos del motor, por lo que no es necesario las escobillas o un conmutador mecánico.

El giro depende de las entradas de control en donde el eje motriz avanza un determinado valor en grados. (Corona Ramírez et al, 2014, p.283)



**Figura 30-1:** Motor paso a paso  
Fuente: <https://bit.ly/2URxKX2>

### 1.11.2. *Solenoid Push-Pull*

El solenoide es un tipo de imán donde el campo magnético se genera mediante el flujo de corriente eléctrica, y desaparece cuando finaliza dicha corriente. El solenoide push-pull es un tipo de solenoide lineal como se presenta en la figura 31-1, por lo que genera un movimiento de actuación en línea recta, esto quiere decir que cuando se energiza el eje se contrae y cuando se quita la energía el eje vuelve a su posición inicial con ayuda de un resorte. (Netinbag, 2020)



**Figura 31-1:** Solenoide Push-pull  
Fuente: <https://bit.ly/2WvYlt4>

### 1.11.3. Servomotor

El servo motor en su interior posee un motor con reductor de velocidad y multiplicador de fuerza, también cuenta con un circuito de control. Se lo puede apreciar en la figura 32-1, por lo general el ángulo de giro en el eje es de 180°, pero se lo puede modificar para obtener un giro libre de 360°.

Para el control del servomotor se debe aplicar un pulso de duración y frecuencia específico, dependiendo del ancho del pulso aplicado el circuito interno llevará al servomotor a la posición indicada. (Corona Ramírez et al, 2014, pp.286-287)



**Figura 32-1:** Solenoide Push-pull  
Fuente: <https://bit.ly/3x5Joup>

## 1.12. Baterías

### 1.12.1. Batería Litio-Ion

La batería Li-Ion o batería de iones de litio como se presenta en la figura 33-1, es un dispositivo creado para el almacenamiento de energía eléctrica que utiliza como electrolito una sal de litio que procura los iones necesarios para la reacción electroquímica reversible que sucede entre el cátodo y el ánodo. Estas baterías acumulan mayor carga por unidad de peso y volumen por lo que

es tiene una elevada densidad de energía, posee una descarga lineal lo que quiere decir que durante toda la descarga el voltaje de la batería varía poco haciendo que no se necesite circuitos reguladores. (Securame, 2014)



**Figura 33-1:** Batería Litio-Ion  
Fuente: <https://bit.ly/3f78Byu>

### 1.12.2. Batería LiPo

La batería de Litio y Polímero o LiPo, son recargables, están compuestas por múltiples celdas. La capacidad de la batería indica la cantidad de corriente que puede suministrar, la misma se mide en miliamperios por hora (mAh), siendo una manera de indicar la cantidad de carga medida en miliamperios que puede dar la batería durante el lapso de 1 hora antes que se descargue completamente. Su imagen se la presenta en la figura 34-1.

La tasa de descarga (C) indica con qué rapidez la batería se va a descargar de forma segura, teniendo en cuenta que la duración de la batería depende del ritmo de la descarga. (Leon, 2019)



**Figura 34-1:** Batería LiPo  
Fuente: <https://bit.ly/3C2ohwK>

## 1.13. Dispositivos de alerta

### 1.13.1. Buzzer

El buzzer o zumbador como se muestra en la figura 35-1 es un transductor que es capaz de transformar energía eléctrica en sonido, funciona con corriente directa. Está basado en el efecto piezoeléctrico de los materiales, por lo que cuando se aplica voltaje el volumen del material

cambia ligeramente. Para que el sonido sea continuo las placas deben vibrar constantemente, para ello se instala un oscilador es mismo que hace cambiar de estado una y otra vez a los materiales, cambiando así miles de veces hasta alcanzar un audio perceptible. (Ingeniería Mecafenix, 2018)



**Figura 35-1:** Buzzer  
Fuente: <https://bit.ly/3yihstE>

#### 1.14. Código de respuesta rápida o Código QR

El código de respuesta rápida o Código QR por siglas en inglés (Quick Response), ya que esta creado para que se decodifique a una alta velocidad, es un código de barras bidimensional creado en 1994. Como el resto de códigos almacena información como sitios Web, videos, documentos e información y se representa por medio de una matriz de puntos, caracterizándose por los tres cuadrados que se ubican en las esquinas para permitir la detección del código al lector. Un solo código QR podría contener hasta 7089 caracteres numéricos, 4296 caracteres alfanuméricos, 2953 bytes.

En la actualidad se los puede encontrar en folletos, revistas, carteles, publicidad, etc. Permitiendo la interacción con el usuario a través de un teléfono móvil utilizando la cámara como se observa en la figura 36-1, con una aplicación determinada se realiza el escaneo del código y así acceder a la información que se encuentra codificada. (De Diego Morillo, 2018)



**Figura 36-1:** Escaneo del código QR  
Fuente: <https://bit.ly/3zLT6nm>

### 1.15. Aplicación móvil

Una aplicación móvil o conocida también como App móvil, es un software que proporciona funcionalidad aislada y limitada, diseñado para ejecutarse en un dispositivo móvil como lo puede ser un teléfono inteligente o Tablet como se aprecia en la figura 37-1. Para la compilación de una App se debe tener en cuenta las tecnologías existentes ya que hay 3 tipos de aplicaciones móviles: aplicaciones nativas, web e híbridas.

Las aplicaciones nativas están diseñadas para un solo sistema operativo móvil, es decir que es para una plataforma o dispositivo particular. La mayoría de aplicaciones están creadas para sistemas Android o IOS. Su principal beneficio es un alto rendimiento y excelente experiencia de usuario. Las aplicaciones nativas pueden instalarse únicamente de la tienda de aplicaciones y ser instaladas directamente en los dispositivos. En cambio, las aplicaciones web utilizan navegadores para su ejecución y por lo habitual están escritas en CSS, HTML5 o JavaScript, las mismas redirigen al usuario al URL para luego ofrecer la opción de instalación de la aplicación. Las aplicaciones híbridas se crean con tecnologías web como JavaScript, CSS, HTML y funcionan básicamente como aplicaciones web disfrazadas de un contenedor nativo, Son fáciles y rápidas de desarrollar siendo un gran beneficio.(Herazo, 2020)



**Figura 37-1:** Escaneo del código QR  
Fuente: <https://bit.ly/2VlqEtH>

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO METODOLOGICO

En el siguiente capítulo se presenta todo lo necesario para el desarrollo del prototipo, incluyendo diagramas, diseños, selección de tecnologías, esquematización, programación, implementación y montaje del prototipo.

#### 2.1. Concepción general de la arquitectura del Prototipo

La concepción de la arquitectura del prototipo se la puede visualizar en la figura 1-2, la misma que consta una tarjeta de desarrollo la cual es la encargada del control general del prototipo, contiene un sensor de movimiento o vibración el mismo se encargara de alertar al usuario cuando su bicicleta sea movida de lugar, al momento que esto ocurra le llegara al dueño de la bicicleta una llamada y un mensaje de texto con la dirección donde se encuentra su bicicleta.

Para la habilitar o deshabilitar la cerradura se hace uso de una aplicación móvil que se conectará a la placa de desarrollo Arduino a través de bluetooth, la aplicación contiene la posición GPS del dispositivo a través de un mapa, al igual que un escáner de código Qr que entrega las características de la bicicleta, así como de su dueño, dicho código se encontrará ubicado estratégicamente. En caso de no poseer cerca el dispositivo móvil para habilitar la cerradura se tiene una pantalla táctil en donde permite ingresar una contraseña para abrirla, en dicha pantalla al igual que en la aplicación móvil se visualiza el nivel de energía que contiene la batería.

Para la recarga de la batería que suministra energía al prototipo se utiliza un dinamo que conjuntamente a varios elementos permiten que la batería sea recargada.



**Figura 38-2:** Concepción del prototipo  
Fuente: Pilco, Eliana,2021

## **2.2. Requerimientos del prototipo**

El Prototipo debe de cumplir con los siguientes requisitos:

- El prototipo podrá ser implementado en cualquier tipo bicicleta
- Los sensores incorporados medirán dentro de un rango determinado por el usuario.
- Tener un sistema de auto-recarga
- Emitir sonido de alerta cuando la bicicleta sea movida del lugar donde fue estacionada.
- El dispositivo GPS tendrá un rango de error de 5m-10m.
- Visualizar el nivel de carga que posee la batería
- Visualizar los datos informativos de la bicicleta mediante codificación QR.
- La interfaz de la aplicación móvil será de fácil uso para el usuario.

## **2.3. Hardware**

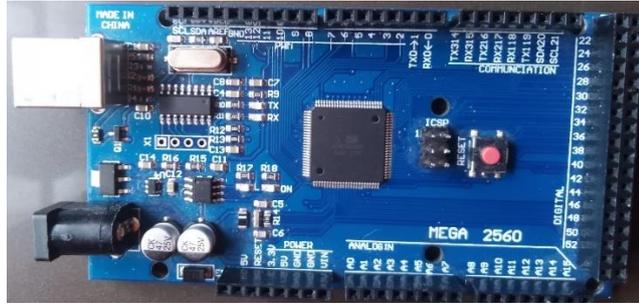
Teniendo en cuenta los requerimientos del prototipo a continuación, se detallan las principales características de los elementos que lo conforman y una breve reseña de su selección.

### **2.3.1. *Dispositivos de control***

Revisando las características de los diferentes dispositivos en el capítulo I, en base a las ventajas y bajo costo se ha optado por utilizar como tarjeta de desarrollo Arduino Mega2560 RE3 en la cual se conectarán los distintos elementos para realizar el control del prototipo. A continuación, se describe las características de dichos elementos.

#### **2.3.1.1. *Arduino Mega 2560***

Basándose en las características que requiere el prototipo se eligió a la tarjeta de desarrollo Arduino. Tras la comparación, se selecciona como tarjeta de desarrollo a la placa Arduino Mega 2560 que se muestra en la figura 2-2. Debido a la cantidad de I/O pines digitales que posee, además de la capacidad de sus memorias, la compatibilidad con los distintos dispositivos y su bajo precio, la hacen ideal para el desarrollo del prototipo. En la Tabla 1-2 se visualizan las características que posee la placa Arduino Mega2560, de igual manera en la Tabla 2-2 se indica los pines que se encuentran conectados desde la placa Arduino hasta los distintos elementos que conforman el prototipo.



**Figura 39-2:** Arduino Mega2560  
Fuente: Pilco, Eliana,2021

**Tabla 6-2:** Características de la tarjeta de desarrollo Arduino Mega

Características	
Microcontrolador	ATmega2560
Voltaje de operación	5v
Voltaje de entrada	12V
Intensidad de corriente	20 mA
I/O Digitales	54
Entradas Analógicas	16
Memoria Flash	256KB
SRAM	8KB
EEPROM	4KB
Frecuencia de reloj	16MHz

Fuente: (Arduino ,2021c)

Realizado por: Pilco, Eliana,2021

**Tabla 7-2:** Pines de conexión de los elementos al Arduino Mega

Pines	Pin del Elemento	Elemento
7	A0	
8	A1	
9	A2	
23	SCL	MPU6050
24	SDA	
25	TX_B	Bluetooth
26	RX_B	
27	TX_S	SIM808
28	RX_S	
29	TX_N	Nextion
30	RX_N	
33	Relé	Relé
35	Buzzer	Buzzer
36	GPS	SIM808
37	Batería	Led batería
38	NOSIM	Led SIM808
39	CORTE	Sensor Corte

Fuente: Propia

Realizado por: Pilco, Eliana,2021

### 2.3.1.2. Pantalla TFT Nextion

La pantalla TFT Nextion no solo funciona como un elemento de visualización, también se utiliza como un dispositivo de entrada por lo que no es necesario la utilización de un teclado adicional.

En vista de que las pantallas cuentan con características similares, para el prototipo se tomó en cuenta principalmente el tamaño, por lo que la pantalla NX3224T050 de 2.8” (pulgadas) es la correcta para la implementación del prototipo como se muestra en la Figura 3-2. También se tuvo en cuenta que la pantalla es compatible con distintas tarjetas de desarrollo. En la tabla 3-2 se observa las características de la pantalla Nextion, en la tabla 4-2 se indica los pines de conexión que posee la pantalla.



**Figura 40-2:** Pantalla TFT Nextion 2.8”  
Fuente: Pilco, Eliana,2021

**Tabla 8-2:** Características de la pantalla Nextion NX3224T050 de 2.8”

Características	
Tamaño	2.8”
Resolución	320*240
Panel Táctil	Resistivo
Voltaje de entrada	5V
Intensidad de corriente	500 mA
Color	65536
Flash (MB)	4
RAM (Byte)	3584
Núcleo	ARN 7 48MHz

Fuente:(ITEAD, 2018)

Realizado por: Pilco, Eliana,2021

**Tabla 9-2:** Pines de conexión

	Pines
1	VCC
2	TX
3	RX
4	GND

Fuente: Propia

Realizado por: Pilco, Eliana,2021

### 2.3.1.3. Sensor MPU6050 Acelerómetro y Giroscopio

Es un sensor para Arduino como se lo puede observar en la figura 4-2, posee 6 grados de libertad pues combina un acelerómetro de 3 ejes y un giroscopio de 3 ejes. Mide la aceleración, inclinación o rotación La comunicación del módulo es por I2C, esto le permite trabajar con la mayoría de microcontroladores.(HETPRO, 2014). En la tabla 5-2 se puede apreciar las características que posee el sensor, así como en la tabla 6-2 se aprecia los pines de conexión del mismo.



**Figura 41-2:** Sensor MPU6050  
Fuente: Pilco, Eliana,2021

**Tabla 10-2:** Características del Sensor MPU5060

Sensor MPU6050 Acelerómetro y Giroscopio	
Salida digital	6 ejes
Giroscopio con sensibilidad	±250
Voltaje de alimentación	5v
Corriente de operación	3.8 mA
Regulador de voltaje interno	LDO
Tolerancia de aceleración máxima	10000g

Fuente: (HETPRO, 2014)

Realizado por: Pilco, Eliana,2021

**Tabla 11-2:** Pines de conexión de Sensor

Pines	Conexión
1	VCC
2	GND
3	SCL
4	SDA
5	XDA
6	XCL
7	ADO
8	INT

Fuente: Propia

Realizado por: Pilco, Eliana,2021

### 2.3.1.4. Módulo Bluetooth

El módulo bluetooth HC-05 es fácil de comunicar con cualquier tarjeta de desarrollo, consta de 6 pines como se puede observar en la figura 5-2, permite configurarse como maestro o como esclavo. Cumple con especificaciones estándar de bluetooth 2.0 lo que permite que se pueda comunicar con celulares con sistema Android. Su configuración se realiza por medio de comandos AT.(UNITElectronics, 2016)

En las tablas 7-2 y 8-2 se visualiza las características y pines de conexión respectivamente que posee el módulo bluetooth HC-05.



**Figura 42-2:** Bluetooth HC-05  
Fuente: Pilco, Eliana,2021

**Tabla 12-2:** Características del Módulo Bluetooth HC-05

Módulo Bluetooth	
Voltaje de Operación	5 V
Corriente de trabajo o emparejamiento	80mA
Corriente de transferencia	8mA
Corriente	<1mA
Configuración	Comandos AT
Baudios por defecto	38400
Baudios soportados	1200, 2400, 4800, 9600, 19200, 38400, 57600, 115200.
Interface	Serial TTL
Frecuencia de banda	ISM 2.4GHz
Potencia de transmisión	4dBm, Clase 2
Distancia de alcance	5-10m

Fuente: (UNIT Electronics, 2016)  
Realizado por: Pilco, Eliana,2021

**Tabla 13-2:** Pines de conexión del módulo Bluetooth

Pines	Conexión
1	EN
2	VCC
3	GND
4	TX
5	RX
5	STATE

Fuente: Propia  
Realizado por: Pilco, Eliana,2021

### 2.3.1.5. Módulo SIM808 GSM/GPS

La SIM808 es un módulo que funciona como dos en uno como se lo observa en la figura 6-2, soporta GSM/GPRS de banda cuádruple y la combina con tecnología GPS para la navegación por satélite. Esto quiere decir que por medio del módulo y una tarjeta SIM se puede recibir y enviar llamadas y SMS, o conectarse a internet, también conocer la posición y longitud. El consumo de energía en modo de reposo es ultra bajo. El control del módulo se lo realiza mediante comandos AT a través de UART y es compatible con 3.3V y 5V nivel lógico. (Dualtronica, 2020)

En la tabla 9-2 se puede encontrar las características generales de la SIM808, y en las tablas 10-2 y 11-2 se visualiza las características específicas del GSM/GPRS y del GPS respectivamente.



