

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DEL SUR DE GUANAJUATO



Implementación de un módulo basado en arduino para controlar el encendido/apagado de una motocicleta mediante un dispositivo móvil

Opción 2 Titulación Integral – Tesis Profesional.

Elaborada por:

Aarón Cabañas Pito

Que presenta para obtener el título de:

INGENIERO EN SISTEMAS AUTOMOTRICES.

Asesor:

Ing. Netzahualcóyotl Martínez Cazares

Uriangato, Gto.

Noviembre 2022

“IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO BASADO EN ARDUINO PARA CONTROLAR EL ENCENDIDO/APAGADO DE UNA MOTOCICLETA MEDIANTE UN DISPOSITIVO MÓVIL”

Tesis Profesional elaborada por:

Aarón Cabañas Pito

Aprobado por.....

Ing. Netzahualcóyotl Martínez Cazares
Docente de la carrera de Ingeniería en Sistemas Automotrices
Asesor de la opción de titulación

Revisado por.....

M.C. Mariano Braulio Sánchez
Docente de la carrera de Ingeniería en Sistemas Automotrices
Revisor de la opción de titulación

Revisado por.....

M.C. Pedro Durán Sánchez
Docente de la carrera de Ingeniería en Sistemas Automotrices
Revisor de la opción de titulación



LIBERACIÓN DE PROYECTO PARA LA TITULACIÓN INTEGRAL

Uriangato, Gto., 07/noviembre/2022

Asunto: Liberación de proyecto para la titulación integral

Ing. J. Trinidad Tapia Cruz
Director Académico y de Estudios Profesionales
ITSUR
PRESENTE

Por este medio informo que ha sido liberado el siguiente proyecto para la titulación integral:

Nombre de estudiante y/o egresado(a): Aarón Cabañas Pito	
Carrera: Ingeniería en Sistemas Automotrices	Núm. de control: T16120207
Nombre del proyecto: Implementación de un módulo basado en Arduino para controlar el encendido/apagado de una motocicleta mediante un dispositivo móvil	
Producto: Tesis Profesional	

Agradezco de antemano su valioso apoyo en esta importante actividad para la formación profesional de nuestras y nuestros egresados.

ATENTAMENTE


M.C. Mariano Braulio Sánchez
Coordinador de Ingeniería en Sistemas Automotrices
ITSUR

La comisión revisora ha tenido a bien aprobar la reproducción de este trabajo.

		
Ing. Netzahualcóyotl Martínez Cazares Asesor de la Tesis Profesional	M.C. Mariano Braulio Sánchez Revisor de la Tesis Profesional	M.C. Pedro Durán Reséndiz Revisor de la Tesis Profesional



SECRETARÍA DE EDUCACIÓN
INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR
DEL SUR DE GUANAJUATO
COORDINACIÓN DE INGENIERÍA
EN SISTEMAS AUTOMOTRICES

c.c.p.- Expediente

Julio 2017



Instituto Tecnológico Superior del Sur de Guanajuato
División de Ingeniería en Sistemas Automotrices

DEPARTAMENTO ACADEMICO	CLAVE:11EIT0002E ISA-EGR-2022/29
---------------------------	-------------------------------------

Uriangato, Guanajuato, 07/noviembre/2022

Asunto: Aprobación de impresión de trabajo profesional

C. AARON CABAÑAS PITO
P R E S E N T E:

Por medio de este conducto, le comunico a usted que después de haber sido revisado su trabajo bajo la cual se derivó la Monografía Titulada:

“Implementación de un módulo basado en Arduino para controlar el encendido/apagado de una motocicleta mediante un dispositivo móvil”

La comisión revisora, ha tenido a bien aprobar la impresión de este trabajo.

ATENTAMENTE

*“Excelencia en Educación Tecnológica”
“Tecnología y Calidad para la Vida”*

M.C Mariano Braulio Sánchez

Jefe de División de Ingeniería en Sistemas Automotrices

C.c.p Unidad de Servicios Escolares

C.c.p Coordinación de Ingeniería en Sistemas Automotrices

C.C.p Archivo Consecutivo



Instituto Tecnológico Superior
del Sur de Guanajuato
COORDINACIÓN INGENIERÍA
EN SISTEMAS AUTOMOTRICES



Ave. Educación Superior No. 2000, Col. Benito Juárez Uriangato, Guanajuato, C.P. 38980

Tels. (445) 45 7 74 68 al 71 Ext. *116, e-mail: promocion@itsur.edu.mx

tecnm.mx | itsur.edu.mx



2022 Flores
Año de
Magón
PROCESO DE LA REVOLUCIÓN MEXICANA

IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO BASADO EN ARDUINO PARA CONTROLAR EL ENCENDIDO/APAGADO DE UNA MOTOCICLETA MEDIANTE UN DISPOSITIVO MÓVIL

Resumen

El incremento en el uso de la motocicleta como medio de transporte personal, y el aumento en la inseguridad, específicamente en el robo de vehículos, ha generado una gran preocupación entre los ciudadanos del estado de Guanajuato. Por otro lado, gracias a la popularidad que han conseguido las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TICs), en conjunto con el Internet de las Cosas (IoT), es posible desarrollar sistemas de seguridad, a un costo muy bajo, para poder enfrentar esta crisis de inseguridad.

Este proyecto busca explotar el potencial de las Tecnologías de la Información (TICs), en conjunto con las aplicaciones de Internet de las Cosas (IoT), para desarrollar una aplicación de bajo costo, que se pueda implementar en un microcontrolador para regular la corriente en una motocicleta, mediante un dispositivo móvil, con el objetivo de agregar una capa de seguridad a este medio de transporte que es ampliamente utilizado en la región, buscando disminuir la probabilidad de sufrir un robo de motocicleta.

Abstract

The increase in the use of motorcycles as a means of personal transportation, and the increase in insecurity, specifically in vehicle theft, has generated great concern among the citizens of the state of Guanajuato. On the other hand, thanks to the popularity that Information and Communication Technologies (ICTs) have obtained, together with the Internet of Things (IoT), it is possible to develop security systems, at a very low cost, in order to deal with this security crisis.

This project seeks to exploit the potential of Information Technologies (ICTs), in conjunction with Internet of Things (IoT) applications, to develop a low-cost application

that can be implemented in a microcontroller to regulate the current in a motorcycle, through a mobile device, with the aim of adding a layer of security to this means of transport that is widely used in the region, aiming to reduce the probability of suffering a motorcycle theft.

Palabras clave:

- Arduino
- Dispositivos Móviles
- Internet de las Cosas
- Microcontrolador
- Motocicletas
- Seguridad
- Tecnologías de la Información y la Comunicación

Keywords:

- Arduino
- Information and Communication Technologies
- Internet of Things
- Microcontroller
- Mobile Devices
- Motorcycles
- Security

Agradecimientos y dedicatorias

Me gustaría dedicar esta tesis a mi madre Ma. Guadalupe y a mi esposa Lizbeth. ¡Muchas gracias por todo! Las palabras difícilmente pueden describir mi agradecimiento y amor hacia ustedes.

Han sido mi fuente de inspiración, apoyo y guía. Me han enseñado a ser único, decidido, a creer en mí mismo y a perseverar siempre. Estoy verdaderamente agradecido y honrado de tenerlas a mi lado.

Citando a Albert Schweitzer, “A veces nuestra propia luz se apaga y es reavivada por una chispa de otra persona. Cada uno de nosotros tiene motivos para pensar con profunda gratitud en aquellos que han encendido la llama dentro de nosotros”.

Ustedes han sido esa chispa para mí cuando mi luz se apagó. Gracias por su amor y apoyo inquebrantables a lo largo de este viaje que he emprendido. Las amo a las dos siempre y para siempre.

Índice general

Capítulo 1	12
Introducción.	12
Capítulo 2	13
Fundamento teórico.	13
Capítulo 3	39
Planteamiento del problema.	39
3.1. Identificación.	39
3.2. Justificación.	39
3.3. Alcance.	40
Capítulo 4	41
Objetivos.	41
4.1. Objetivo general.	41
4.2. Objetivos específicos	41
Capítulo 5	42
Procedimiento.	42
Capítulo 6	62
Evaluación o impacto económico.	62
Capítulo 7	64
Resultados.	64
Capítulo 8	66
Análisis de resultados.	66
Capítulo 9	67

Conclusiones en recomendaciones.	67
Bibliografía.	69
Anexos.	72

Índice de figuras

Figura 1. Víctimas del delito en México durante los últimos años (Fuente: INEGI, indicador de Victimización).....	15
Figura 2. Mecanismo para abrir o cerrar la cerradura controlado por un teléfono inteligente.....	20
Figura 3. Aplicación móvil para enviar comandos de voz para encender la motocicleta.	21
Figura 4. SMS de alerta de robo de motocicleta enviado a un dispositivo móvil con Android, mostrando las coordenadas del vehículo en cuestión (Artono et al., 2020). 22	22
Figura 5. Uso de Google Maps para mostrar la ruta del vehículo que ha sido robado, trazada mediante la información recuperada por GPS (Artono et al., 2020).	23
Figura 6. Componentes del sistema antirrobo de motocicletas y envío de alertas al dispositivo móvil del usuario (Pachica et al., 2017).	24
Figura 7. Página de inicio de la aplicación web SisMo: Sistema de Seguridad para Motocicletas (Ramos et al., 2016).	25
Figura 8. Sensor de huella dactilar (Antonio et al., 2018).....	25
Figura 9. Características de una huella dactilar (Antonio et al., 2018).	26
Figura 10. Sensor biométrico de huellas dactilares.....	27
Figura 11. Circuito electrónico del sistema de arranque de la motocicleta por Bluetooth.	28
Figura 12. Diseño de la aplicación móvil en App Inventor.	29
Figura 13. Programación de la aplicación móvil en App Inventor utilizando bloques de código.....	30
Figura 14. Sensor de huella dactilar R305.	32
Figura 15. Relevador de 5V de cuatro canales.	32
Figura 16. Diagrama lógico del circuito electrónico del sistema de seguridad.	33

Figura 17. Circuito físico del sistema de seguridad de la motocicleta.	33
Figura 18. Sistema de seguridad antirrobo instalado en la motocicleta.	34
Figura 19. Diagrama esquemático para el sistema de arranque inalámbrico de la motocicleta.	35
Figura 20. Diagrama de bloques del sistema de control y monitoreo de la motocicleta.	36
Figura 21. Componentes eléctricos de la motocicleta controlados por el sistema de seguridad basado en Arduino.....	37
Figura 22. Bloques de código para seleccionar el módulo Bluetooth y realizar la conexión inalámbrica con el dispositivo móvil.	38
Figura 23. Microcontrolador Arduino “UNO R3”.	44
Figura 24. Módulo Bluetooth HC-05.	45
Figura 25. Módulo de relevador de 5V de cuatro canales.	46
Figura 26. Módulo regulador de voltaje LM2596.	47
Figura 27. Software Arduino (IDE) de código abierto.	48
Figura 28. Definición de variables y establecimiento de pines de salida	49
Figura 29. Código para identificar la letra enviada por la aplicación móvil para enviar la señal correcta al LED.	50
Figura 30. Creación de la Interfaz Gráfica de Usuario para el proyecto, utilizando el Diseñador de Componentes de MIT App Inventor 2	51
Figura 31. Programación de la funcionalidad de la aplicación del proyecto, utilizando el Editor de Bloques de MIT App Inventor 2.....	52
Figura 32. Instalación de la aplicación creada en App Inventor en un dispositivo físico.	53
Figura 33. Verificación de la comunicación de la aplicación instalada en el dispositivo móvil y el circuito construido en Arduino, a través del módulo de Bluetooth.	54
Figura 34. Diagrama de flujo para desarrollar la metodología del proyecto.	55
Figura 35. Interfaz gráfica actualizada para la aplicación móvil.	56
Figura 36. Bloque de código para solicitar permiso de conexión Bluetooth desde la aplicación	57
Figura 37. Motocicleta Yamaha Crypton 110.	58
Figura 38. Armado del circuito físico para controlar los componentes eléctricos de la motocicleta.	59
Figura 39. Conexión del sistema de seguridad con los componentes eléctricos de la motocicleta.	60
Figura 40. Motocicleta encendida desde la aplicación móvil.	60

Figura 41. La motocicleta se puede apagar desde el dispositivo móvil..... 61

Indice de tablas

Tabla 1. Cantidad de vehículos de motor registrados en México en el año 2020 (Estadística de Vehículos de Motor Registrados en Circulación)..... 14

Tabla 2. Especificaciones técnicas de la motocicleta Yamaha Crypton 110. 57

Tabla 3. Tabla comparativa que muestra los precios de los diferentes componentes electrónicos utilizados para el proyecto..... 62

Capítulo 1. Introducción.

Introducción.

Uriangato es un municipio ubicado al sur del estado de Guanajuato, caracterizado por ser una de las ciudades con el mayor número de motocicletas en circulación en todo el estado. Por otro lado, la ola de inseguridad y violencia que atraviesa el país ha impactado negativamente en la región sur de Guanajuato, provocando que aumentarán las tasas de delitos, incluyendo el robo de motocicletas y vehículos en general.

Derivado de lo anterior, este proyecto surge de la necesidad para mitigar la problemática relacionada con el robo de motocicletas, mediante la aplicación del conocimiento reunido durante la carrera, construyendo un dispositivo que sea capaz de suspender la corriente eléctrica en el sistema de ignición de una motocicleta, utilizando el microcontrolador Arduino, y desarrollando una aplicación para dispositivos móviles, que pueda controlar el encendido y apagado del transporte en cuestión, brindando seguridad a los usuarios de este medio de transporte.

Así pues, este trabajo tiene el objetivo de aprovechar el potencial de las Tecnologías de la Información (TICs), en conjunto con las aplicaciones de Internet de las Cosas (IdC), para desarrollar una aplicación de bajo costo, que se pueda implementar en un microcontrolador para regular la corriente en una motocicleta, mediante un dispositivo móvil, con el objetivo de agregar una capa de seguridad a este medio de transporte que es ampliamente utilizado en la región.

Capítulo 2. Fundamento teórico.

Fundamento teórico.

Parque vehicular

De acuerdo con los datos obtenidos del INEGI, en relación con el parque vehicular del país, específicamente en base a los datos de la Estadística de Vehículos de Motor Registrados en Circulación, en el año 2020 habían 50,347,569 vehículos de motor registrados en todo México, de los cuales, 33,987,978 eran automóviles y 5,260,954 correspondían a las motocicletas.

A nivel estatal, en Guanajuato, el total de vehículos de motor registrados era de 2,199,695 vehículos, de los cuales el número de automóviles era de 1,184,343, mientras que el número de motocicletas era de 410,166 (INEGI, 2020).

Por otro lado, de acuerdo con las cifras presentadas por la Secretaría de Finanzas, Inversión y Administración del estado de Guanajuato, en el ejercicio fiscal 2020, en el municipio de Uriangato la cantidad de automóviles registrados era de 11,359, mientras que la cantidad de motocicletas era de 13,842.

En Moroleón, que es el municipio colindante con Uriangato, las cifras son similares, pues en 2020 se encontraban registrados 34,067 vehículos de los cuales, 13,535 correspondían a automóviles, y motocicletas habían 14,817.

Finalmente, respecto a Yuriria, otro municipio que junto a los dos anteriores conforman la región sur del estado de Guanajuato, presentaba la cantidad de 26,089 unidades de motor registradas de manera oficial, de las cuales 10,402 pertenecían a la categoría de automóvil, en tanto que 5,081 eran motocicletas (Secretaría de Finanzas, Inversión y Administración de Guanajuato, 2020).

Toda la información descrita en el párrafo anterior se puede apreciar de manera resumida en la siguiente tabla (ver Tabla 1), que concentra los datos descritos previamente, con el objetivo de facilitar su entendimiento.