**Figura 43-2:** SIM808  
Fuente: Pilco, Eliana,2021

**Tabla 14-2:** Características generales del módulo SIM808

SIM808	
Cuatro bandas	850/900/1800 / 1900MHz
Clases múltiples 12 GPRS conectividad	Máx. 85.6kbps.
Voltaje de alimentación	12V
Corriente de consumo	2A
Corriente en bajo consumo	80mA
Conectores para micrófono y parlantes	3.5mm
Slot	Tarjeta SIM
Conector de antena	En la placa
Controlado por comandos	AT
Dimensiones	50mm x 77mm x 15mm

Fuente:(UNIT Electronics, 2016)

Realizado por: Pilco, Eliana,2021

**Tabla 15-2:** Características GSM/GPRS del módulo

GSM/GPRS	
Llamadas de Voz	Envía y recibe
Mensajes SMS	Envía y recibe
Datos GPRS	Envía y recibe
GPRS	Estación móvil de clase B.

Fuente: (UNIT Electronics, 2016)

Realizado por: Pilco, Eliana,202

**Tabla 16-2:** Características GPS de módulo

GPS	
Canales de adquisición	66
Canales de seguimiento	22
Sensibilidad, seguimiento	-157 dBm
Arranque en frío	-144 dBm
Time-To-First-Fix: Arranque en frío	100s (típico)
Arranque en caliente	1s (típico).
Precisión	aproximadamente 2,5m

Fuente: (UNIT Electronics, 2016)

Realizado por: Pilco, Eliana,2021

**Tabla 17-2:** Pines de conexión del módulo SIM808

Pines de conexión			
1	TXD	5	RXD
2	RXD	6	TXD
3	VMCU	7	V_IN
4	GND	8	GND

Fuente: Propia

Realizado por: Pilco, Eliana,2021

#### 2.3.1.6. Buzzer

Se trata de un elemento electroacústica que genera un sonido agudo que funciona como una alarma o señal de aviso. En la figura 7-2 se visualiza al buzzer utilizado en el prototipo. En la tabla 13-2 se puede visualizar las respectivas características del elemento.



**Figura 44-2:** Buzzer

Fuente: Pilco, Eliana,2021

**Tabla 18-2:** Características del Buzzer

GPS	
Voltaje de operación	5v
Corriente de consumo	30mA
Frecuencia	2300Hz $\pm$ 500Hz
Intensidad	60dB

Fuente: (Sumador, 2021)

Realizado por: Pilco, Eliana,2021

### 2.3.2. Cerradura del dispositivo

El prototipo necesita un actuador, el cual va a funcionar a modo de cerradura, la misma que se activará o desactivará de acuerdo a las instrucciones emitidas por la tarjeta de desarrollo.

#### 2.3.2.1. Solenoide JF-0530B

El solenoide JF-0530B que se lo muestra en la figura 8-2 posee un desplazamiento lineal, donde una fuerza electromagnética mueve el embolo, esto quiere decir que cuando se energiza el embolo se contrae y cuando se quita la energía el embolo vuelve a su posición con la ayuda de un resorte (Moviltronics, 2019). En la tabla 14-2 se encuentra las características generales del Solenoide JF-05030B.

**Figura 45-2:** Solenoide JF-0530B

Fuente: Pilco, Eliana,2021

**Tabla 19-2:** Características del solenoide JF-0530B

Solenoide JF-0530B	
Tensión nominal	DC 12 V
Tipo	push pull
Corriente nominal	300mA
Potencia	3.6W
Fuerza y golpe	5N/10mm (0.51 kg)
Tamaño del cuerpo	30x16x15mm
Tamaño de barra de émbolo	6x58mm
Diámetro del agujero de montaje	2.5mm
Material	metal, piezas electrónicas

Fuente:(Moviltronics, 2019)

Realizado por: Pilco, Eliana,2021

### 2.3.2.2. Módulo de Relé

El módulo Relé que se puede observar en la figura 9-2, permite el control de encendido o apagado de un dispositivo, puede manejar cargas de hasta 250V/10A, dado que posee un aislamiento eléctrico a través de un opto acoplador y un led el mismo que indica en qué estado se encuentra. Trabaja con cualquier tipo de tarjeta de desarrollo, en donde sí se envía un “0” lógico (0 voltios) se activa la salida normalmente abierta, y se desactiva con un “1” lógico (5 voltios). (Monarca Electrónica, 2021). En la tabla 15-2 se indica las características que posee el módulo de relé.



**Figura 46-2:** Módulo de relé  
**Fuente:** Pilco, Eliana,2021

**Tabla 20-2:** Características del módulo de relé

Módulo de Relé	
Voltaje de Operación	5V DC
Señal de Control	TTL (3.3V o 5V)
Canales	2 (independientes protegidos con optoacopladores)
Capacidad máx	10A/250VAC, 10A/30VDC
Corriente de salida máx	10A (NO), 5A (NC)
Tiempo de acción	10 ms / 5 ms
Para activar salida NO	0 Voltios
Corriente de activación del relé	15 mA ~ 20 mA

**Fuente:** (Monarca Electrónica, 2021)

**Realizado por:** Pilco, Eliana,2021

### 2.3.3. Autonomía Energética del Prototipo

Tras conocer los elementos que conforman el prototipo, se procede a realizar el dimensionamiento de la batería que dará energía al prototipo y su autonomía, para ello se toma en cuenta el consumo de energía de cada elemento como se lo puede observar en la tabla 16-2.

**Tabla 21-2:** Alimentación de los dispositivos del prototipo

Dispositivo	Voltaje (V)	Corriente (A)
Arduino MEGA 2560	12	20 mA
Pantalla Nextion	5	500mA
Sensor MPU6050	5	3.8mA
Módulo Sim808	12	2A
Módulo Bluetooth	5	50mA
Solenoid	12	300mA
<b>TOTAL</b>		<b>2873.8 mA</b>

Fuente: Propia

Realizado por: Pilco, Eliana,2021

### 2.3.3.1. Batería de Litio y polímero (LiPo)

Para la elección de la batería se analizó el consumo de corriente que se lo encuentra en la tabla 16-2. Y dado que el primer capítulo se conoció distintos tipos de baterías en el mercado, la batería que mejor se acopla al prototipo es la batería LiPo como se la puede observar en la figura 10-2, posee una corriente de 3000mAh con un voltaje de 11.1v y una tasa de descarga de 15C dichos datos se los visualiza en la tabla 17-2.



**Figura 47-2:** Batería LIPO

Fuente: Pilco, Eliana,2021

**Tabla 22-2:** Características del módulo de relé

Batería de Litio y polímero (LiPo)	
Capacidad	3000mAh
Voltaje	11,1V
Descarga	15C
Conector de carga	JST-XH
Conector de descarga	XT-60
	Mayor Ciclo de vida

Fuente: (HobbyKing, 2021)

Realizado por: Pilco, Eliana,2021

### 2.3.3.2. Tiempo de Autonomía

Para conocer el tiempo de autonomía se utiliza las corrientes de los elementos del prototipo como se observa en la ecuación (1-2), a continuación, se debe tener en cuenta que tanto la Sim808 no todo el tiempo consumen la corriente indicada, ya que cuando se encuentra en bajo consumo la Sim808 consume 80mA, el solenoide mientras no sea accionado no consume corriente, obtenido este resultado se procede a calcular la autonomía del prototipo mediante la ecuación (2-2), conociendo esto se tiene:

$$I_{total} = I_{mega} + I_{nex} + I_{mpu} + I_{blu} + I_{sim} \quad \text{Ec. (1-2)}$$

$$I_{total} = 20mA + 500mA + 3,8mA + 50mA + 80mA$$

$$I_{total} = 653.8mA$$

$$Autonomía = \frac{I_{bateria}}{I_{total}} \quad \text{Ec. (2-2)}$$

$$Autonomía = \frac{3000mAh}{653.8mA}$$

$$Autonomía = 4.59 h$$

### 2.3.4. Generación de energía

La carga de la batería se la realiza a través de un dínamo, utilizando así la energía mecánica que es generada por la bicicleta. Adicional a esto se utiliza un panel solar, dichos elementos en conjunto cargarán la batería por medio de una placa de carga para LiPo.

#### 2.3.4.1. Dínamo

El dinamo es un elemento que genera energía eléctrica a partir de energía mecánica, obteniendo dicha energía a partir del rotor, la parte giratoria del dinamo, que es impulsada por la rueda de la bicicleta al hacer contacto con la misma. El dinamo de bicicleta teóricamente entrega energía DC, pero en la realidad el dinamo de bicicleta es un alternador por lo que la energía generada es AC. En la figura 11-2 se puede observar el dinamo. Las características del mismo se las encuentra en la tabla 18-2.



**Figura 48-2:** Dinamo  
**Fuente:** Pilco, Eliana,2021

**Tabla 23-2:** Características del dínamo

Dinamo	
Salida de voltaje mínimo	12V
Salida de voltaje máximo	24V
Potencia	6W
Potencia	3.6W
Corriente generada	0,5 <sup>a</sup>
Peso	650g

**Fuente:** (Banggood, 2016)  
**Realizado por:** Pilco, Eliana,2021

#### 2.3.4.2. Panel Solar

Para complementar el proceso de carga de la batería se hizo uso del panel solar, por lo que permite la conversión de energía solar en electricidad teniendo las características del mismo en la tabla 19-2, en la figura 12-2 se puede observar el panel solar a utilizar.(BUYCBN, 2021)



**Figura 49-2:** Panel solar  
**Fuente:** Pilco, Eliana,2021

**Tabla 24-2:** Características del panel solar

Panel Solar	
Voltaje de salida	12V
Corriente de salida	125mA
Potencia	1.5W
Tamaño	115*90*3 mm
Peso	53g
Voltaje de cortocircuito	13.5V
Corriente de cortocircuito	150mA

Fuente: (BUYCBN, 2021)

Realizado por: Pilco, Eliana, 2021

### 2.3.5. Transformación y regulación de energía

Debido a que el dinamo de bicicleta genera un voltaje Ac, se necesita transformar a voltaje DC por lo que para ello se utilizara un puente rectificador que conjunto a un regulador de voltaje entregara el a voltaje requerido para la carga de batería.

#### 2.3.5.1. Puente Rectificador de onda completa

El puente rectificador es un componente electrónico que permite transformar una entrada de corriente alterna (ac) en una salida de corriente continua(dc). Está formado por 4 diodos, diseñado para que su tamaño sea mínimo, máxima fiabilidad y alto rendimiento térmico, las características del mismo se las observa en la tabla 20-2 y el dispositivo se lo puede observar en la figura 13-2.(RS, 2021)



**Figura 50-2:** Puente rectificador

Fuente: Pilco, Eliana, 2021

**Tabla 25-2:** Características del rectificador de onda

<b>Puente Rectificador de onda completa</b>	
Tensión repetitiva inversa de pico	50V
Corriente directa media de pico	3A
Tipo de encapsulado	D 72
Temperatura de funcionamiento máx	+150°C
Temperatura de funcionamiento min	-40 °C
Tensión directa de pico	1.1V
Corriente Inversa de Pico	10mA

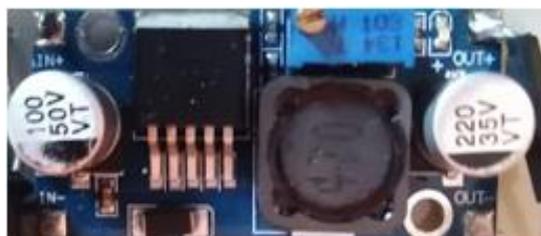
Fuente: (RS, 2021)

Realizado por: Pilco, Eliana,2021

### 2.3.5.2. Módulo regulador de voltaje LM2596

El módulo LM2596 que se muestra en la figura 14-2 es un convertidor de voltaje DC-DC de 3 A con una salida que se ajusta. Toma un voltaje de entrada que puede ser hasta 40 voltios y regresan un voltaje de salida que ha sido regulado por un potenciómetro de alta precisión. (TECmicro, 2021)

En la tabla 21-2 se tiene las características del regulador LM2596.



**Figura 51-2:** Regulador de voltaje LM2596

Fuente: Pilco, Eliana,2021

**Tabla 26-2:** Características del regulador LM2596

<b>Módulo regulador de voltaje LM2596</b>	
Voltaje de entrada	4.5V- 40V
Voltaje de salida	12V
Frecuencia de conmutación	150kHz
Corriente de salida	2A nominal, 3A máx.
Regulación de carga	± 0.5%
Regulación de voltaje	± 2.5%
Ondulación de salida	30 mA (máximo)
Regulación de carga	± 0.5%
Regulación de voltaje	± 2.5%

Fuente: (RS, 2021)

Realizado por: Pilco, Eliana,2021

### 2.3.5.3. Módulo regulador de voltaje MP1584

Es un regulador MP1584 como se muestra en la figura 15-2, es un regulador step down o buck, el cual permite convertir voltajes DC a Dc. Proporciona un voltaje de salida constante que es inferior al voltaje de entrada independientemente de las variaciones de voltaje de entrada o carga. El voltaje de salida se lo ajusta mediante un potenciómetro integrado al dispositivo.(UNIT Electronics, 2016). En la tabla 22-2 se encuentran las características que posee el regulador MP1584.



**Figura 52-2:** Regulador MP1584  
**Fuente:** Pilco, Eliana,2021

**Tabla 27-2:** Características del regulador MP1584

<b>Módulo regulador de voltaje MP1584</b>	
Tipo	Regulador Buck
Serie	MP2307
Voltaje de entrada	12V
Voltaje de salida	5V
Potencia de salida Máximo	84 W
Corriente de salida	3 A máx
Eficiencia de conversión	96%
Voltaje de rizo a la salida	±30mV
Frecuencia de conmutación programable	de 100kHz a 1.5 MHz
Dimensiones	22 mm x 17 mm x 3.8 mm

**Fuente:** (UNIT Electronics, 2016)

**Realizado por:** Pilco, Eliana,2021

### 2.3.6. Carga de Batería

Para la carga de la batería, se utiliza el voltaje generado por el dinamo o el panel solar, al ser el voltaje obtenido por el dinamo pasa a través de un puente rectificador, conectando su salida a un regulador de voltaje, donde ya obtenido el voltaje requerido es enviado a una placa.

### 2.3.6.1. Cargador balanceador de LiPo

El cargador Balanceador LiPo turnigy que se lo observa en la figura 16-2, es utilizado para las baterías LiPo de 2 o 3S, siendo alimentado por cualquier salida que posea 12V y cargas a 800Ma. Se carga a través del conector JST-XH.(AV Electronics, 2021)

En la tabla 23-2 se tiene las características generales del Cargador balanceador de LiPo.



**Figura 53-2:** Cargador balanceador de LIPO  
Fuente: Pilco, Eliana,2021

**Tabla 28-2:** Características del cargador balanceador de LiPo

Cargador balanceador de LiPo	
	Protección de carga inteligente.
Voltaje de entrada	11 ~ 14V.
Voltaje de salida	8,4 ~ 12,6 V DC.
Corriente de salida	800mA (Max).
Dimensiones	74x50x25mm
Peso	46g.

Fuente: (AV Electronics, 2021)  
Realizado por: Pilco, Eliana,2021

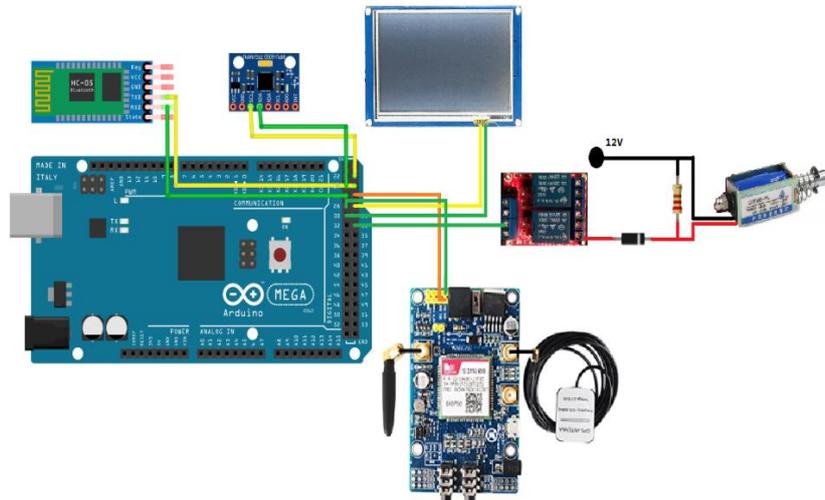
## 2.4. Esquema de conexión de los elementos

Una vez seleccionado los dispositivos electrónicos los cuales integrarán el prototipo, la conexión de cada uno se realizó en el programa Fritzing, un entorno amigable y accesible en el cual se puede diseñar y realizar diagramas de circuitos impresos.