Capítulo 2. Fundamento teórico.

Tabla 1. Cantidad de vehículos de motor registrados en México en el año 2020 (Estadística de Vehículos de Motor Registrados en Circulación).

Nivel	Cantidad total de vehículos	Automóviles	Motocicletas
Todo México	50,347,569	33,987,978	5,260,954
Guanajuato	2,199,695	1,184,343	410,166
Uriangato	31,536	11,359	13,842
Moroleón	34,067	13,535	14,817
Yuriria	26,089	10,402	5,081

Como se puede observar, las cifras corresponden a los vehículos de motor registrados de manera oficial en las diferentes instancias del país. Cabe resaltar que, en Uriangato y Moroleón, la cantidad de motocicletas supera con un ligero margen a la cantidad de vehículos, sin mencionar que existen una gran cantidad de motocicletas que aún no han sido registradas, por lo que es seguro mencionar que se trata de dos de las ciudades del estado con el mayor número de motocicletas en circulación.

Inseguridad

Tomando como referencia nuevamente los datos de INEGI, en cuanto a los indicadores de Victimización, específicamente los datos de las Víctimas del delito a nivel nacional, las cifras arrojan que, en 2019, se registraron 1,524,518 personas que sufrieron algún tipo de crimen. La siguiente figura (ver Figura 1) muestra la manera en que el número de delitos aumentó de forma considerable en los últimos años, lo que coincide con la ola de violencia por la que atraviesa el país en la actualidad.

De la misma manera, en 2019 se registraron 460,803 personas que fueron víctimas por robo u asalto de bienes o dinero a nivel nacional. De acuerdo con los datos obtenidos de la Encuesta Nacional de Victimización de Empresas (ENVE, 2019), se registraron 304,213 delitos ocurridos por robo total o parcial de vehículos a nivel nacional, cifra que es alarmante y que justifica el propósito de este proyecto.



Figura 1. Víctimas del delito en México durante los últimos años (Fuente: INEGI, indicador de Victimización).

Actualmente, los vehículos están siendo robados en estacionamientos y lugares no seguros, además de ser arrebatados en las carreteras por el crimen organizado, por lo que la seguridad de las personas se ve claramente afectada.

En la literatura, es posible encontrar trabajos que describen de manera concisa la inseguridad relacionada con el robo de vehículos. Un claro ejemplo es el trabajo desarrollado por (Hossain et al., 2017) en el que destacan el aumento en la tasa de robos vehiculares. De acuerdo con estos autores, las personas en la actualidad presentan un alto grado de dependencia en relación con la tecnología.

Derivado de lo anterior, los sistemas de seguridad para los vehículos se están volviendo indispensables en estos tiempos. Por lo tanto, se han realizado más esfuerzos e investigaciones para desarrollar tales dispositivos de seguridad, pero el mayor inconveniente es que la mayoría de estos sistemas están diseñados principalmente para automóviles, resaltando la escasez de un sistema de seguridad eficiente para motocicletas.

Tecnologías de la Información y la Comunicación (TICs)

Las Tecnologías de la información y la Comunicación (TICs), han ganado bastante popularidad, especialmente en años recientes. Básicamente, las TICs se refieren a la utilización de computadoras para recolectar, procesar, almacenar y transmitir datos, es decir, números, textos y símbolos que no poseen significado, pero que, con el procesamiento adecuado, se transforman en información valiosa para las personas.

De acuerdo con (Wu & Yun, 2010), el término TICs hace referencia al uso de ciertas tecnologías sobre un conjunto de datos, ya sea para coleccionar, mostrar, transmitir, intercambiar, u organizar dicha información. Desde su perspectiva, la función principal de las TICs es “capturar, transmitir y mostrar datos e información electrónicamente”.

Por su parte, (Bilali & Allahyari, 2018), mencionan que las TICs representan un campo de trabajo y estudio que incluye tecnologías tales como computadoras de escritorio y portátiles, software, periféricos y conexiones a Internet que están destinadas a cumplir funciones de procesamiento de información y comunicaciones.

Finalmente, el Banco Mundial (World Bank, 2002) define a las TICs de la siguiente manera: “las tecnologías de la información y la comunicación consisten en hardware, software, redes y medios para recopilar, almacenar, procesar, transmitir y presentar información”. Se incluyen radios, televisores, teléfonos, computadoras, tecnologías de Internet y bases de datos.

Internet de las Cosas (IdC)

Internet de las cosas (IdC) es una tecnología de interconectividad que ha ganado cada vez más confianza y usabilidad en sectores como la educación, la industria 4.0, el transporte y la domótica, entre muchos otros.

La primera definición de Internet de las Cosas fue propuesta por Kevin Ashton en el año de 1999, y se refirió al IdC como objetos conectados interoperables identificables de forma única con tecnología de identificación por radiofrecuencia (RFID).

Por su parte, (Li et al., 2015), definen IdC como una infraestructura de red global dinámica con capacidades de autoconfiguración basadas en estándares y protocolos

Capítulo 2. Fundamento teórico.

de comunicación interoperables; Las 'cosas' físicas y virtuales en IdC poseen identidades y atributos y son capaces de utilizar interfaces inteligentes, además de ser integradas como una red de información.

El uso de esta red en donde se pueden conectar varios dispositivos a la vez permite facilitar tareas complejas, así como realizar procesos de forma más eficiente, además de facilitar la toma de decisiones debido a la gran cantidad de datos que se obtienen a través de estos dispositivos interconectados entre sí.

Claramente existen muchas ventajas respecto al uso de IdC:

- En primer lugar, se minimiza el esfuerzo humano, debido a que los dispositivos de IdC interactúan y se comunican entre sí, buscando automatizar las tareas para disminuir la necesidad de la intervención humana, lo que termina por ahorrar bastante tiempo.
- Otro aspecto importante, es la recopilación de datos, la cual ha sido mejorada considerablemente, es decir, la información es fácilmente accesible, incluso si estamos lejos de nuestra ubicación actual, y se actualiza con frecuencia en tiempo real. Por lo tanto, estos dispositivos pueden acceder a la información desde cualquier lugar en cualquier momento en cualquier dispositivo.

Soluciones basadas en Arduino

Como ya se ha planteado en las secciones previas, la zona sur del estado de Guanajuato se caracteriza por el gran concentrado de motocicletas en circulación en estos municipios, además de resaltar el aumento en la inseguridad en todo el país, específicamente, lo relacionado con el robo de vehículos de motor.

Afortunadamente, en la literatura existente, es posible encontrar soluciones ante este tipo de problemáticas, aprovechando el avance que han tenido las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TICs) en los últimos años, así como la creciente popularidad del Internet de las Cosas (IdC), a través de implementaciones de bajo costo, haciendo uso del microcontrolador Arduino.

Capítulo 2. Fundamento teórico.

En primer lugar, como lo plantean (Anggraini et al., 2020), en Indonesia las motocicletas siguen siendo el medio de transporte dominante. Según los autores, citando datos de la Asociación de la Industria de Motocicletas de Indonesia, el número de ventas de motocicletas en 2018 alcanzó los 6,3 millones de unidades.

Los investigadores afirman que un problema que los usuarios de motocicletas buscan evitar es la pérdida de sus llaves. De acuerdo con los resultados de una encuesta realizada a 100 motociclistas de entre 20 y 50 años, en el área metropolitana de Jabodetabek, Indonesia, los autores señalan que el 73% de los motociclistas ha perdido las llaves de su vehículo y el 95% de los motociclistas piensa que perder las llaves de su motocicleta interfiere con sus actividades diarias.

Por lo tanto, los autores fabricaron un sistema de autenticación secundario para motocicletas que se puede operar desde una aplicación móvil que se conecta a un dispositivo Arduino en una moto a través de un módulo Bluetooth y el Servicio de Mensajes Cortos (Short Message Service o SMS en inglés).

Los autores agregan que las contraseñas se envían a través de la aplicación de Android al microcontrolador Arduino para activar o desactivar la corriente eléctrica en la motocicleta. Además, mencionan las siguientes características que presenta su sistema:

- La distancia máxima de la conexión Bluetooth es de cinco metros.
- El tiempo promedio de respuesta de autenticación de Bluetooth es de 344 milisegundos.
- El tiempo promedio del proceso de autenticación de SMS es de 249 milisegundos.

Los resultados obtenidos demuestran que el método propuesto por los investigadores puede ser una solución alternativa para la seguridad de motocicletas y el sistema de autenticación secundaria de motocicletas.

Del mismo modo, los autores (Tombeng et al., 2019) exponen el desarrollo de un sistema de autenticación por radiofrecuencia (RFID) y un sistema de autenticación basado en contraseñas. De esta manera, es posible introducir una contraseña

Capítulo 2. Fundamento teórico.

numérica a través de un teclado para encender la motocicleta, lo que disminuye el riesgo de sufrir el robo del vehículo.

Por otro lado, en el trabajo de (Pratama & Rakhmadi, 2019), los investigadores hicieron uso del módulo SIM800L (dispositivo utilizado para enviar y recibir mensajes SMS y llamadas, así como para tener red de datos móviles e internet) y el sensor de Resistencia Sensible a la Fuerza, para crear un sistema de seguridad para motocicletas. El sistema puede recibir comandos a través de SMS entrantes desde el módulo SIM800L, mientras que puede enviar notificaciones por SMS al número de teléfono del usuario cuando hay una indicación de robo de motocicleta instalada por el sistema. Este sistema se instala en serie entre la llave de encendido y la electricidad de la motocicleta para que esta se pueda desconectar al recibir comandos vía SMS.

Del mismo modo, en (Muthumari et al, 2018) los autores crearon un sistema automático de apertura de puertas que se puede manipular a través de una aplicación de Android conectada a un módulo Bluetooth HC-05. El sistema en cuestión facilita a los usuarios las imágenes grabadas mediante una cámara a través de una red Wi-Fi, de tal manera que los usuarios puedan ver quiénes son las personas que vienen de visita a través de la aplicación móvil. La cerradura de la puerta se puede abrir de forma remota a través de una conexión Bluetooth entre el teléfono inteligente y el prototipo del dispositivo. En la siguiente figura (ver Figura 2) se puede apreciar el circuito electrónico del dispositivo conectado a la cerradura de la puerta, así como el dispositivo inteligente que contiene la aplicación para controlar el dispositivo a través de la comunicación Bluetooth.



Figura 2. Mecanismo para abrir o cerrar la cerradura controlado por un teléfono inteligente.

En el trabajo desarrollado por (Firdaus Jauhari et al., 2022), los autores describen un sistema de seguridad para vehículos, implementando una combinación de una tecla táctil y comandos de voz para ser instalado en una motocicleta, con el objetivo de evitar robos. A través de este sistema, la motocicleta solo se puede encender al tocar con la mano la tecla táctil, ubicada en un punto secreto del vehículo, y utilizando un comando de voz con una contraseña predefinida. El prototipo propuesto utiliza un microcontrolador Arduino, un módulo de tecla táctil, un módulo Bluetooth y un módulo de relevador. En la siguiente figura se puede ver con detalle la interfaz gráfica de la aplicación en Android para enviar los comandos de voz al dispositivo instalado en la motocicleta (ver Figura 3).

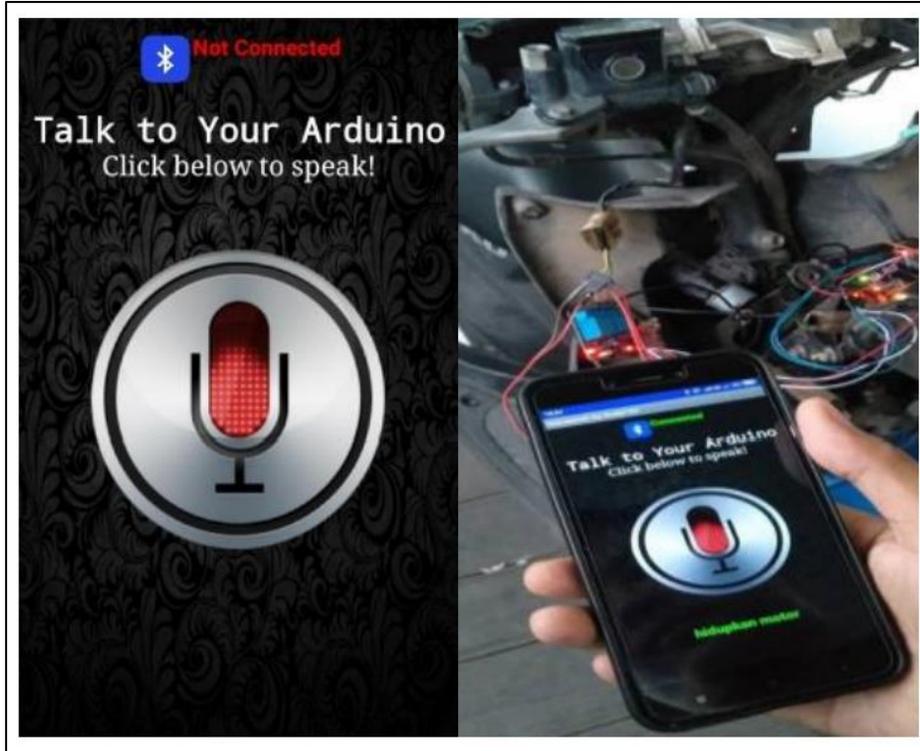


Figura 3. Aplicación móvil para enviar comandos de voz para encender la motocicleta.

En base a la revisión de la literatura, con respecto a los sistemas de seguridad para vehículos, muchos investigadores han desarrollado sistemas de seguridad automáticos para motocicletas utilizando las siguientes tecnologías:

- GPS (sistema de posicionamiento global)
- GSM (sistema global para comunicación móvil)
- RFID (identificación por radiofrecuencia)
- SMS (servicio de mensajes cortos)
- Android (Sistema Operativo para dispositivos móviles)

Incluso, algunos investigadores han implementado algoritmos de Inteligencia Artificial (IA), en el caso de los sistemas que hacen uso del GPS, para poder encontrar la ruta óptima que necesita un usuario hacia su vehículo.

En el caso de (Artono et al., 2020), los autores proponen un sistema de seguridad para motocicletas, basado en un Módulo GSM SIM808 para enviar mensajes de alerta, y un rastreador GPS para brindar información en coordenadas de latitud y longitud para rastrear la motocicleta robada utilizando Google Maps.

Capítulo 2. Fundamento teórico.

De esta manera, en el momento en que ocurre el robo de una motocicleta, se activa una alarma que envía un SMS de aviso al dispositivo inteligente con sistema operativo Android del propietario del vehículo, tal y cómo se puede apreciar en la Figura 4. Así, el dueño pronto descubrirá que la motocicleta ha sido robada. Adicionalmente, se puede identificar la ubicación de la motocicleta rastreando las coordenadas enviadas por el Módulo SMS SIM 808.

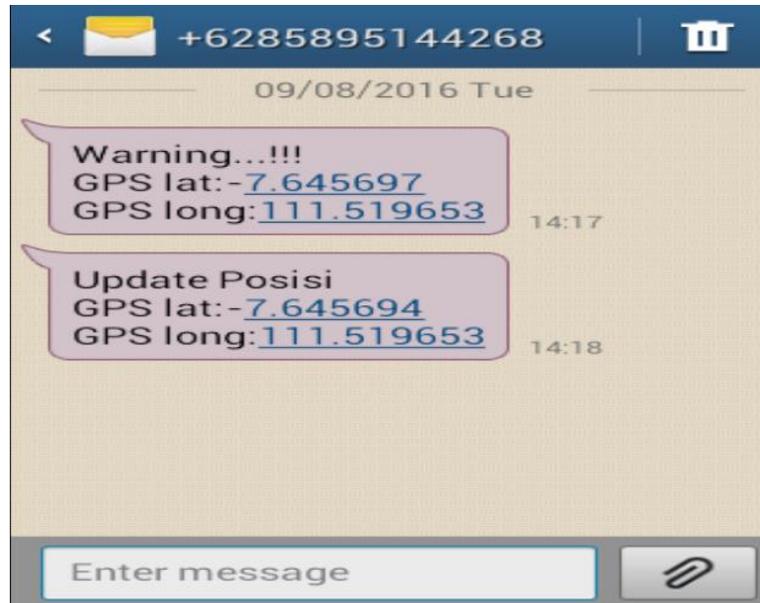


Figura 4. SMS de alerta de robo de motocicleta enviado a un dispositivo móvil con Android, mostrando las coordenadas del vehículo en cuestión (Artono et al., 2020).