### 2.4.1. Esquema de conexión de los elementos que conforman el prototipo

En la figura 16-2 se puede observar el esquema de conexión de los distintos dispositivos que van a conformar el prototipo, donde el arduino Mega cumple la función de controlador principal el

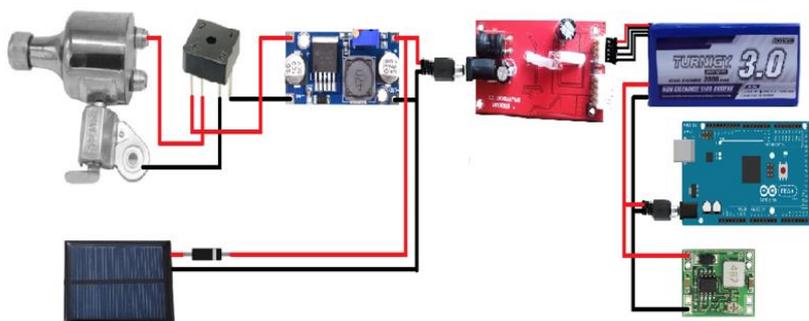
mismo que recepta los datos que son enviados por el resto de elementos. Los pines de conexión de la placa arduino con los dispositivos se visualizan en la tabla 2-2 mencionada anteriormente.



**Figura 54-2:** Esquema de conexión del prototipo  
Fuente: Pilco, Eliana,2021

#### 2.4.2. Esquema de conexión de la alimentación y generación de energía

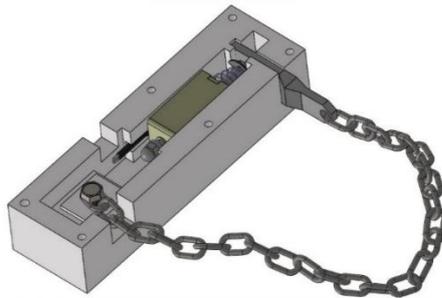
Para la carga de la batería se lo realiza a través de generación de energía por un dinamo, mismo que entrega voltaje AC, por lo que debe utilizar un rectificador de onda, mismo que entregara voltaje DC, este voltaje se lo suministra al regulador LM2596 el cual entrega 12v hacia el cargador de batería LiPo, el que está conectado a dicha batería. De manera paralela se encuentra conectado el panel solar que entrega energía a la placa para la carga de la LiPo. La Batería LiPo suministra energía hacia el arduino, la sim808, solenoide y el regulador MP1584, dicho regulador entrega energía a los elementos que son alimentados con 5v.



**Figura 55-2:** Esquema de conexión del prototipo  
Fuente: Pilco, Eliana,2021

### 2.4.3. *Diseño cobertura de la cerradura*

Para la realización de la cobertura de la cerradura se utiliza el software solidworks. Para el diseño se tiene en cuenta que debe caber el solenoide de manera que funcione correctamente, es decir que cuando la cerradura sea activada el pistón del solenoide se contraiga para que la cadena pueda ingresar de manera que luego de cerrar la cerradura el pistón del solenoide regrese a su posición amical sin ninguna interrupción. Como se observa en la 18-2 la cerradura posea una cadena, la misma está hecha de cable de acero de ¼. La cobertura es una impresión en 3D.

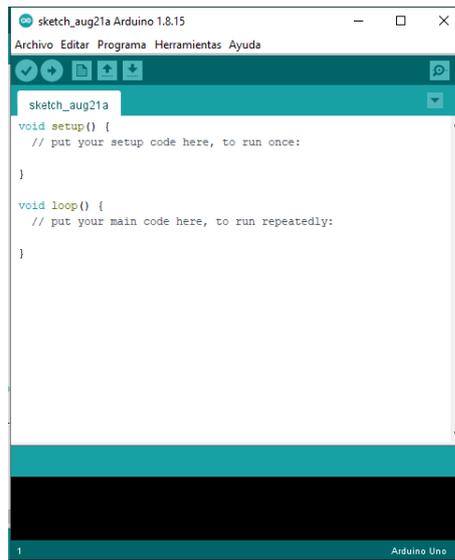


**Figura 56-2:** Diseño de la cerradura  
Fuente: Pilco, Eliana,2021

## 2.5. Software

### 2.5.1. *Arduino IDE*

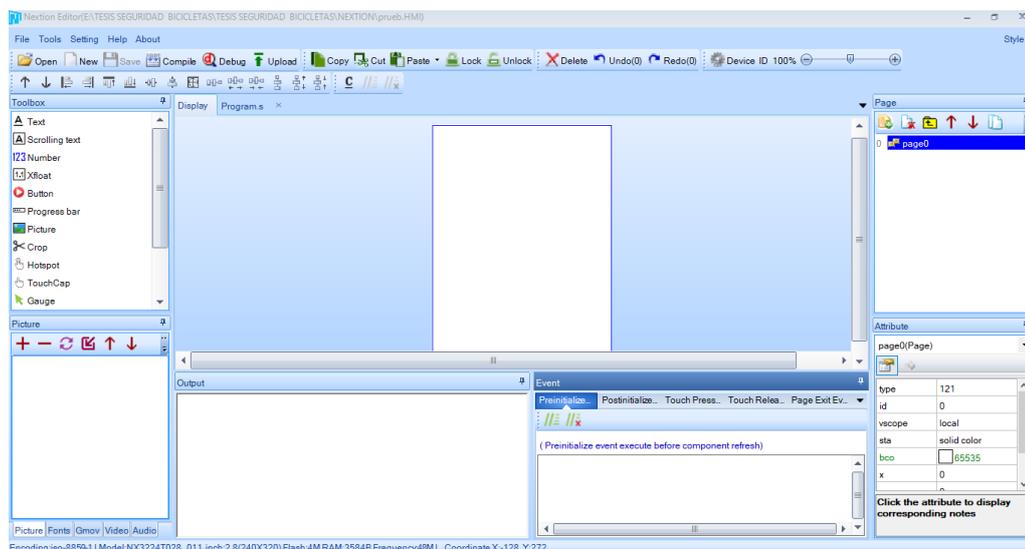
La plataforma Arduino IDE que se muestra en la figura 17-2 es un entorno de desarrollo integrado o IDE, es un editor de código abierto que permite crear instrucciones que luego serán compiladas para búsqueda de errores, una vez listas serán transferidas a la placa Arduino. Este entorno permite instalar diferentes librerías para que así dispositivos de diferentes marcas sean compatibles con Arduino.



**Figura 57-2:** Software Arduino IDE  
**Fuente:** Pilco, Eliana,2021

### 2.5.2. *Nextion Editor*

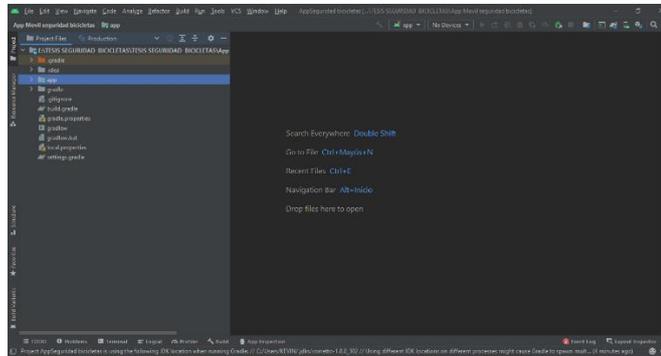
Nextion Editor es un software para crear interfaces graficas en las pantallas Nextion, el software permite crear interfaces de una manera rápida y sencilla, contiene elementos como botones, textos, sliders, entre muchos más lo que facilita su uso al usuario. En la figura 18-2 se puede apreciar el entorno grafico del software.



**Figura 58-2:** Software Nextion Editor  
**Fuente:** Pilco, Eliana,2021

### 2.5.3. *Android Studio*

Android Studio es un software creado para la realización de aplicaciones móviles para el sistema operativo Android. Basado en IntelliJ IDEA posee un editor potente para la realización de códigos y un sin número de funciones que generan una mejor productividad al desarrollar la aplicación.(developers, 2021). En la figura 19-2 se observa el entorno gráfico de Android Studio.



**Figura 59-2:** Software Android Studio  
Fuente: Pilco, Eliana,2021

## 2.6. Programación del software del prototipo

### 2.6.1. *Programación del control principal del dispositivo*

Para el control del prototipo se realiza su respectiva programación en arduino, se empieza declarando las librerías necesarias como se observa en la figura 20-2, para utilizar funciones de la memoria EEPROM, modulo sim 808, acelerómetro, comunicación i2c, filtrado de datos, pantalla Nextion. Dado que se utiliza elementos que necesitan librerías que no posee arduino se las deben añadir.

```
PROGRAMACION3_MEGA Arduino 1.8.13
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda
PROGRAMACION3_MEGA
//////////////////////////////////////DEFINICIÓN DE LIBRERÍAS
#include <EEPROM.h> //LIBRERÍA MEMORIA EEPROM
#include <DFRobot_sim808.h> //LIBRERÍA MÓDULO GSM/GPS
#include <MPU6050_tockn.h> //LIBRERÍA ACELERÓMETRO
#include <Wire.h> //LIBRERÍA COMUNICACIÓN I2C
#include "MedianFilterLib.h" //LIBRERÍA PARA FILTRO DE DATOS
#include <Nextion.h> //LIBRERÍA PARA PANTALLA NEXTION
//////////////////////////////////////
```

**Figura 60-2:** Definición de librerías  
Fuente: Pilco, Eliana,2021

Las librerías utilizadas en el programa son las siguientes:

- **EEPROM.h:** Permite mantener los datos en la placa cuando ya se encuentra apagada, en la memoria se puede leer o escribir valores según se desee.(Arduino, 2021)
- **sim808.h:** Facilita la comunicación con la sim808 permitiendo el acceso a varias funciones como HTTP(s), envío de mensaje, llamadas y posicionamiento GPS.(Arduino, 2021)
- **MPU6050\_tockn.h:** Librería que facilita la comunicación con el sensor MPU6050, obteniendo datos de aceleración, ángulo y giro.(Arduino, 2021)
- **Wire.h:** Permite la comunicación con dispositivos I2C. (Arduino, 2019)
- **MedianFilterLib.h:** Implementa un filtro de media móvil, en donde almacena los N ultimo elementos d una ventana y calcula su media. (LLamas, 2017)
- **Nextion.h:** La librería Nextion permite al arduino comunicarse de una manera más sencilla con las pantallas Nextion.(Nextion Team, 2017)

Una vez definidas las librerías se debe definir las principales variables y puertos de comunicación. Se establece el puerto de comunicaión serial denominado *Serial3* para la conexion de la pantalla nextion y se determina la velocidad de transmisión.

```
PROGRAMACION3_MEGA
////////////////////////////////////DEFINICIÓN DE VARIABLES Y PUERTOS DE COMUNICACIÓN
#define nextionbb Serial3          //DEFINICIÓN DE PUERTO SERIAL 3 PARA PANTALLA NEXTION

MedianFilter<float> medianFilter1(50); //
MedianFilter<float> medianFilter2(50); //

Nextion myNextion(nextionbb, 9600);    //create a Nextion object named myNextion using the nextion serial port @ 9600bps
```

**Figura 61-2:** Puerto Serial Nextion

Fuente: Pilco, Eliana,2021

Se definen variables y se asignan pines de salida para led encendido, salida de rele, encendido sim, para buzzer, para led indicador de señal GPS, batería y sim. Además, se define una entrada para sensor de corte.

```
#define LED          13          //DEFINICIÓN VARIABLE PARA LED ENCENDIDO
#define rele        2           //DEFINICIÓN VARIABLE PARA SALIDA RELE
#define moc         3           //DEFINICIÓN VARIABLE PARA MOC ENCENDIDO SIM
#define buzzer      4           //DEFINICIÓN VARIABLE PARA BUZZER
#define ledgps      5           //DEFINICIÓN VARIABLE PARA LED SEÑAL GPS
#define ledBateria  6           //DEFINICIÓN VARIABLE PARA LED INDICADOR BATERIA
#define lednoSim    7           //DEFINICIÓN VARIABLE PARA LED ESTADO SIM
#define sensorCorte 8           //DEFINICIÓN VARIABLE PARA SENSOR CORTE
//#define medidor    A3
```

**Figura 62-2:** Definición de variables

Fuente: Pilco, Eliana,2021

Se establece el puerto de comunicación serial denominado *Serial2* para la conexión del módulo sim y se determina la velocidad de transmisión, se definen variables para el sistema de comunicación y posicionamiento para el envío de mensaje y realización de llamadas, variables de posicionamiento para el sistema GPS.

```
char *PHONE_NUMBER = "+593983133440"; //DEFINICIÓN NUMERO TELEFÓNICO
#define numeroMuestras 30

DFRobot_SIM808 sim808(&Serial2); //DEFINICIÓN DE PUERTO SERIAL 2 PARA MODULO SIM (CONECTAR RX, TX, PWR)

String msg = ""; //DEFINICIÓN VARIABLE PARA SMS
String latitud = "0.000000"; //DEFINICIÓN VARIABLE PARA LATITUD
String longitud = "0.000000"; //DEFINICIÓN VARIABLE PARA LONGITUD
```

**Figura 63-2:** Puerto Serial SIM808

Fuente: Pilco, Eliana,2021

Se establecen variables para la definición de coordenadas X, Y, Z del acelerómetro.

```
float coordenadaXguardada = 1.00; //VARIABLES DE POSICIÓN PARA EL ACELERÓMETRO
float coordenadaYguardada = 1.00;
float coordenadaZguardada = 1.00;
```

**Figura 64-2:** Definición variables acelerómetro

Fuente: Pilco, Eliana,2021

Así también se definen variables para establecer los niveles de voltaje de la batería.

```
boolean bateria0 = false; //VARIABLES NIVELES DE BATERÍA
boolean bateria25 = false;
boolean bateria50 = false;
boolean bateria75 = false;
boolean bateria100 = false;
float nivelBateria = 0.00;
float filtro2 = 0.00;
```

**Figura 65-2:** Variables niveles de batería

Fuente: Pilco, Eliana,2021

Además, se declaran algunas variables auxiliares que serán usadas dentro de funciones definidas a lo largo del desarrollo del código.

## FUNCIÓN VOID SETUP

Se establece e inicia la conexión con los dispositivos por los puertos de comunicación serial.

Se definen los pines como entrada o salida y se establece el estado inicial de cada pin.

```

//////////////////////////////////////INICIALIZACIÓN DE VARIABLES, PINES, PUERTOS DE COMUNICACION Y FUNCIONES
void setup() {

  Serial.begin(9600);           //INICIALIZACIÓN DEL MONITOR SERIAL
  Serial1.begin(9600);         //INICIALIZACIÓN DEL PUERTO SERIAL DEL MÓDULO SIM
  Serial2.begin(9600);         //INICIALIZACIÓN DEL PUERTO SERIAL DE LA PANTALLA NEXTION
  myNextion.init();           //INICIALIZACIÓN DE LA PANTALLA NEXTION

  pinMode(buzzer, OUTPUT);    //DEFINICIÓN DE PINES COMO ENTRADA O SALIDA
  pinMode(rele, OUTPUT);
  pinMode(ledgps, OUTPUT);
  pinMode(moc, OUTPUT);
  pinMode(ledBateria, OUTPUT);
  pinMode(lednoSim, OUTPUT);
  pinMode(sensorCorte, INPUT_PULLUP);

  digitalWrite(buzzer, LOW);  //DEFINICIÓN DE ESTADO DE LOS PINES DE ENTRADA Y SALIDA
  digitalWrite(rele, LOW);
  digitalWrite(ledgps, LOW);
  digitalWrite(moc, LOW);
  digitalWrite(ledBateria, LOW);
  digitalWrite(lednoSim, HIGH);
}

```

**Figura 66-2:** Declaración de variables, puertos seriales  
Fuente: Pilco, Eliana,2021

## INICIALIZACIÓN DEL MÓDULO SIM (ENCENDIDO)

Se crea una estructura de repetición *while* que mientras el modulo SIM no se haya iniciado (encendido), se va a mantener dentro de esta estructura de repetición hasta que el modulo se encienda. El led indicador *lednoSim* inicia encendido.

Dentro de la estructura, el puerto *Serial1* devuelve un valor que, si no cumple con la condición *if*, en el monitor serial se imprime el mensaje “*Sim808 init error*” y se inicia un contador de encendido que compara si el módulo SIM está encendido o no. Si el módulo sim se encuentra apagado, se activa la salida *moc* por 2 segundos para encender el modulo sim. Una vez encendido el módulo sim, en el monitor serial se imprime el mensaje “*Sim808 Listo*”, y pasa a la siguiente secuencia del código.

```

while (!sim808.init()) {           //INICIALIZACIÓN DE MÓDULO SIM (ENCENDIDO)
  //delay(1000);
  if (Serial1.available() > 0)
  {
    char valor = Serial1.read();
    Serial.println(valor);

    if (valor == 'p')
    {
      tono(4);
      digitalWrite(moc, HIGH);
      delay(2000);
      digitalWrite(moc, LOW);
    }
  }
  Serial.print("Sim808 init error\r\n");
  contadorEncendido++;
  if (contadorEncendido >= 1) {
    if (encenderSIM == false) {
      digitalWrite(moc, HIGH);
      delay(2000);
      digitalWrite(moc, LOW);
      encenderSIM = true;
    }
  }
}
digitalWrite(lednoSim, LOW);
Serial.println("Sim808 Listo");
Serial2.print("AT+CGNSPWR=1\r\n");

```

**Figura 67-2:** Encendido SIM808  
Fuente: Pilco, Eliana,2021

## INICIALIZACION DE COMUNICACIÓN I2C PARA ACELEROMETRO

Se inicializa la comunicacion i2c para recibir los valores que envia el acelerometro.

```
Wire.begin(); //INICIALIZACIÓN DE COMUNICACIÓN I2C ACELERÓMETRO
mpu6050.begin();
mpu6050.calcGyroOffsets(true);
```

**Figura 68-2:** Comunicación I2C Acelerómetro

Fuente: Pilco, Eliana,2021

## LECTURA DE NUMERO CELULAR Y ALMACENAMIENTO EN VARIABLE

Se realiza la lectura del numero celular guardado en la memoria EEPROM y se guarda en una nueva variable para poder utilizar para el envio de mensajes y realizacion de llamadas.

```
//writeStringToEEPROM(0, "Hello Arduino"); //LECTURA DE NUMERO CELULAR Y ALMACENAMIENTO EN VARIABLE
retrievedStringNUMERO = readStringFromEEPROM(5);
Serial.println("");
PHONE_NUMBER = retrievedStringNUMERO.c_str();
Serial.println("El numero de telefono actual es: "+retrievedStringNUMERO);
Serial.println("Su extension es: " + String(retrievedStringNUMERO.length()));
String strNumero = String(PHONE_NUMBER);
Serial.println("El numero PHONE de telefono actual es: "+strNumero);
Serial.println("Su extension es: " + String(strNumero.length()));
tone(3);
```

**Figura 69-2:** Almacenamiento número de teléfono

Fuente: Pilco, Eliana,2021

## FUNCIÓN VOID LOOP

### ENVIO Y RECEPCIÓN DE DATOS EN LA NEXTION

Para la activación de la cerradura mediante la pantalla Nextion, se recibe los datos enviados por la pantalla, que puede ser “bien” o “mal”, se cuenta el número de veces que se recibe la palabra “mal”, en caso de ser 3 veces se activa la alarma sonando el buzzer con *Tono1* y el usuario recibe una llamada por parte del dispositivo.

```

PROGRAMACION3_MEGA$
if (message != "") {
  tono(4);
  Serial.println(message);
  if (message == "bien"){
    bateria0 = false;
    bateria25 = false;
    bateria50 = false;
    bateria75 = false;
    bateria100 = false;
    calcularDatoBateria();
    tono(3);
    contadorClaveMal = 0;
    digitalWrite(rele, HIGH);
    delay(3000);
    digitalWrite(rele, LOW);}

  if (message == "mal") {
    bateria0 = false;
    bateria25 = false;
    bateria50 = false;
    bateria75 = false;
    bateria100 = false;
    calcularDatoBateria();
    tono(6);
    contadorClaveMal++;
    if (contadorClaveMal >= 3) {
      tono(1);
      tono(1);}
}
}

```

**Figura 70-2:** Envío y Recepción datos Nextion  
**Fuente:** Pilco, Eliana,2021

## ACCTIVACIÓN DE ALARMA POR CORTE

Mediante un estructura de selección *if* se lee el estado en el que se encuentra el sensor de corte, cuando el estado se *false* el sensor cambia de estado a verdadero y activa la alarma de aviso que será el *tono1* y envía un mensaje de texto y realiza una llamada al usuario para dar aviso de lo sucedido.

```

estadoSensorCorte = digitalRead(sensorCorte); //ACTIVACIÓN DE ALARMA POR CORTE DE CABLE
if (estadoSensorCorte) {
  if (siCortado == false) {
    siCortado = true;
    //tono(1);
    tono(1);
    tono(1);
    tono(1);
    Serial.println("CABLE CORTADO LLAMANDO");
    sim808.sendSMS(PHONE_NUMBER, "CORTARON EL CANDADO");
    Serial.println("Llamando");
    //*****Call specified number*****
    sim808.callUp(PHONE_NUMBER);
    delay(12000);
    Serial2.println("ATH");
    Serial.println("Fin de llamada");
    siCortado = false;
  }
}
}

```

**Figura 71-2:** Activación alarma por sensor de corte  
**Fuente:** Pilco, Eliana,2021

Para la transmisión de datos entre la placa arduino y la aplicación móvil se lo realiza por medio de comunicación bluetooth. Una vez la conexión este hecha los datos serán divididos de acuerdo a caracteres recibido:

- “a”: recibe de la app instrucción de activar relé
- “c”: recibe de la app instrucción de desactivar relé
- “y”: envía app instrucción que la cerradura esta activada
- “x”: avisa a la app que la cerradura esta desactivada
- “h”: guarda los valores del mpu6050 x/y/z
- “g”: guarda los valores del GPS latitud/longitud
- “t”: recibe de la app nuevo número de teléfono
- “A”: envía app datos del mpu6050
- “B”: envía app porcentaje de la batería
- “D”: envía app si hay señal GPS
- “F”: envía app si no hay señal GPS

```

/*****
 * BLUETOOTH -----
 *****/
if (Serial1.available() > 0)
{
  String valor = Serial1.readString();
  Serial.println(valor);
  if (valor == "c"){
    tono(4);
    digitalWrite(rele, LOW);
    digitalWrite(LED, HIGH);}

  if (valor == "a"){
    tono(4);
    digitalWrite(rele, HIGH);
    digitalWrite(LED, LOW);}

  if (valor == "p") {
    tono(4);
    boolean estadoRele = digitalRead(rele);
    if (estadoRele) {
      Serial1.write("y"); }
    else {
      Serial1.write("x"); }
    digitalWrite(LED, HIGH); }

  if (valor == "g") { // guardar coordenadas acelerometro
    tono(4);

```

**Figura 72-2:** Datos de envío bluetooth

Fuente: Pilco, Eliana,2021

Luego de activar la cerradura se activa la alarma, en caso de haber movimiento una vez la alarma activada, envía un mensaje de texto con las coordenadas donde se ubica la bicicleta y realiza una llamada al usuario. En la figura 34-2 se observa el código del mensaje a ser enviado, así como de la llamada telefónica.

```
String smstxt = "ALERTA, movimiento sospechoso en bicicleta. http://seguridadbicicletas.com/coordenadas/" + latitud + "/" + longitud;

Serial.println(smstxt);
char charMensaje[200];
smstxt.toCharArray(charMensaje, 200);
sim808.sendSMS(PHONE_NUMBER, charMensaje);
contadorMovimiento = 0;
appAcelerometroBoton = false;
coordenadaXguardada=0;
coordenadaYguardada=0;
coordenadaZguardada=0;

Serial.println("Llamando");
//*****Call specified number*****
sim808.callUp(PHONE_NUMBER);

delay(12000);
Serial2.println("ATH");
Serial.println("Fin de llamada");
```

**Figura 73-2:** Envió de mensaje por alerta de movimiento  
Fuente: Pilco, Eliana,2021

### 2.6.2. Programación de la pantalla Nextion

En el software Nextion Editor se realiza la interfaz por medio de la cual se va a ingresar la contraseña para la activación de la cerradura. En la figura 35-2 se observa interfaz que será cargada en la pantalla Nextion.



**Figura 74-2:** Interfaz de contraseña  
Fuente: Pilco, Eliana,2021

Al digitar un número en la pantalla, realiza una comparación para saber si el número digitado es el correcto, en caso de serlo envía al controlador la palabra "bien", caso contrario envía "mal". En la figura 36-2 se observa la comparación del número digitado.

```

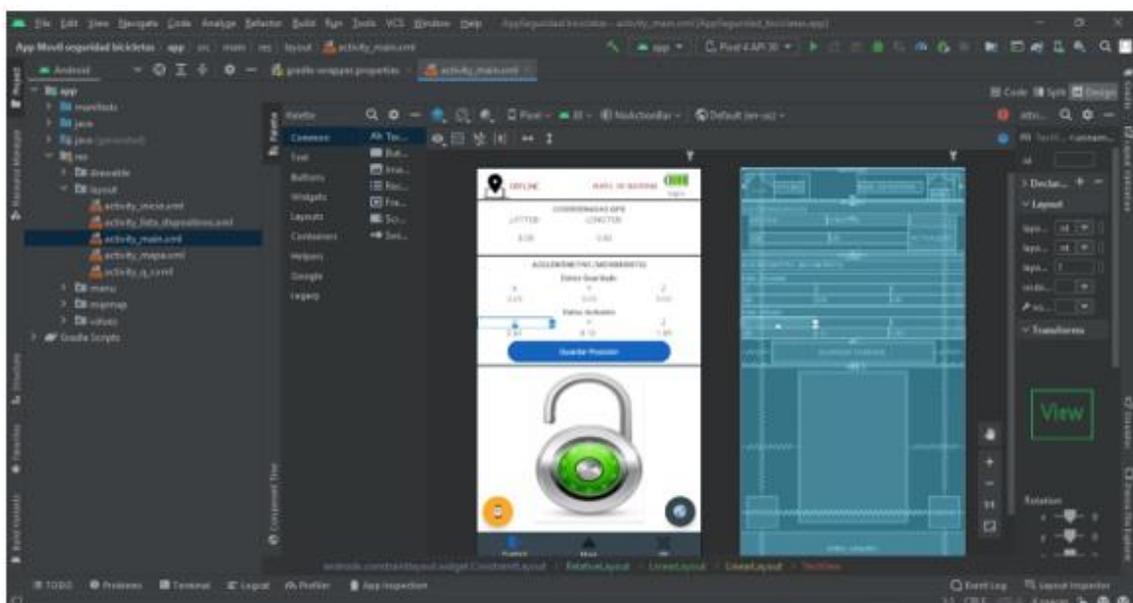
 Send Component ID
va0.txt=va0.txt+"1"
va1.val=va1.val+1
if(va1.val==1){
    q0.picc=1
}else if(va1.val==2){
    q1.picc=1
}else if(va1.val==3){
    q2.picc=1
}else if(va1.val==4){
    q3.picc=1
}
if(va1.val==4){
    if(va0.txt==code.txt){
        print "bien"
        page 0
        code.txt=""
        va0.txt=""
        q0.picc=0
        q1.picc=0
        q2.picc=0
        q3.picc=0
    }else{
        print "mal"
        page 0
        va0.txt=""
        va1.val=0
        q0.picc=0
    }
}

```

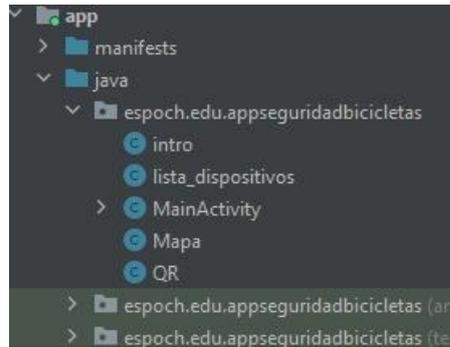
**Figura 75-2:** Interfaz de contraseña  
**Fuente:** Pilco, Eliana,2021

### 2.6.3. Programación del control principal del dispositivo

Para crear la aplicación móvil se empieza con la parte gráfica como se observa en la figura 37-2, dicha interfaz se crea en un fichero XML que se encuentra los layout que se observa en la figura 38-2, para la aplicación se crea 5 ficheros XML. De la misma manera se crea fragmentos activity que llevan el mismo nombre que los ficheros XML como se observa en la figura 38-2, ya que se referencia los layout en los activity.

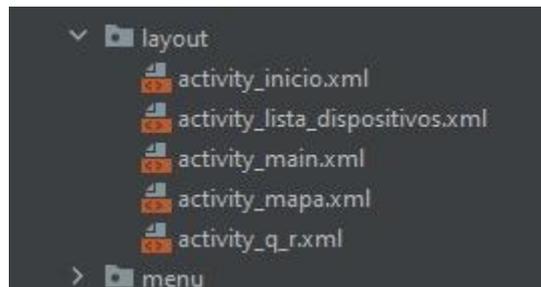


**Figura 76-2:** Interfaz gráfica de la aplicación móvil  
**Fuente:** Pilco, Eliana,2021



**Figura 77-2:** Ficheros layout

Fuente: Pilco, Eliana,2021



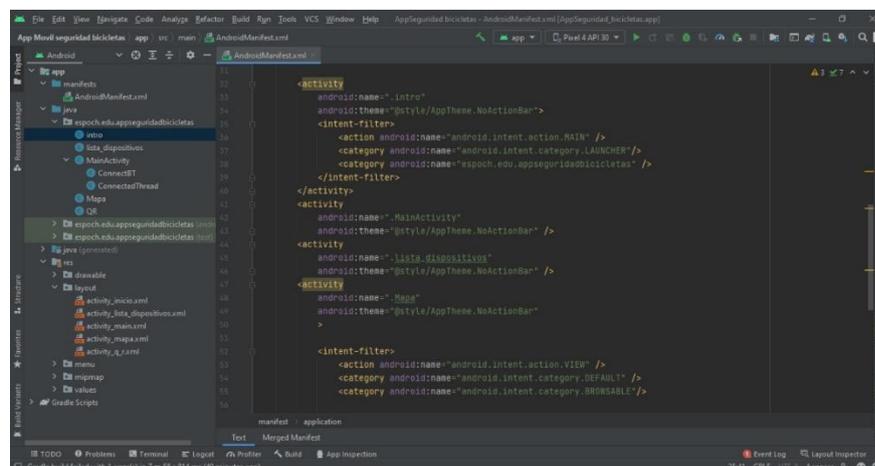
**Figura 78-2:** Fragmentos activity

Fuente: Pilco, Eliana,2021

Al igual que arduino Android Studio posee librerías propias, pero si no hay alguna que sea necesaria se la debe de agregar. Por lo que se agrega las siguientes librerías:

- **Mapbox Maps:** es una librería que permite crear mapas.(mapbox, 2021)
- **Zxing:** Es una librería que permite la lectura de código como los Qr. (parzibyte, 2019)

La aplicación tiene un archivo manifest el cual contiene la información general para que funcione la aplicación, el código de este archivo se lo puede visualizar en la figura 40-2.