Para rastrear la ubicación de la motocicleta robada, el propietario puede acceder al número de la tarjeta SIM instalada en el Módulo GSM, y el Rastreador GPS usando Google Maps.

El módulo de seguimiento del sistema de posicionamiento global (GPS) calcula con precisión la ubicación geográfica de la motocicleta mediante la recepción de información de los satélites, para obtener las coordenadas de ubicación del vehículo (latitud y longitud) y se utiliza Google Maps para mostrar el mapa de la ubicación (ver Figura 5), mientras que el módulo GSM como dispositivo intermediario que conecta la comunicación al microcontrolador Arduino.

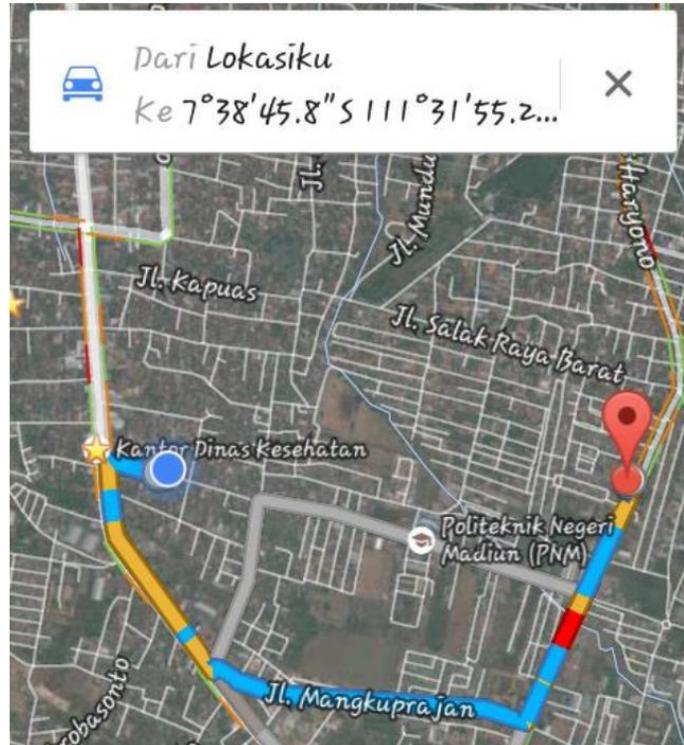


Figura 5. Uso de Google Maps para mostrar la ruta del vehículo que ha sido robado, trazada mediante la información recuperada por GPS (Artono et al., 2020).

De la misma manera, según (Pachica et al., 2017), con el aumento de usuarios de motocicletas, el robo de motocicletas también incrementó a lo largo de los años. Por lo tanto, los autores desarrollaron un sistema para la prevención de robos y la recuperación de motocicletas de una manera más fácil y rápida.

De acuerdo con los autores, el usuario de este sistema será notificado a través de una alerta una vez que la motocicleta haya sido trasladada durante una distancia larga o, en su defecto, robada. Además, el usuario también podrá ver la ubicación actual de la motocicleta, apagar el motor y capturar una imagen del ladrón.

El sistema tiene dos componentes, el hardware y los módulos de software. El componente de hardware incluye un microcontrolador Arduino, GSM, GPS y una cámara. El componente de software es la aplicación móvil (puede ser iOS o Android), que es el medio de comunicación del usuario con la motocicleta y también sirve como controlador principal de todo el sistema. Con base en la evaluación realizada en términos de usabilidad y funcionalidad, se encontró que la mayoría de los usuarios estaban muy de acuerdo con la utilidad de este sistema. En la Figura 6, que se muestra

Capítulo 2. Fundamento teórico.

a continuación, se puede apreciar la interacción del sistema desarrollado por estos investigadores.

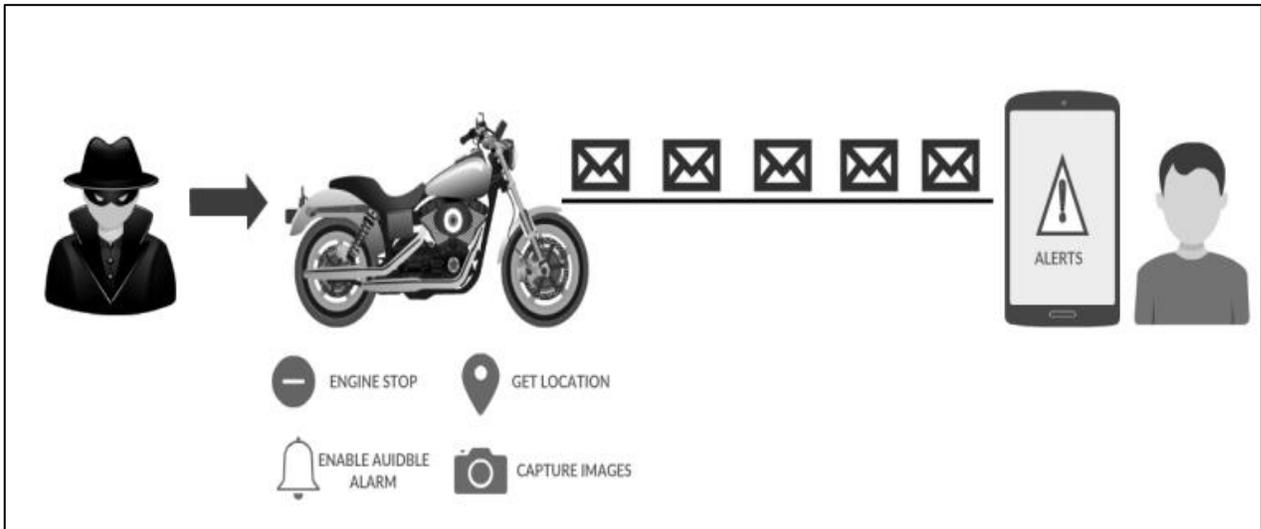


Figura 6. Componentes del sistema antirrobo de motocicletas y envío de alertas al dispositivo móvil del usuario (Pachica et al., 2017).

Por su parte, (Ramos et al., 2016) proponen el desarrollo de un sistema de seguridad para motocicletas mediante la utilización de dispositivos móviles bajo el sistema operativo Android y el protocolo de comunicación Transporte de Telemetría de Cola de Mensajes (Message Queue Telemetry Transport o por sus siglas en inglés MQTT). Dicho sistema facilita el rastreo de la ubicación del vehículo, en tiempo real, así como el envío de mensajes de alerta a través de un dispositivo móvil, además de permitir el control del sistema eléctrico de la motocicleta en cuestión.

Los autores destacan la manera en que se realiza la integración de tecnologías como: GPRS, GPS, Arduino y el protocolo MQTT, bajo el concepto de Internet de las Cosas (IdC) para favorecer la comunicación entre dispositivos móviles y vehículos de transporte particular, como las motocicletas, los automóviles e incluso, las bicicletas.

En la siguiente figura (ver Figura 7) se puede observar la página de inicio de la aplicación web “SisMo”, desarrollada por (Ramos et al., 2016), para realizar el monitoreo de una motocicleta, mediante la instalación de un dispositivo electrónico en la misma.



Figura 7. Página de inicio de la aplicación web SisMo: Sistema de Seguridad para Motocicletas (Ramos et al., 2016).