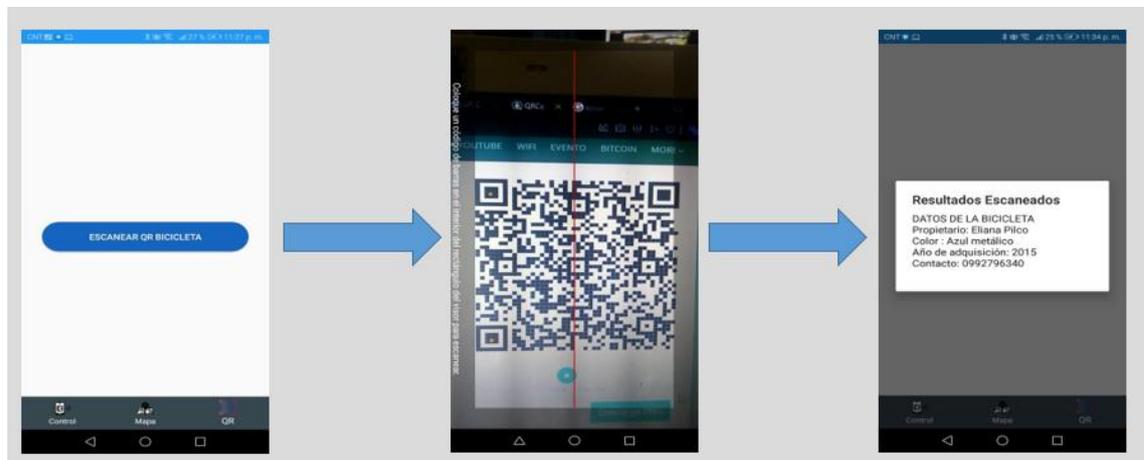


**Figura 79-2:** Archivo manifest

Fuente: Pilco, Eliana,2021

#### 2.6.4. Código Qr

El código Qr contiene las características de la bicicleta como color, año de adquisición, datos del dueño como nombre, número de teléfono. Para la lectura del código se utiliza la aplicación móvil, la cual contiene la opción de lector Qr. Al proceder a escanear aparecen los datos ya mencionados como se observa en la figura 41-2.



**Figura 80-2:** Escáner código Qr  
Fuente: Pilco, Eliana, 2021

## CAPÍTULO III

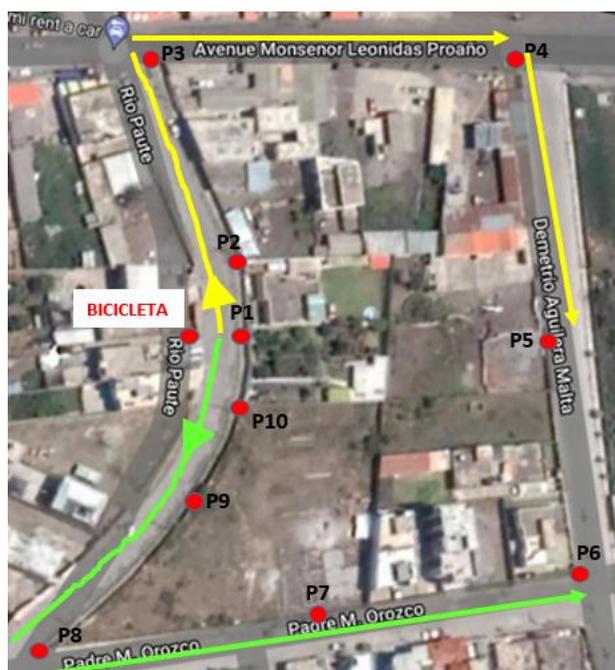
### 3. VALIDACIÓN DEL PROTOTIPO

A continuación, se presenta las pruebas realizadas al prototipo respecto al sistema GPS, sistema de comunicación GSM, sistema de alarma y sistema de bloqueo, así como los resultados obtenidos en dichas pruebas. Para determinar la eficacia del prototipo se hace uso de herramientas estadísticas que corroboren la validez de los resultados.

#### 3.1. Evaluación del Funcionamiento del prototipo

##### 3.1.1. Prueba de funcionamiento exactitud del sistema GPS

Esta prueba se realiza durante diferentes horas del día, en las cuales se determina la exactitud del sistema GPS. Para esta prueba, se toma como referencia medidas reales de distancias obtenidas por mediciones realizadas con una cinta métrica alrededor de la manzana. En la figura 1-3 se observa el croquis con los puntos tomados como referencia para realizar la prueba. Las flechas de colores indican el sentido que se toma para realizar las medidas, tanto las reales como las del GPS.



**Figura 81-3:** Croquis con los puntos  
Fuente: Pilco, Eliana, 2021

En la tabla 1-3 se observa la prueba de exactitud realizada a las 8:00 de la mañana. En la tabla 2-3 se observa la prueba de exactitud realizada a las 12:00 de la mañana. En la tabla 3-3 se observa la prueba de exactitud realizada a las 3:00 de la tarde. En la tabla 4-3 se observa la prueba de exactitud realizada a las 7:00 de la noche.

**Tabla 29-3:** Prueba de exactitud realizada a las 8:00 a.m.

Prueba	Datos Medidos (m)	Datos GPS (m)	Diferencia (m)
1	10,70	9	0,30
2	25	20	5
3	65	60	5
4	168	170	2
5	228	235	7
6	221	220	1
7	161	170	9
8	89	98	9
9	44	40	4
10	14	20	4

Fuente: Propia

Realizado por: Pilco, Eliana,2021.

**Tabla 30-3:** Prueba de exactitud realizada a las 12:00 p.m.

Prueba	Datos Medidos (m)	Datos GPS (m)	Diferencia (m)
1	10,70	6	4,7
2	25	30	5
3	65	70	5
4	168	176	8
5	228	238	10
6	221	220	1
7	161	160	1
8	89	80	9
9	44	35	9
10	14	10	4

Fuente: Propia

Realizado por: Pilco, Eliana,2021.

**Tabla 31-3:** Prueba de exactitud realizada a las 3:00 p.m.

Prueba	Datos Medidos (m)	Datos GPS (m)	Diferencia (m)
1	10,70	11	0,30
2	25	20	5
3	65	70	5
4	168	170	2
5	228	235	7
6	221	220	1
7	161	160	1
8	89	80	9
9	44	40	4
10	14	10	4

Fuente: Propia

Realizado por: Pilco, Eliana,2021.

**Tabla 32-3:** Prueba de exactitud realizada a las 7:00 p.m.

Prueba	Datos Medidos (m)	Datos GPS (m)	Diferencia (m)
1	10,70	7	3,70
2	25	20	5
3	65	70	5
4	168	170	2
5	228	225	3
6	221	230	9
7	161	160	1
8	89	80	9
9	44	40	4
10	14	20	6

Fuente: Propia

Realizado por: Pilco, Eliana,2021.

Con los resultados obtenidos luego de realizar las pruebas de exactitud del sistema GPS en diferentes horarios, se obtiene un promedio de la diferencia entre datos reales y los datos obtenidos del GPS.

$$Prom = \frac{\sum \text{muestras}}{\text{Total de muestras}} \quad \text{Ec. (1-3)}$$

Aplicando la ecuación 1-3 en los resultados obtenidos en las diferentes horas del día, se obtiene la tabla 5-3 que se la muestra a continuación.

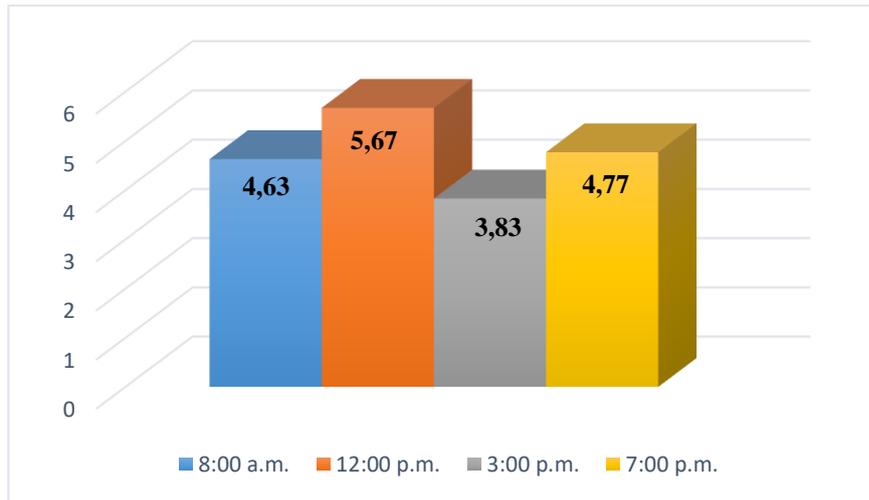
**Tabla 33-3:** Resultado del margen de error en la precisión del GPS

Hora del día	Error del sistema (m)
8:00 a.m.	4,63
12:00 p.m.	5,67
3:00 p.m.	3,83
7:00 p.m.	4,77

Fuente: Propia

Realizado por: Pilco, Eliana,2021.

Obteniendo el margen de error del sistema GPS en las distintas horas del día, mediante un análisis mostrado en el gráfico 1-4 se deduce que la hora del día donde el prototipo muestra mayor exactitud es las 3:00 p.m.



**Gráfico 1-3:** Resultado del margen de error en la precisión del GPS

Fuente: Propia

Realizado por: Pilco, Eliana, 2021.

Dado que, en uno de los requerimientos del prototipo plantea que el sistema GPS debe tener un rango de error de [5-10]m, se toma todas las 40 muestras obtenidas durante el día y por medio de la ecuación 2-3 se calcula el porcentaje de aciertos obtenidos, es decir el porcentaje de muestras que cumplen con el rango de error establecido. Obteniendo así un porcentaje de aciertos con respecto al sistema GPS.

$$P(a) = \frac{|a|}{|\Omega|} * 100 \quad \text{Ec. (2-3)}$$

Donde:

P(a): Porcentaje de aciertos obtenidos

|a|: número de casos favorables

|\Omega|: número de casos posibles

$$P(a) = \frac{40}{40} * 100$$

$$P(a) = 100\%$$

Obtenido el resultado del porcentaje de muestras que están dentro del rango estipulado, se concluye que el sistema GPS cumple con un porcentaje del 100% con respecto al requerimiento establecido.

### 3.1.2. Prueba de funcionamiento y respuesta del prototipo ante detección de movimiento

Se puso a prueba al prototipo bajo tres situaciones para probar el sistema de alarma. En la tabla 6-3 se muestran los resultados de la primera situación que corresponde a la activación de la alarma ante un golpe o choque accidental contra la bicicleta. En la tabla 7-3 se muestran los resultados de la segunda situación que corresponde a la activación de la alarma ante el levantamiento vertical de la bicicleta en su misma posición. En la tabla 8-3 se muestran los resultados de la tercera situación que corresponde a la activación de la alarma ante el desplazamiento de la bicicleta desde su posición inicial a una nueva posición. Para el registro de datos se usaron los marcadores 1 y 0. el marcador “1” indica detección de movimiento, mientras que el marcador “0” indica que no se ha detectado movimiento.

**Tabla 34-3:** Resultado por golpe o choque accidental.

Prueba	Movimiento por golpe accidental
1	0
2	0
3	0
4	0
5	0
6	0
7	0
8	0
9	0
10	0
<b>Total Aciertos</b>	0
<b>Total Fallas</b>	10

Fuente: Propia

Realizado por: Pilco, Eliana, 2021.

**Tabla 35-3:** Resultados ante levantamiento vertical en la misma posición

Prueba	Movimiento por levantamiento vertical
1	1
2	1
3	1
4	1
5	1
6	1
7	1
8	1
9	1
10	1
<b>Total Aciertos</b>	10
<b>Total Fallas</b>	0

Fuente: Propia

Realizado por: Pilco, Eliana, 2021.

**Tabla 36-3:** Resultados ante el desplazamiento de un lugar inicial a otro.

Prueba	Movimiento por desplazamiento
1	1
2	1
3	1
4	1
5	1
6	1
7	1
8	1
9	1
10	1
<b>Total Aciertos</b>	10
<b>Total Fallas</b>	0

Fuente: Propia  
Realizado por: Pilco, Eliana, 2021.

Con los datos obtenidos anteriormente en las pruebas de funcionamiento y respuesta del prototipo ante detección de movimiento y sus respectivos casos, se calcula el porcentaje de resultados positivos de acuerdo utilizando la ecuación 2-3.

Se analizará caso por caso, por lo que se tiene lo siguiente:

a) caso de choque o golpe accidental

$$P(a) = \frac{0}{10} * 100$$

$$P(a) = 0\%$$

De lo anterior se puede deducir que la alarma del prototipo al tener un porcentaje de aciertos igual a cero no va a encender y esto se debe a que el golpe que tenga la bicicleta será leve.

b) Ante levantamiento vertical en la misma posición

$$P(a) = \frac{10}{10} * 100$$

$$P(a) = 100\%$$

En este segundo caso, al tener un 100% de aciertos se puede corroborar que la alarma se encenderá debido que el prototipo de seguridad es levantado verticalmente de su posición inicial.

c) Ante el desplazamiento de un lugar inicial a otro.

$$P(a) = \frac{10}{10} * 100$$

$$P(a) = 100\%$$

Para este último caso se obtuvo un 100% de resultados favorables mediante el cual se puede concluir que la alarma se prenderá y esto se debe a que las bicicletas junto a su prototipo han sido movidos del lugar inicial donde se encontraba.

### 3.1.3. Prueba de funcionamiento de apertura y cierre de cerradura

El sistema de bloqueo permite la apertura y cierre de la cerradura en base a dos métodos, a través de la aplicación móvil y por medio del ingreso de clave por una pantalla táctil. En la tabla 9-3 se muestra los resultados obtenidos de la apertura y cierre de la cerradura utilizando la aplicación móvil, A demás se visualiza los resultados obtenidos de la apertura y cierre de la cerradura ingresando la clave en la pantalla táctil. Para el registro de datos se usaron los marcadores 1 y 0. el marcador "1" indica éxito en la apertura de la cerradura, mientras que el marcador "0" indica falla en la apertura de la cerradura.

**Tabla 37-3:** Resultados de la prueba de apertura y cierre de la cerradura.

Prueba	Apertura y cierre por medio de aplicación móvil	Apertura y cierre por ingreso de clave en pantalla táctil
1	1	1
2	1	1
3	1	1
4	1	1
5	1	1
6	1	1
7	1	1
8	1	1
9	1	1
10	1	1
11	1	1
12	1	1
13	1	1
14	1	1
15	1	1
16	0	1
17	1	1
18	1	1

19	1	1
20	1	1
21	1	1
22	1	1
23	1	1
24	1	1
25	1	1
26	1	1
27	1	1
28	1	1
29	1	1
30	1	1
31	1	1
32	0	1
33	1	1
34	1	1
35	1	1
36	1	1
37	1	1
38	1	1
39	1	1
40	1	1
<b>Total Aciertos</b>	38	40
<b>Total Fallas</b>	2	0

Fuente: Propia  
Realizado por: Pilco, Eliana,2021.

Utilizando la ecuación 2-3 para analizar el porcentaje de aciertos obtenidos en la prueba y así calcular la efectividad del prototipo ante el cierre y la apertura de la cerradura por medio de la aplicación móvil o por medio del ingreso de contraseña.

**Tabla 38-3:** Porcentaje de aciertos de la apertura de la cerradura

Apertura de la cerradura	P(a)
Por medio de aplicación móvil	95%
Por medio de ingreso de contraseña	100%

Fuente: Propia  
Realizado por: Pilco, Eliana,2021.

En la tabla 10-3 se muestra el porcentaje de aciertos que tiene el prototipo con respecto a la apertura y cierre de la cerradura utilizando la aplicación móvil, así como el ingreso de la contraseña por medio de una pantalla táctil. Obteniendo el 95% de eficiencia cuando se ocupa la aplicación en comparación al 100% obtenido al ingresar la contraseña.

### 3.1.4. Prueba de tiempo en el envío de mensajes y llamadas

Para esta prueba se toma en consideración el tiempo que corre desde la detección de movimiento hasta la recepción del mensaje y la llamada. Dicha prueba fue realizada durante diferentes horas del día.

En la tabla 9-3 se muestran los datos obtenidos a las 8:00 de la mañana. En la tabla 10-3 se visualizan los datos registrados a las 12:00 de la mañana. En la tabla 11-3 se observa los datos adquiridos a las 3:00 de la tarde. En la tabla 12-3 se muestran datos obtenidos a las 7:00 de la noche.

**Tabla 39-3:** Resultados del tiempo de recepción de mensaje y llamada a las 8:00 a.m.

Prueba	Tiempo de recepción de mensaje en segundos	Tiempo de recepción de llamada en segundos
1	14	16
2	10	13
3	18	19
4	20	16
5	19	17
6	20	17
7	19	16
8	20	15
9	19	17
10	14	17

Fuente: Propia

Realizado por: Pilco, Eliana,2021.

**Tabla 40-3:** Resultados del tiempo de recepción de mensaje y llamada a las 12:00 p.m.

Prueba	Tiempo de recepción de mensaje en segundos	Tiempo de recepción de llamada en segundos
1	16	20
2	15	17
3	13	16
4	11	14
5	13	15
6	11	14
7	11	13
8	11	14
9	11	12
10	11	13

Fuente: Propia

Realizado por: Pilco, Eliana,2021.

**Tabla 41-3:** Resultados del tiempo de recepción de mensaje y llamada a las 3:00 p.m.

Prueba	Tiempo de recepción de mensaje en segundos	Tiempo de recepción de llamada en segundos
1	13	15
2	11	14
3	10	13
4	13	14
5	12	13
6	10	12
7	18	21
8	11	12
9	10	12
10	11	13

Fuente: Propia

Realizado por: Pilco, Eliana,2021.

**Tabla 42-3:** Resultados del tiempo de recepción de mensaje y llamada a las 7:00 p.m.

Prueba	Tiempo de recepción de mensaje en segundos	Tiempo de recepción de llamada en segundos
1	11	15
2	10	15
3	9	14
4	13	15
5	9	17
6	8	13
7	10	13
8	10	14
9	11	16
10	10	14

Fuente: Propia

Realizado por: Pilco, Eliana,2021.

Registradas las muestras se utiliza la ecuación 2-3, para la obtención del promedio del tiempo que se demora en la recepción de mensajes, así como de llamadas en distintos horarios del día

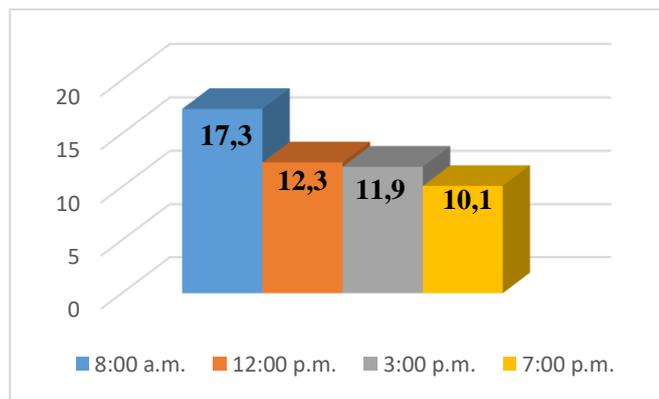
Una vez aplicada la ecuación 3-3 se obtiene la tabla 12-3 donde se visualiza los resultados de los promedios de los tiempos de demora en la recepción de mensajes y llamadas.

**Tabla 43-3:** Resultado promedio de tiempo de recepción de mensajes y llamadas

Hora del día	Promedio recepción mensajes (segundos)	Promedio recepción llamada (segundos)
8:00 a.m.	17,3	16,3
12:00 p.m.	12,3	14,8
3:00 p.m.	11,9	13,9
7:00 p.m.	10,1	14,6

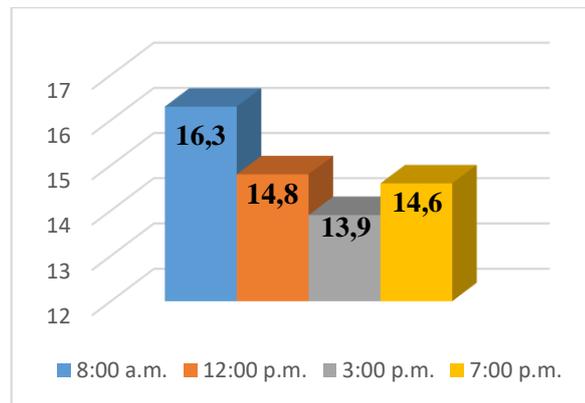
Fuente: Propia  
Realizado por: Pilco, Eliana,2021.

Una vez obtenidos los promedios se realiza los gráficos para realizar el respectivo análisis.



**Gráfico 2-3:** Promedio de tiempo en recepción de mensaje

Fuente: Propia  
Realizado por: Pilco, Eliana,2021.



**Gráfico 3-3:** Promedio de tiempo en recepción de llamadas

Fuente: Propia  
Realizado por: Pilco, Eliana,2021.

Visualizando el gráfico 2-3 se tiene que el menor tiempo de recepción de mensajes de alerta es 10,1 (s) que corresponde al horario de 7:00 p.m. Y el horario donde la entrada de llamadas tiene un menor promedio de tiempo de espera es a las 3:00 p.m. donde se demora 13,9(s) en llegar la

llamada de aviso al usuario que se observa en el gráfico 3-3. Utilizando la ecuación 2-3 se puede establecer el porcentaje de aciertos en la recepción de mensaje y llamadas, es decir si el prototipo envía mensajes y realiza llamadas correctamente. Para ellos se toma las 40 muestras tomadas durante el día.

$$P(a) = \frac{40}{40} * 100$$

$$P(a) = 100\%$$

Adquiriendo como resultado un porcentaje del 100% en la recepción de mensajes como de llamadas.

### 3.1.5. Eficiencia del prototipo

Para medir la eficiencia del prototipo de una forma general se utiliza la ecuación 3-3, donde se utiliza los resultados de los porcentajes de aciertos obtenidos en las diferentes pruebas realizadas al prototipo. Exceptuando la prueba de movimiento por golpe accidental ya que este aspecto no está considerado en la implementación del prototipo, debido a que debe de existir un tiempo 5 segundos de movimiento continuo para que el buzzer suene, se realice la llamada y el envío del mensaje de aviso.

**Tabla 44-3:** Porcentaje de aciertos en las diferentes pruebas

Prueba	P(a) %
Exactitud del sistema GPS	100%
Detección de movimiento ante levantamiento vertical	100%
Detección de movimiento ante desplazamiento de lugar	100%
Apertura y cierre de cerradura por aplicación móvil	95%
Apertura y cierre de cerradura por ingreso de contraseña	100%
Tiempo de recepción de mensajes y llamadas	100%

Fuente: Propia

Realizado por: Pilco, Eliana, 2021.

$$Eficiencia = \frac{\sum P(a)}{Total\ de\ pruebas} \quad Ec. (3-3)$$

$$Eficiencia = 99,17\%$$

El promedio de eficiencia es de un 99,17% este quiere decir que el prototipo cumple con los requerimientos que han sido planteados.

## CAPÍTULO IV

### 4. EVALUACIÓN ECONÓMICA

En el siguiente capítulo se refiere al análisis de costos de los elementos que conforman el prototipo, con la finalidad de conocer el precio final del prototipo.

#### 4.1. Análisis de costos

En la tabla 4-1 se puede observar con detalle el valor de los elementos utilizados en la realización del prototipo.

**Tabla 45-4:** Análisis de costos del prototipo.

Cantidad	Detalle	Valor Total
1	Arduino MEGA2560	\$15,00
1	Pantalla Nextion 2,8"	\$32,00
1	Módulo SIM808	\$30,00
1	Sensor MPU5060	\$4,00
1	Solenoide 12V	\$9,00
1	Módulo Relé	\$3,00
1	Regulador LM2590	\$3,00
1	Regulador MP1584	\$2,00
1	Batería LiPo 11,1V	\$35,00
1	Cargador Balanceador LiPo	\$15,00
1	Panel Solar	\$13,00
1	Accesorios	\$25,00
<b>TOTAL</b>		<b>\$183,00</b>

Fuente: Propia

Realizado por: Pilco, Eliana, 2021.

#### 4.2. Análisis de costos

El prototipo electrónico de seguridad para bicicletas ofrece una gran seguridad para el usuario a diferencia de otros dispositivos que presentan uno o dos características que ofrece el prototipo. Cabe recalcar que dispositivos de seguridad inteligentes mencionados en el capítulo I aún no se encuentran en el mercado, por lo que se encuentran como propuestas a la espera de patrocinadores para poder ser comercializados.

En la tabla anterior 1-4 se visualiza el total de costo que tiene el prototipo, esto hablando en dólares. Para poder hacer una comparación de costos el dispositivo que mejor se asemeja al prototipo es Lock8, teniendo un precio como referencia de \$150,00 aún no se encuentra en a la venta. Tomando en cuenta esto el dispositivo que ya se encuentra comercialmente es Sherlock es mismo que posee un precio de venta de \$198,79 dólares.

**Tabla 46-4:** Comparación de costos.

Dispositivo	Valor
Prototipo	\$183,00
Sherlock	\$198,79

Fuente: Propia

Realizado por: Pilco, Eliana, 2021.

Teniendo en cuenta los servicios que ofrece Sherlock como es un GPS que funciona a través de una aplicación móvil, y teniendo en cuenta todos los servicios que ofrece el prototipo, comparando los precios que se encuentra en la tabla 2-4 se visualiza que el prototipo posee un bajo costo a un dispositivo comercial teniendo en cuenta todos los beneficios que ofrece el prototipo, pudiendo mencionar algunos a continuación:

- Un sistema de auto-recarga, el cual permite que el prototipo genere energía y su batería siga cargándose mientras el usuario hace uso de su bicicleta.
- Acceso a la apertura y cierre de la cerradura del dispositivo por medio de una pantalla táctil.
- Notificación por medio de llamada y mensaje de texto cuando su dispositivo sea movido de su ubicación.
- Alarma de aviso cuando la bicicleta sea movida de lugar.

## CONCLUSIONES

- Se implementó el prototipo electrónico de seguridad para bicicleta considerando todos los requerimientos planteados en el proyecto con un alto nivel de satisfacción.
- Debido a que el prototipo debe ser implementado en la bicicleta y no intervenir en su uso, se implementó en una caja de 20x15 cm, que se coloca en el cuadro de bicicleta, entre el tubo del asiento y tubo superior.
- La cerradura de la bicicleta se la colocó entre la vaina superior y la abrazadera que conecta al cuadro con la tija del sillín, de manera que el cable que posee la cerradura pueda ser colocado por medio de la llanta trasera cuando se estacione la bicicleta.
- Al mover la bicicleta accidentalmente por un choque o un golpe, no se activa la alarma, ya que estos accidentes ocurren con frecuencia por lo que la alarma sonaría a cada momento y se enviarían los mensajes de aviso de igual manera, acabando muy rápido el saldo ingresado.
- La precisión del GPS como la recepción de mensajes depende de la hora del día en la que se emite la señal, siendo a las 3:00 p.m. la hora en la que se evidencia que existe menor margen de error en la precisión del GPS siendo un valor aproximado de 3,83m.
- A partir de las pruebas realizadas se determinó que el prototipo electrónico de seguridad para bicicletas posee un porcentaje de eficiencia del 99,17%.
- El prototipo implementado tiene una diferencia económica de 7,94% respecto a un dispositivo comercial. Pero posee ventajas como su auto recarga, ingreso de contraseña por pantalla táctil, envío de mensajes de alerta y llamada.

## RECOMENDACIONES

- A medida que aparezcan nuevas tecnologías de menor dimensión, el prototipo reducirá su tamaño haciéndolo más compacto, pero su valor económico podría elevarse.
- Estar al pendiente del saldo cargado en el chip de la Sim808, ya que si se termina no se enviarán los mensajes de aviso, por lo que el prototipo no funcionará como debería.
- Vigilar el voltaje de la batería, ya que, al no haber un suficiente voltaje ciertos dispositivos no funcionarán correctamente.
- Para futuras investigaciones relacionadas a este trabajo de titulación, se recomienda dotar de internet al sistema, ya que así se podrá obtener una precisión más exacta de la ubicación de la bicicleta.
- Para la carga de batería del dispositivo se debería buscar un elemento que sea pequeño y que genere energía renovable, para complementar al dinamo en la generación de energía.

## **GLOSARIO**

**Android:** Android es el nombre de un sistema operativo que se emplea en dispositivos móviles, por lo general con pantalla táctil.(Pérez Porto & Marino, 2021)

**Codificación:** Es el proceso que convierte una determinada información en símbolo es con el fin de ser transmitida, y ser entendida por el receptor.(EcuRed, 2021)

**Devanado:** Enrollamiento de alambre magneto en un núcleo, produce variaciones de corriente a través de la inducción electromagnética. Generalmente consiste en varias vueltas de alambre distribuidas en una o más capas. (Glosarios.servidor, 2020)

**EEPROM:** Memoria de sólo lectura programable y borrable eléctricamente.(Glosarios. Servidor. 2019)

**Electrolito:** Es la sustancia que, disuelta en agua, hace que la disolución sea conductora de la electricidad(Glosarios. Servidor, 2018).

**IDE:** Entorno de desarrollo integrado, es un software para el diseño de aplicaciones que combina herramientas del desarrollador comunes en una sola interfaz gráfica de usuario.(RedHat, 2021)

**Piezoeléctrico:** Efecto que poseen varios sensores para generar una carga eléctrica cuando se ejerce una presión externa sobre los mismos. (Corona Ramírez et al, 2014,p.7)

**Prototipo:** Ejemplar original o primer molde en que se fabrica una figura u otra cosa.(Real Academia Española, 2020)

**Trilateración:** mide las distancias de la ubicación transmitida por los satélites GPS para determinar con mayor precisión la posición en que se encuentra.(El blog de franz, 2021)

**UART:** (Universal Asynchronous Receiver/Transmitter), es un circuito integrado que controla el puerto de comunicaciones serie.(Glosarios. Servidor, 2020)

## BIBLIOGRAFÍA

**SHERTZ ELECTRÓNICA.** *Introducción a las LCD.* [en línea], 2021. [Consulta: 20 marzo 2021]. Disponible en: [https://www.5hertz.com/index.php?route=tutoriales/tutorial&tutorial\\_id=9](https://www.5hertz.com/index.php?route=tutoriales/tutorial&tutorial_id=9).

**ARDUINO.** *Arduino - Wire.* [en línea], 2019. [Consulta: 24 agosto 2021]. Disponible en: <https://www.arduino.cc/en/reference/wire>.

**ARDUINO.** *Arduino - Compare.* [en línea], 2021. [Consulta: 24 agosto 2021]. Disponible en: <https://www.arduino.cc/en/Products/Compare>.

**ARDUINO.** *Arduino - EEPROM.* [en línea], 2021. [Consulta: 24 agosto 2021]. Disponible en: <https://www.arduino.cc/en/Reference/EEPROM>.

**ARDUINO.** *Arduino - Home.* [en línea], 2021. [Consulta: 20 marzo 2021]. Disponible en: <https://www.arduino.cc/>.

**ARDUINO.** *Arduino Mega 2560 Rev3 / Arduino Official Store.* [en línea], 2021. [Consulta: 24 agosto 2021]. Disponible en: <https://store.arduino.cc/usa/mega-2560-r3>.

**ARDUINO.** *MPU6050\_tockn - Arduino Reference.* [en línea], 2021. [Consulta: 24 agosto 2021]. Disponible en: [https://www.arduino.cc/reference/en/libraries/mpu6050\\_tockn/](https://www.arduino.cc/reference/en/libraries/mpu6050_tockn/).

**ARDUINO.** *SIM808 - Arduino Reference.* [en línea]. [Consulta: 24 agosto 2021]. Disponible en: <https://www.arduino.cc/reference/en/libraries/sim808/>.

**AV ELECTRONICS,** 2021. *Cargador básico balanceador Lipo Turnigy 12V 2-3S.* [en línea], 2021. [Consulta: 20 marzo 2021]. Disponible en: <https://avelectronics.cc/producto/cargador-basico-balanceador-LiPo-turnigy-12v-2-3s/>.

**BANGGOOD.** *Generador de fricción bicicleta moto dínamo.* [en línea], 2016. [Consulta: 20 marzo 2021]. Disponible en: [https://es.banggood.com/Motocycle-Bicycle-Friction-Generator-Dynamo-Headlight-Tail-Light-12V-p-80976.html?cur\\_warehouse=CN](https://es.banggood.com/Motocycle-Bicycle-Friction-Generator-Dynamo-Headlight-Tail-Light-12V-p-80976.html?cur_warehouse=CN).

**BIKEANALYTICS.** *Tipos de bicicletas y patines.* [en línea], 2020. [Consulta: 24 agosto 2021]. Disponible en: [https://bikeanalytics.com/tipos-de-bicicletas/#Bicicletas\\_de\\_carretera](https://bikeanalytics.com/tipos-de-bicicletas/#Bicicletas_de_carretera).

**BISECU.** *Bisecu Smart Bike Lock*. [en línea], 2019. [Consulta: 20 marzo 2021]. Disponible en: <https://es.bisecu.com/bisecu-3>.