Adicionalmente, en el trabajo desarrollado por (Antonio et al., 2018), los autores presentan un proyecto en el que implementaron diversos aparatos electrónicos, como el sensor biométrico dactilar, como se puede observar en la siguiente figura (ver Figura 8), que permite la lectura e identificación de las huellas dactilares de una persona (en su caso, el propietario del vehículo). La idea principal es que, al no reconocer la huella del dueño de la motocicleta, se le aplique un bloqueo total para dificultar el hurto de esta.



Figura 8. Sensor de huella dactilar (Antonio et al., 2018).

Capítulo 2. Fundamento teórico.

Para este trabajo, los autores investigaron las propiedades de una huella dactilar, determinando que se trata de una característica única de cada individuo, además de que permanece inmutable con el paso del tiempo, asegurando una precisión del 99.9% de éxito en los casos de uso en los que se aplica. En la siguiente figura (Figura 9) se pueden apreciar las características de una huella dactilar.



Figura 9. Características de una huella dactilar (Antonio et al., 2018).

De acuerdo con los autores, el usuario activará manualmente la circulación de la corriente para encender el sensor biométrico y activarlo. Posteriormente, a través de una mini pantalla, será posible visualizar el estado de la motocicleta y en caso de superar la autenticación, se permitirá el uso de ella.

Por el contrario, si el sensor detecta que la huella no corresponde al propietario, automáticamente se bloqueará la motocicleta.

Otro de los trabajos relacionados con el uso de un sensor biométrico es presentado por (Hidayanti, 2020) en el que el autor describe la creación de un sistema de seguridad para motocicletas utilizando un sensor de huellas dactilares, en conjunto con un módulo de relevador de dos canales como enlace entre el hardware y el software, con el objetivo de mejorar la seguridad en una motocicleta.

Capítulo 2. Fundamento teórico.

Desde la perspectiva del autor, el sensor de huellas dactilares es una herramienta para hacer coincidir el patrón de huellas dactilares de una persona con un patrón que se almacena en la memoria del sensor y también se utiliza en lugar de la llave de contacto para arrancar la motocicleta. En la siguiente figura, (ver Figura 10) se puede observar un sensor de huellas dactilares, similar al que se utiliza en el trabajo presentado por el autor.

El módulo en cuestión es capaz de almacenar hasta 1000 huellas dactilares. De igual manera, el sensor admite la entrada de huellas dactilares, el procesamiento inteligente de imágenes, la comparación de huellas dactilares y el modo de búsqueda de huellas dactilares. Por último, el autor destaca que el sensor presenta una alta sensibilidad para el reconocimiento de huellas dactilares húmedas y secas, incluso con huellas cubiertas de polvo.



Figura 10. Sensor biométrico de huellas dactilares.

Además, el investigador menciona brevemente el uso del microcontrolador “Arduino Uno” como herramienta para recibir respuestas y ejecutar instrucciones en base a la

Capítulo 2. Fundamento teórico.

respuesta obtenida. De ese modo, el sistema de seguridad almacena las huellas dactilares del propietario de la motocicleta en el sensor de huellas digitales, con la finalidad de otorgarle derechos de acceso para encender su vehículo una vez que su identidad sea validada por el sistema.

Finalmente, el autor resalta en su trabajo que el porcentaje de éxito de la huella dactilar del usuario para acceder a la moto es igual al 95%, es decir, solo existe un pequeño margen de error en el que el sistema no es capaz de reconocer la huella dactilar del propietario de la motocicleta.

Otro trabajo que es importante destacar es el desarrollado por los investigadores (Nasrullah et al., 2021), que exponen un sistema de arranque de motor de una motocicleta de tres ruedas basado en Arduino Uno, con el objetivo de facilitar a los usuarios de motocicletas el encendido de su vehículo, además de agregar características de seguridad a la motocicleta, en específico contra robos, utilizando algunos componentes: como la batería de 12V, un microcontrolador Arduino Uno, un módulo Bluetooth y dos relevadores. La siguiente figura muestra el diagrama del circuito electrónico que conforma el sistema basado en Arduino, para el arranque del motor de la motocicleta, utilizando la comunicación por medio de Bluetooth (ver Figura 11).

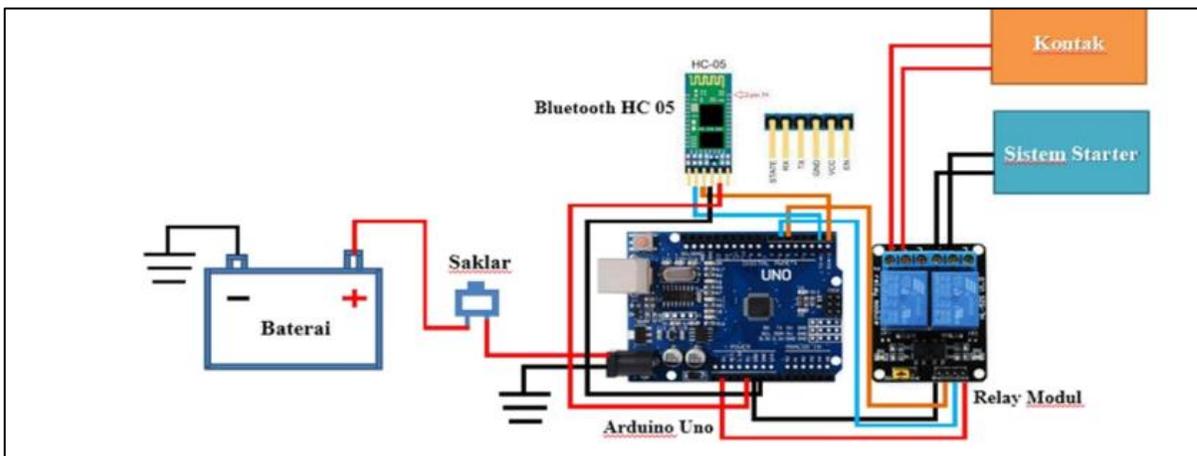


Figura 11. Circuito electrónico del sistema de arranque de la motocicleta por Bluetooth.

El dispositivo controla este sistema a través de una aplicación para Android desarrollada por el investigador. Los resultados de probar el sistema de arranque del

Capítulo 2. Fundamento teórico.

motor usando un teléfono inteligente Android son una serie de técnicas que pueden funcionar por su función, y una conexión Bluetooth en un teléfono inteligente Android puede encender el sistema de arranque del motor de la motocicleta a una distancia de 1 a 9 metros. El sistema de arranque del motor de motocicleta de tres ruedas basado en Arduino Uno minimiza efectivamente la inclinación porque los usuarios de motocicletas solo pueden usarlo si tienen un dispositivo que tenga la aplicación instalada.

En este punto, es importante resaltar que los investigadores se apoyaron en la aplicación de código abierto llamada “App Inventor”, cuyo mantenimiento está a cargo del Instituto de Tecnología de Massachusetts (MIT por sus siglas en inglés), para desarrollar la aplicación móvil que les permite controlar las funciones del dispositivo electrónico instalado en el vehículo. La siguiente figura (ver Figura 12) permite observar el diseño de la aplicación móvil, mediante la interfaz de “Diseñador” disponible en “App Inventor”. A simple vista, se pueden distinguir cuatro botones, que corresponden al encendido y apagado, tanto del switch de la motocicleta, como del botón de arranque del motor. Adicionalmente, la aplicación permite ver el estatus de conexión con el módulo Bluetooth. En general, una interfaz bastante sencilla.