**BUYCBN.** *Kshzmoto El Cargador Solar*. [en línea], 2019. [Consulta: 20 marzo 2021]. Disponible en: [https://www.buycbnm.com/index.php?main\\_page=product\\_info&products\\_id=238326](https://www.buycbnm.com/index.php?main_page=product_info&products_id=238326).

**CHRISTOPHER.** *Sherlock – The ultimate GPS anti-theft device for bikes*. [en línea], 2020. [Consulta: 20 marzo 2021]. Disponible en: <https://www.sherlock.bike/en/>.

**CORONA RAMÍREZ, L.G; et al.** *Sensores y actuadores. Aplicaciones con Arduino* [en línea]. México: Grupo Editorial Patria. 2014. [Consulta: 16 mayo 2018]. ISBN 9786074389364. Disponible en: [https://books.google.com.ec/books?id=wMm3BgAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=es&source=gbg\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.ec/books?id=wMm3BgAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=es&source=gbg_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false).

**DE DIEGO MORILLO, A.** *Operaciones auxiliares de almacenaje* [en línea]. Madrid: Paraninfo. 2018. [Consulta: 20 marzo 2021]. ISBN 9788428399043. Disponible en: <https://books.google.com.ec/books?id=TzZiDwAAQBAJ&pg=PA65&dq=codigo+QR&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwiGqsHV04jyAhVE5awKHSxhBtMQ6AEwAXoECAQQA#v=onepage&q=codigo QR&f=false>.

**DEAGA.** Información Ambiental en Hogares. *Ecuador en cifras*, pp. 36.

**DEVELOPERS.** *Introducción a Android Studio | Desarrolladores de Android*. [en línea], 2021. [Consulta: 24 agosto 2021]. Disponible en: <https://developer.android.com/studio/intro?hl=es-419>.

**DUALTRONICA.** *Modulo SIM808 GSM, GPS, Bluetooth*. [en línea], 2020. [Consulta: 20 marzo 2021]. Disponible en: <https://dualtronica.com/modulos/503-modulo-sim808-gsm-gps-bluetooth.html>.

**ECURED.** *Codificación - EcuRed*. [en línea], 2021. [Consulta: 25 agosto 2021]. Disponible en: <https://www.ecured.cu/Codificación>.

**EL BLOG DE FRANZ.** *¿Cómo funcionan los dispositivos GPS? Trilateración vs Triangulación* [en línea], 2020. [Consulta: 25 agosto 2021]. Disponible en: <https://acolita.com/como-funcionan-los-dispositivos-gps-trilateracion-vs-triangulacion/>.

**EL TELÉGRAFO ECUADOR.** *El Telégrafo - La bicicleta, la mejor alternativa poscovid.* [en línea], 2020. [Consulta: 23 agosto 2021]. Disponible en: <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/sociedad/6/bicicleta-movilidad-postcovid?fbclid=IwAR0nUh9xULC9KjIAFyRmgTIQTwoefYQacTDM5NWF4nocGWpLaGiqsSoDcuI>.

**ENDESA FUNDACIÓN.** *Los generadores eléctricos: Máquinas eléctricas y rotativas.* [en línea], 2021. [Consulta: 20 marzo 2021]. Disponible en: <https://www.fundacionendesa.org/es/recursos/a201908-generador-electrico>.

**FARIZA, A.** *Los mejores sistemas antirrobo para bicicletas.* [en línea], 2016. [Consulta: 20 marzo 2021]. Disponible en: <https://computerhoy.com/listas/apps/mejores-sistemas-antirrobo-bicicletas-39257>.

**GASCON, M.** *Evolución de los sistemas de alarma: una breve historia de la seguridad doméstica moderna.* [en línea], 2017. [Consulta: 20 marzo 2021]. Disponible en: <https://alarm.riscogroup.com/es/blog/evolucion-de-los-sistemas-de-alarma-una-breve-historia-de-la-seguridad-domestica-moderna>.

**GEEK FACTORY.** *Shield o módulo GPS con Arduino: Introducción.* [en línea], 2017. [Consulta: 20 marzo 2021]. Disponible en: <https://www.geekfactory.mx/tutoriales/tutoriales-arduino/shield-o-modulo-gps-con-arduino/>.

**GLOSARIOS.SERVIDOR.** *Electrolito (Electrónica).* [en línea], 2018. [Consulta: 25 agosto 2021]. Disponible en: <https://glosarios.servidor-alicante.com/electronica/electrolito>.

**GLOSARIOS.SERVIDOR.** *EEPROM.* [en línea], 2019. [Consulta: 25 agosto 2021]. Disponible en: <https://glosarios.servidor-alicante.com/automatizacion-industrial/eprom>.

**GLOSARIOS.SERVIDOR.** *Devanado (Electricidad).* [en línea], 2020. [Consulta: 25 agosto 2021]. Disponible en: <https://glosarios.servidor-alicante.com/electricidad/devanado>.

**GLOSARIOS.SERVIDOR.** *UART (Informática).* [en línea], 2020. [Consulta: 25 agosto 2021]. Disponible en: <https://glosarios.servidor-alicante.com/informatica/uart>.

**HERAZO, L.** *¿Qué es una aplicación móvil?* [en línea], 2020. [Consulta: 20 marzo 2021]. Disponible en: <https://anincubator.com/que-es-una-aplicacion-movil/>.

**HETPRO.** *MPU6050 Arduino, Acelerómetro y Giroscopio.* [en línea], 2014. [Consulta: 20 marzo 2021]. Disponible en: [https://hetpro-store.com/TUTORIALES/modulo-acelerometro-y-giroscopio-mpu6050-i2c-twi/#google\\_vignette](https://hetpro-store.com/TUTORIALES/modulo-acelerometro-y-giroscopio-mpu6050-i2c-twi/#google_vignette).

**HOBBYKING.** *El grafeno Turnigy 3000mAh 3S 15C Profesional LiPo.* [en línea], 2021. [Consulta: 20 marzo 2021]. Disponible en: [https://hobbyking.com/es\\_es/turnigy-graphene-3000mah-3s-15c-w-xt60.html?\\_\\_=&\\_\\_store=es\\_es](https://hobbyking.com/es_es/turnigy-graphene-3000mah-3s-15c-w-xt60.html?__=&__store=es_es).

**INEC, 2010.** Estructura de la población ¿Cuántos somos y cuánto crecimos? ¿Qué edad tenemos los chimboracenses? *Resultados del censo 2010*,

**INGENIERÍA MECAFENIX.** Que es el buzzer y como funciona (zumbador). [en línea], 2018. [Consulta: 20 marzo 2021]. Disponible en: <https://www.ingmecafenix.com/electronica/el-buzzer/>.

**ITEAD STUDIO.** *BASIC SERIES INTRODUCTION - Nextion.* [en línea], 2018. [Consulta: 24 agosto 2021]. Disponible en: <https://nextion.tech/basic-series-introduction/>.

**ITEAD STUDIO.** Home - Nextion. [en línea], 2021. [Consulta: 24 agosto 2021]. Disponible en: <https://nextion.tech/>.

**KLETA.** Historia de la bicicleta . [en línea], 2020. [Consulta: 23 agosto 2021]. Disponible en: <https://www.kleta.com/es/guia/historia-bicicleta/>.

**LEON, F.** *Baterías LiPo, características y cuidados! - DynamoElectronics.* [en línea], 2021. [Consulta: 24 agosto 2021]. Disponible en: <https://dynamoelectronics.com/baterias-LiPo-caracteristicas-y-cuidados/>.

**LLAMAS, L.** *Librería Arduino Mean Filter.* [en línea] 2017. [Consulta: 24 agosto 2021]. Disponible en: <https://www.luisllamas.es/libreria-arduino-mean-filter/>.

**LÓPEZ ALDEA, E., 2017.** *RaspberryPi Fundamentos y Aplicaciones.* Madrid: s.n. ISBN 978-84-9964-719-7.

**MAPBOX.** *First steps with the Mapbox Maps SDK for Android.* [en línea] 2021. [Consulta: 25 agosto 2021]. Disponible en: <https://docs.mapbox.com/help/tutorials/first-steps-android-sdk/>.

**MOES, T.** *¿Qué es el Bluetooth y para qué sirve?* [en línea] 2014. [Consulta: 20 agosto 2021]. Disponible en: <https://softwarelab.org/es/bluetooth/>.

**MONARCA ELECTRÓNICA.** *Modulo Relay 2 Canales 5v 10a Arduino.* [en línea], 2021. [Consulta: 20 marzo 2021]. Disponible en: <https://www.monarcaelectronica.com.ar/productos/modulo-relay-2-canales-5v-10a-arduino-pic-robotica-rele-mona/>.

**MOVILTRONICS.** *Solenoides 12V Efecto Lineal.* [en línea], 2019. [Consulta: 20 marzo 2021]. Disponible en: <https://moviltronics.com/tienda/solenoides-12v-efecto-lineal-37x15mm-jf0530b/>.

**NAVARRO, P; et al.** *La ingeniería de la bicicleta.* Diciembre. S.l.: s.n. ISBN 978-84- 933553-5-7.

**NETINBAG.** *¿Qué es un solenoide lineal?* [en línea], 2020. [Consulta: 20 marzo 2021]. Disponible en: <https://www.netinbag.com/es/manufacturing/what-is-a-linear-solenoid.html>.

**NEXTION TEAM.** *A BASIC INTRODUCTION TO NEXTION ARDUINO LIBRARY - Nextion.* [en línea] 2017. [Consulta: 24 agosto 2021]. Disponible en: <https://nextion.tech/2017/09/15/basic-introduction-nextion-arduino-library/>.

**OCU.** *Tipos de antirrobo para la bici.* [en línea], 2018. [Consulta: 20 marzo 2021]. Disponible en: <https://www.ocu.org/coches/bicicletas-y-patinetes/informe/antirrobo-bicicletas>.

**PARZIBYTE.** *Leer código de barras con Android y ZXing (programación de app).* [en línea], 2019. [Consulta: 25 agosto 2021]. Disponible en: <https://parzibyte.me/blog/2019/05/01/leer-codigo-barras-android-zxing-programacion-app/>.

**PÉREZ PORTO, J; & MARINO, M.** *Definición de Android - Qué es, Significado y Concepto* [en línea], 2021. [Consulta: 25 agosto 2021]. Disponible en: <https://definicion.de/android/>.

**PLANAS, O.** *¿Qué es un panel solar?* [en línea] 2015. [Consulta: 20 marzo 2021]. Disponible en: <https://solar-energia.net/que-es-energia-solar/panel-solar>.

**PROMETEC.** *MÓDULO GSM/GPRS: llamar y enviar SMS.* [en línea], 2016. [Consulta: 20 marzo 2021]. Disponible en: <https://www.prometec.net/gprs-llamar-enviar-sms/>.

**REAL ACADEMIA ESPAÑOLA.** *prototipo* | *Definición* | *Diccionario de la lengua española* | *RAE - ASALE*. [en línea], 2020. [Consulta: 25 agosto 2021]. Disponible en: <https://dle.rae.es/prototipo>.

**REDHAT.** *El concepto de IDE*. [en línea], 2021. [Consulta: 25 agosto 2021]. Disponible en: <https://www.redhat.com/es/topics/middleware/what-is-ide>.

**RODYCHADMIN.** *HISTORIA DE LOS PRIMEROS SISTEMAS DE ALARMA*. [en línea], 2016. [Consulta: 24 agosto 2021]. Disponible en: <https://rodych.es/historia-de-los-primeros-sistemas-de-alarma/>.

**RS.** *Rectificador en puente, VS-KBPC1005s*. [en línea], 2018. [Consulta: 24 agosto 2021]. Disponible en: <https://es.rs-online.com/web/p/rectificadores-de-puente/8172591/>.

**SÁENZ GARCÍA, R.M.** *La Bicicleta Y Sus Orígenes En Europa* [en línea], 2013. S.l.: Universitat Jaume I. Disponible en: <http://bibliotecavirtualesenior.es/wp-content/uploads/2016/06/La-Bicicleta-y-sus-Ori--genes-en-Europa.pdf>.

**SANTAFIXIE.** *Blog de Ciclismo Urbano*. [en línea]. [Consulta: 20 marzo 2021]. Disponible en: <https://www.santafixie.com/blog/>.

**SECURAME.** *Baterías de Li-Ion: Ventajas, desventajas, y mantenimiento*. [en línea], 2014. [Consulta: 20 marzo 2021]. Disponible en: <https://www.securame.com/blog/baterias-de-li-ion-ventajas-desventajas-y-mantenimiento/>.

**SOLECTRO.** *Módulos Bluetooth*. [en línea], 2021. [Consulta: 24 agosto 2021]. Disponible en: <https://solectroshop.com/es/14191-modulos-bluetooth>.

**SUMADOR.** *Buzzer activo - 5V, 12x9.5mm – Sumador*. [en línea], 2021. [Consulta: 24 agosto 2021]. Disponible en: <https://sumador.com/products/buzzer-activo-5v-12x9-5mm>.

**TECMICKRO.** *Modulo LM2596 - Regulador step down*. [en línea], 2021. [Consulta: 20 marzo 2021]. Disponible en: <https://tecmikro.com/alimentacion-pilas-baterias/616-lm2596-modulo-regulador-step-down.html>.

**TORANZOS, M. y CAMPAÑA, M.** *El robo de bicis, un delito que está al alza*. [en línea], 2020. [Consulta: 23 agosto 2021]. Disponible en: <https://www.expreso.ec/actualidad/robo-bicis-delito>

alza-94154.html.

**UNIT ELECTRONICS.** *Bluetooth HC-05 Maestro Esclavo 6 pines.* [en línea], 2016. [Consulta: 20 marzo 2021]. Disponible en: <https://uelectronics.com/producto/bluetooth-hc-05-maestro-esclavo-6-pines/>.

**UNIT ELECTRONICS.** Módulo Sim808 GSM GPRS con antena GPS. [en línea], 2016. [Consulta: 20 marzo 2021]. Disponible en: <https://uelectronics.com/producto/modulo-sim808-gsm-gprs-gps-con-antena-gps/>.

**UNIT ELECTRONICS.** MP1584 Regulador Step Down 84W 3A. [en línea], 2016. [Consulta: 20 agosto 2021]. Disponible en: <https://uelectronics.com/producto/mp1584-regulador-step-down-84w-3a/>.

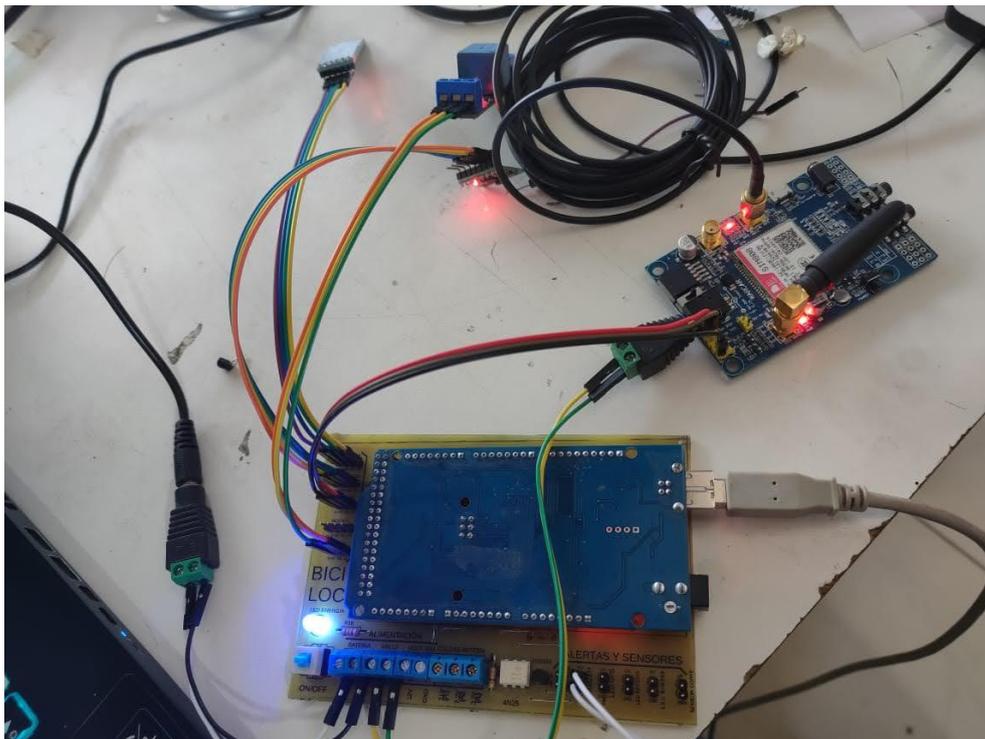
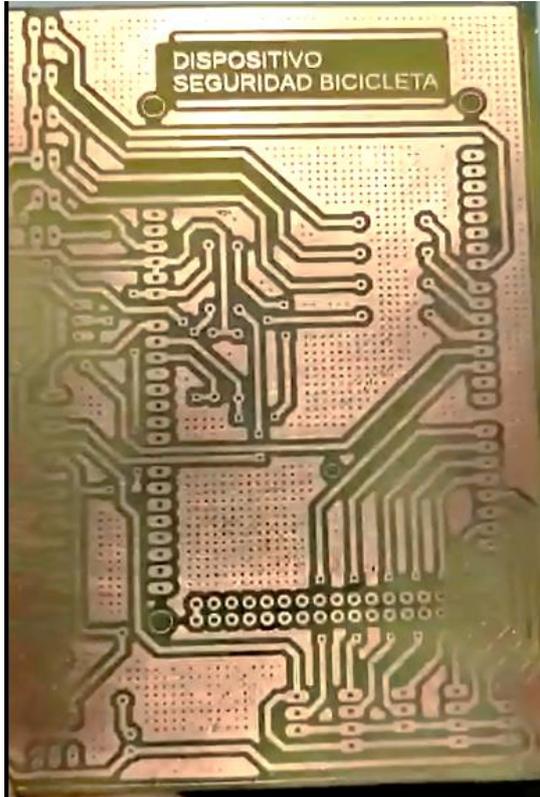
**VALLECILLA, J.** Repositorio Institucional de la Universidad Politécnica Salesiana: Revista La bicicleta como medio de transporte urbano. [en línea], 2017. [Consulta: 23 agosto 2021]. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/13632>.

**WORLDOMETER.** Bicycles produced in the world - Worldometer. [en línea], 2021. [Consulta: 23 agosto 2021]. Disponible en: <https://www.worldometers.info/bicycles/>.

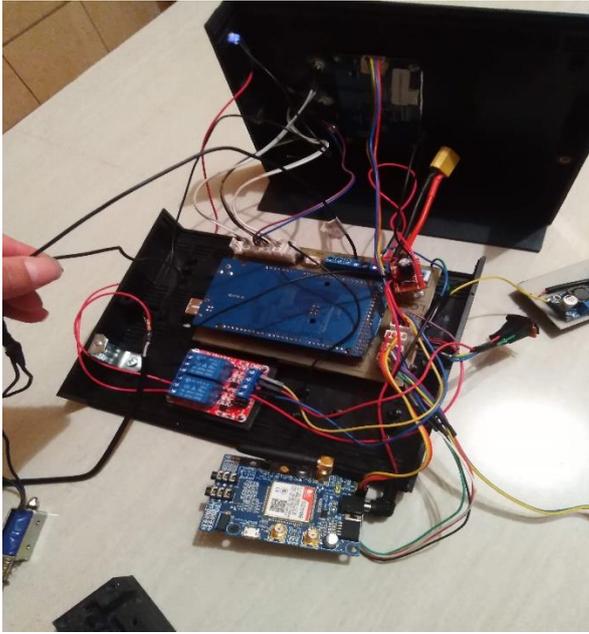
## ANEXOS

### ANEXO A: PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN DEL PROTOTIPO

Placa de impresión del circuito



## Instalación de los elementos en la caja



## Cerradura del prototipo



## Instalación de la caja y cerradura en la bicicleta



## Panel solar



**Prototipo terminado y en funcionamiento**



## **ANEXO B: MANUAL DE USUARIO APLICACIÓN MÓVIL**

### **MANUAL DE USUARIO DE LA APLICACIÓN MOVIL**

La aplicación móvil, está diseñada para teléfonos móviles que posean el sistema operativo Android, tiene como principal objetivo permitir al usuario activar o desactivar la alarma y cerradura en la bicicleta. Además de ello permite observa la ubicación de la bicicleta en un mapa, también cuenta con un escáner de código Qr que permite conocer la información del usuario, así como las características de la bicicleta.

#### **Reconocimiento y apertura de la aplicación**

A la aplicación se la puede identificar con el logo que se encuentra a continuación, para ello debe estar previamente ya instalada.



Al tocar el icono, se abrirá la pantalla para continuar con la cual da inicio a la utilización de la aplicación.

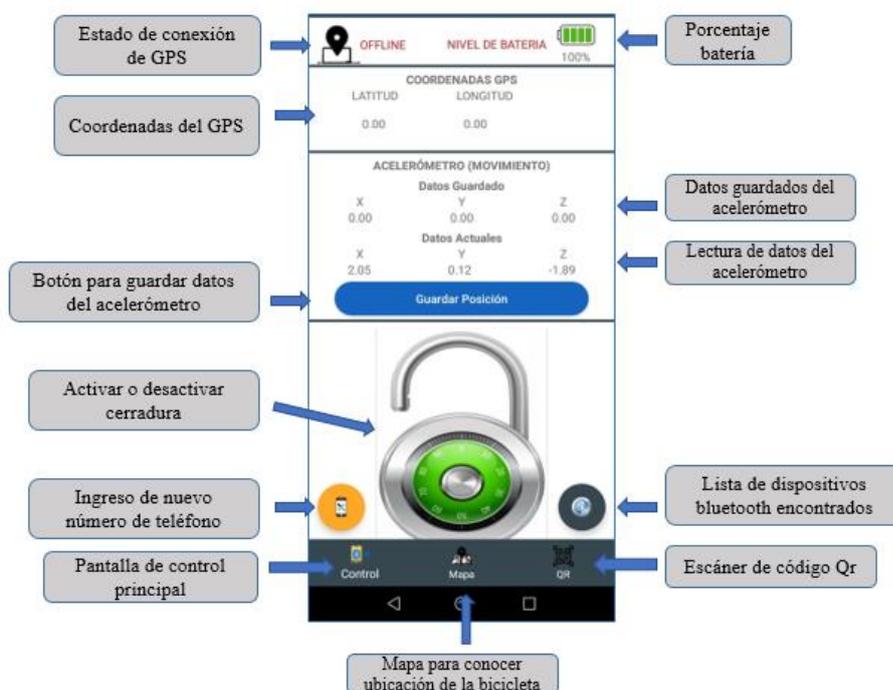


## Pantalla Principal de control

Luego de la pantalla de inicio el dispositivo presenta un aviso, mismo que pide habilitar el bluetooth del celular en caso de no tenerlo habilitado. Se permite la habilitación y se tiene acceso a la pantalla principal.



Una vez ingresado a la pantalla principal de control que es el icono  se observa las opciones que posee esta pantalla



## PANTALLA DE MAPA

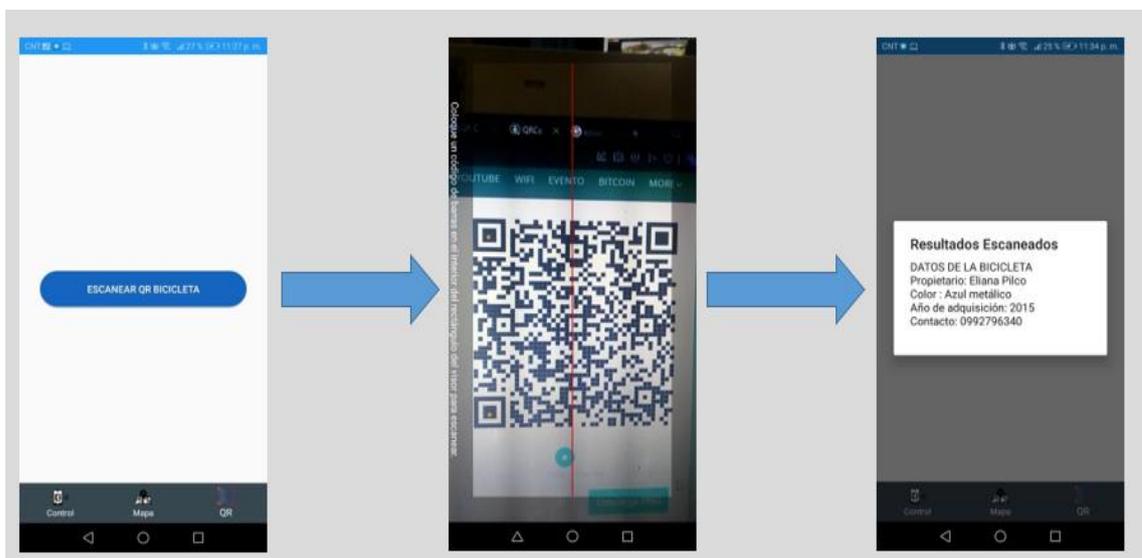
Para cambiar a la pantalla donde se observa el mapa que mostrará la ubicación de la bicicleta se

presiona en icono  Mapa, una vez pulsado se tendrá acceso al mapa.



## PANTALLA DE QR

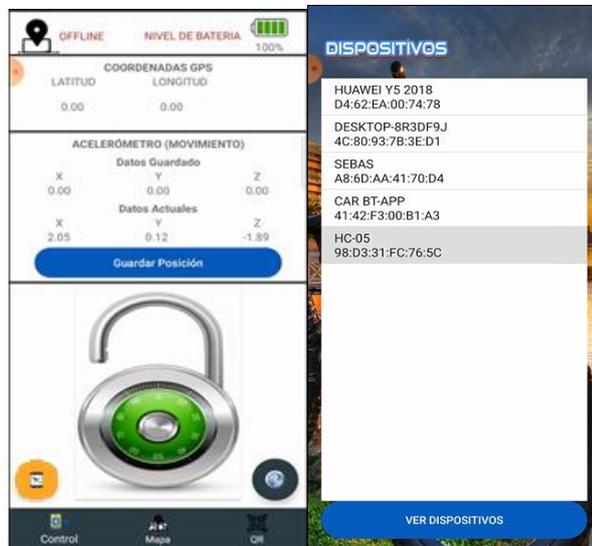
Para la lectura del código Qr, se presiona en el icono  QR donde nos muestra un pantalla en la cual debemos dar clic en el Botón Escáner de bicicleta y nos mostrará la información codificada.



## PANTALLA PRINCIPAL DE CONTROL

### Conexión bluetooth

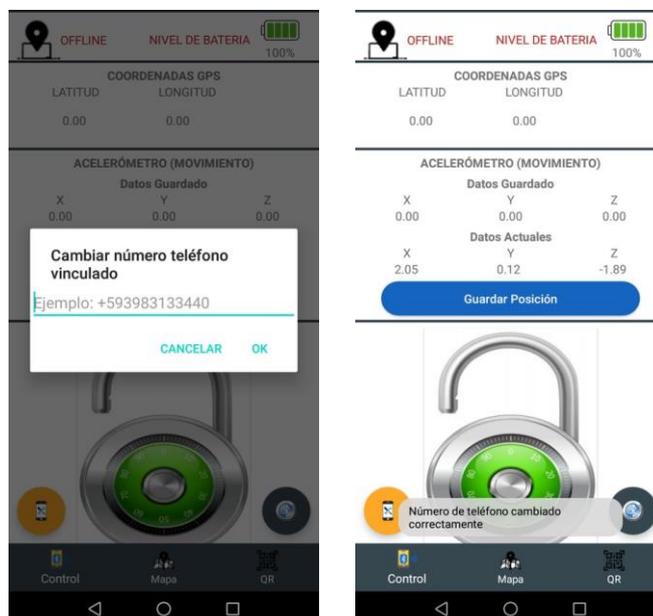
Estando en la pantalla principal de debe presiones el icono  donde se desplegará una ventana con los dispositivos bluetooth disponibles, luego se procede a escoger el bluetooth del prototipo, para que así tenga conexión con la aplicación.



### Ingreso de número de teléfono nuevo

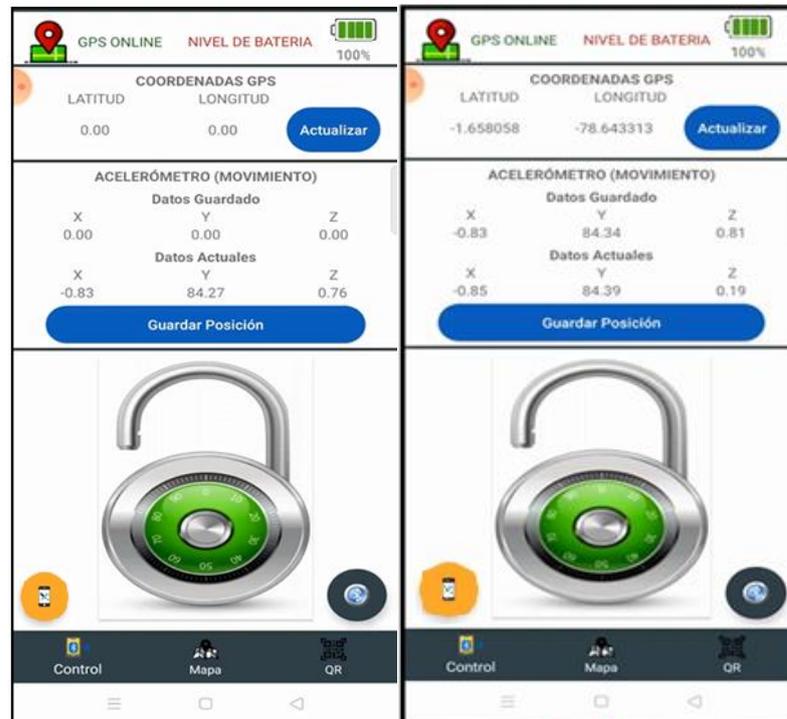
Si se desea cambiar el número de teléfono para recibir las alertas se ingresa en la aplicación

móvil y se presione en el icono . Se ingrese el nuevo número de acuerdo al formato que está establecido como ejemplo.



## Activación de la cerradura y alarmas

Una vez ya conectado el bluetooth, la señal GPS, el porcentaje de batería, así como los datos del acelerómetro se visualizan en la pantalla. Se procede a actualizar los datos GPS del dispositivo, luego se activa la cerradura, una vez hecho esto se guarda los datos del acelerómetro y el sistema estará activado.



Seguridad activada

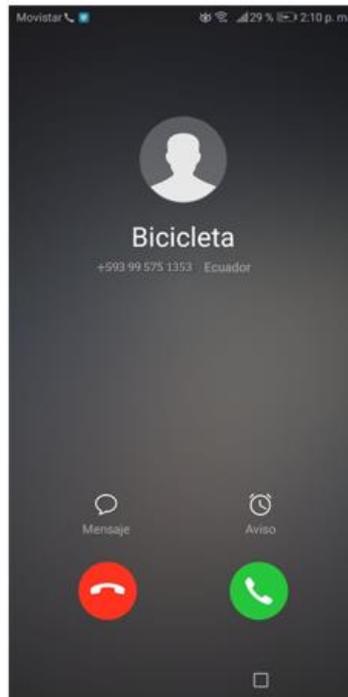


Seguridad desactivada



## Recepción de mensaje y llamada de aviso

Una vez que la seguridad ya se encuentre activa, en caso de haber un movimiento el sistema envía un mensaje de texto alertando de un movimiento sospechoso, seguido de las coordenadas GPS del dispositivo y realiza una llamada al usuario.



Al ingresar en el mensaje de texto posee link, que se lo abre por medio de la aplicación móvil, este nos lleva hacia un mapa donde se visualiza la posición en la que está la bicicleta.





ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE  
CHIMBORAZO

DIRECCIÓN DE BIBLIOTECAS Y RECURSOS DEL  
APRENDIZAJE



UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS  
REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 02 / 02 / 2022

<b>INFORMACIÓN DE LA AUTORA</b>	
<b>Nombres – Apellidos:</b> ELIANA JACQUELINE PILCO SERRANO	
<b>INFORMACIÓN INSTITUCIONAL</b>	
<b>Facultad:</b> INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA	
<b>Carrera:</b> INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN CONTROL Y REDES INDUSTRIALES	
<b>Título a optar:</b> INGENIERA EN ELECTRÓNICA, CONTROL Y REDES INDUSTRIALES	
<b>f. Analista de Biblioteca responsable:</b>	 Firmado electrónicamente por: ELIZABETH FERNANDA AREVALO MEDINA