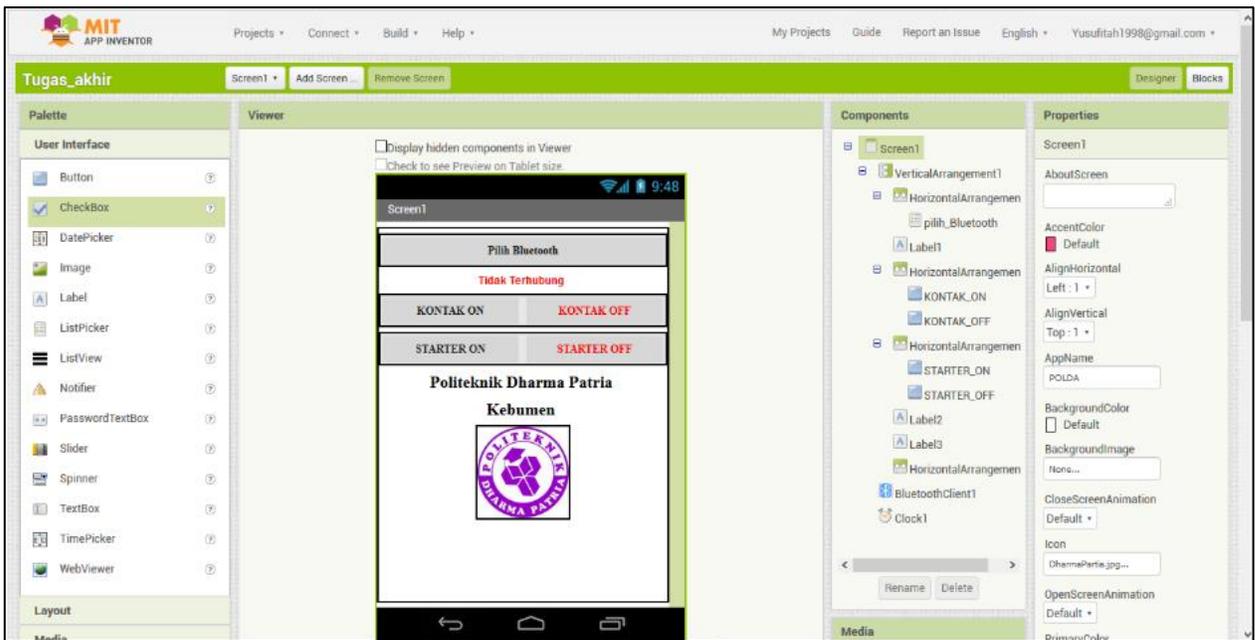


Figura 12. Diseño de la aplicación móvil en App Inventor.

Capítulo 2. Fundamento teórico.

Del mismo modo, los autores también muestran el proceso de codificación de la aplicación, que se realiza a través de bloques de código, de manera bastante intuitiva, ideal para principiantes en programación. La figura que se muestra a continuación permite observar con detalle el proceso de programación de la aplicación móvil (ver Figura 13).



Figura 13. Programación de la aplicación móvil en App Inventor utilizando bloques de código.

De manera similar, (Kiran, 2019) argumenta que, a pesar de que en la actualidad los teléfonos inteligentes más baratos utilizan sensores de huellas dactilares por motivos de seguridad, ninguna motocicleta en el mercado ofrece el sistema de seguridad por huella dactilar, mientras que los robos de vehículos incrementan con el paso de los días. Para tener una idea más clara, el autor revela que el robo de vehículos motorizados sigue siendo el delito menos resuelto en la India. En 2018 se reportaron un total de 44,158 casos de robo de vehículos, de los cuales solo se resolvieron el 19,6 %.

Por lo tanto, el autor propone un diseño para aumentar la seguridad de los vehículos motorizados mediante el uso de sensores de huellas dactilares. Derivado de su investigación, el autor ha diseñado un sistema económico que incorpora un sensor de huellas dactilares para una motocicleta. Además, se ha utilizado el Sistema de

Capítulo 2. Fundamento teórico.

Posicionamiento Global (GPS), en conjunto con el Sistema Global para las Comunicaciones Móviles (GSM), para rastrear la posición del vehículo en caso de robo.

De esta forma, el usuario obtiene directamente en su dispositivo móvil la información relacionada con la ubicación actual de su motocicleta, y así es capaz de rastrear esa ubicación en los mapas de Google. El módulo GPS/GMS es alimentado por un microcontrolador Arduino programado en el lenguaje de programación C.

El sistema de seguridad antirrobo que propone este autor utiliza la tecnología de un módulo de huellas dactilares, similar a los que ya se han presentado en párrafos anteriores. Por su parte, el módulo GPS/ GSM es utilizado para facilitar el rastreo de vehículos y también para enviar y recibir mensajes de los vehículos al usuario y viceversa.

Con este módulo, solo los usuarios autorizados pueden desbloquear el sistema utilizando el sensor de huellas dactilares. Cualquier intento de robo de la motocicleta será notificado al usuario mediante la tecnología Global de Comunicaciones Móviles (GSM). En el caso de ocurra el robo, el usuario puede enviar un comando a la unidad basada en el microcontrolador Arduino, para que este emita una señal para deshabilitar el encendido del vehículo.

Entre los componentes principales que se utilizaron para el desarrollo del sistema propuesto por (Kiran, 2019), se encuentran los siguientes:

- Sensor de huella dactilar R305
- Microcontrolador Arduino UNO.
- Relevador de cuatro canales.

Como se muestra en la figura que se muestra a continuación (ver Figura 14), el módulo de huellas dactilares se utiliza para identificar la huella dactilar de un usuario para otorgar o denegar el permiso de acceso al sistema. Posee cuatro terminales: VCC, tierra, pin de transmisión (Tx) y pin de recepción (Rx).

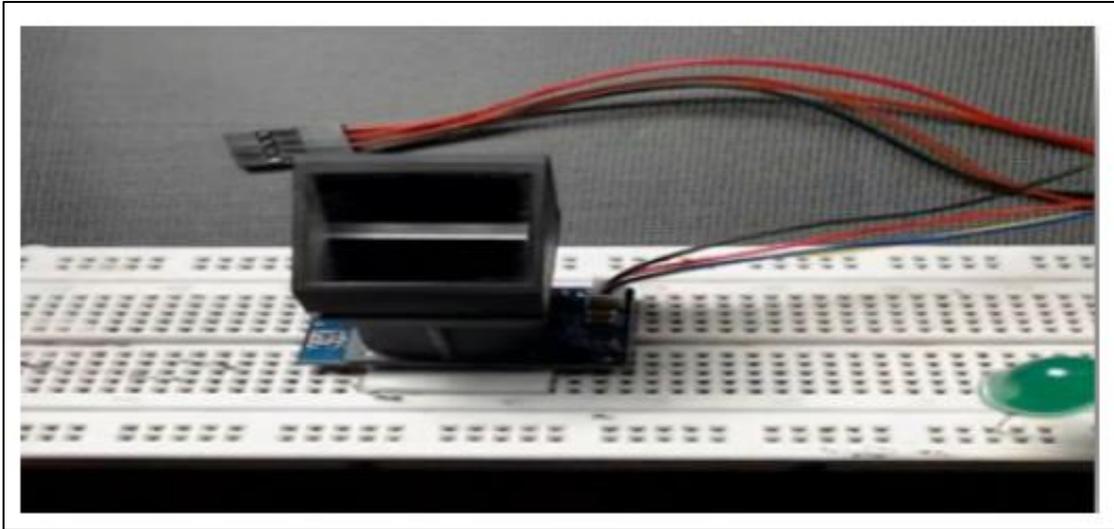


Figura 14. Sensor de huella dactilar R305.

De igual manera, el autor emplea un relevador de cuatro canales (ver Figura 15), un dispositivo electromagnético que actúa como un interruptor para controlar varios circuitos mediante una señal digital.

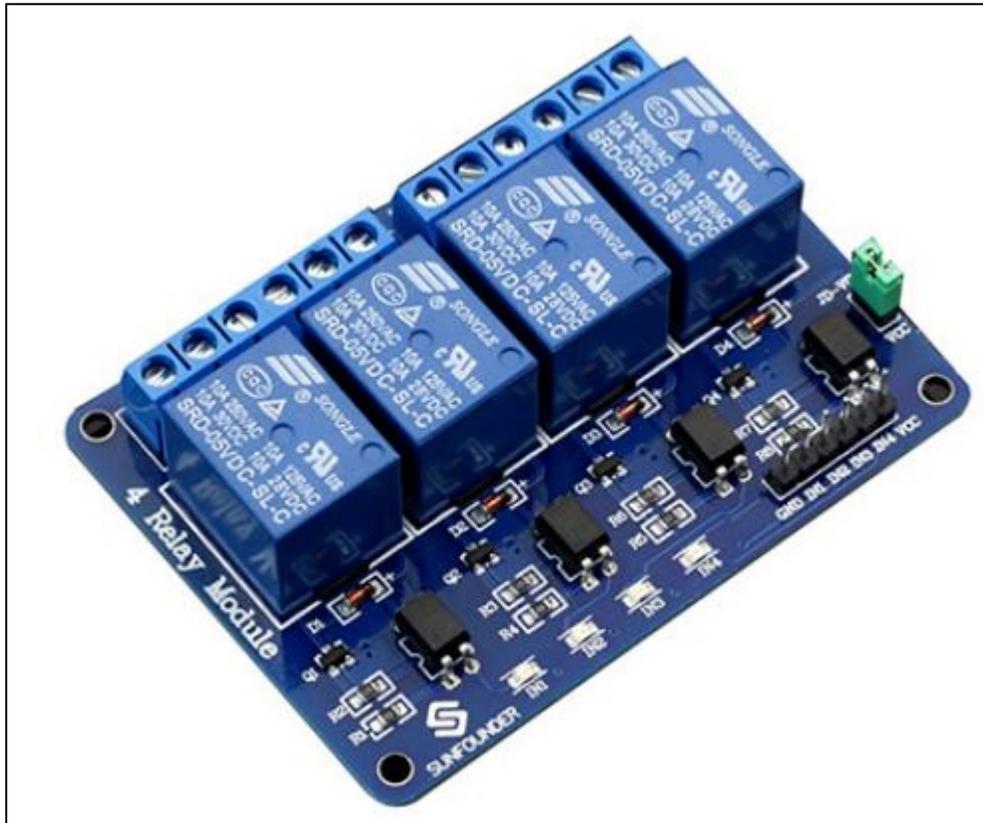


Figura 15. Relevador de 5V de cuatro canales.

Capítulo 2. Fundamento teórico.

En cuanto a la arquitectura propuesta por el autor, en la siguiente figura (ver Figura 16), podemos ver el diagrama del circuito electrónico utilizado para conectar el sensor de huella dactilar al Arduino, así como la conexión del relevador de cuatro canales. Adicionalmente, en la figura que le sigue (ver figura 17), se puede percibir la implementación del diagrama de manera física, es decir, las conexiones del circuito que conforma el sistema de seguridad de la motocicleta.

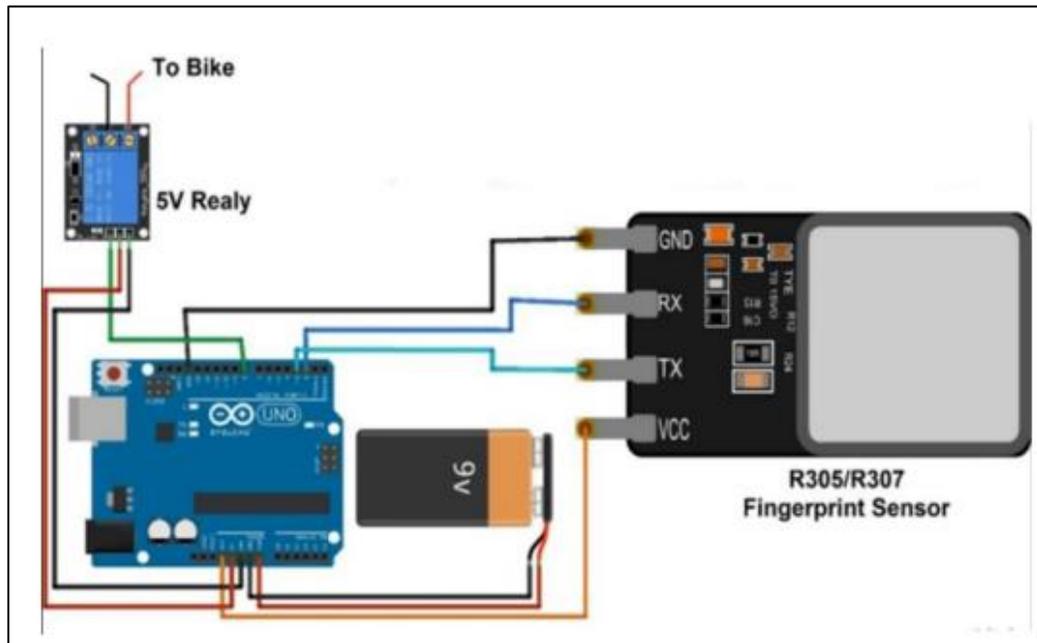


Figura 16. Diagrama lógico del circuito electrónico del sistema de seguridad.

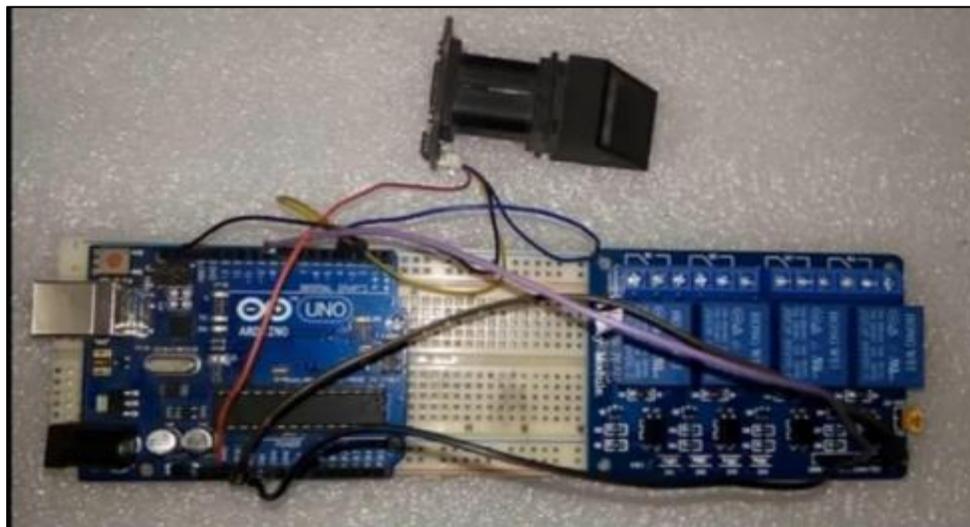


Figura 17. Circuito físico del sistema de seguridad de la motocicleta.

Capítulo 2. Fundamento teórico.

Finalmente, el autor destaca algunos de los puntos fuertes de su trabajo:

- El modelo propuesto es económico y altamente eficiente.
- El modelo propuesto es fácil de usar.
- Este modelo proporciona la mejor y mayor extensión en el control automático de los vehículos.
- Este sistema ayuda a evitar el robo de vehículos al proporcionar seguridad antirrobo al sistema.
- El sistema es flexible usando el modelo Arduino Uno.

Sintetizando un poco el trabajo de este investigador, el diseño del sistema de seguridad propuesto no solo ayuda al usuario a desbloquear el sistema de la motocicleta sin la llave, sino que también fortalece el sistema de seguridad y brinda protección multicapa al vehículo. El sensor de huellas dactilares instalado en la motocicleta se muestra en la Figura 18.



Figura 18. Sistema de seguridad antirrobo instalado en la motocicleta.

En el trabajo presentado por (Jalil et al., 2022) los autores resaltan que, con el crecimiento del Internet de las Cosas (IdC), las personas pueden usar sus teléfonos

Capítulo 2. Fundamento teórico.

inteligentes para encender su automóvil. No obstante, los investigadores también aseguran que, a pesar de estos avances, aún no es común en la industria de motocicletas que los fabricantes implementen el sistema de encendido móvil inalámbrico en sus vehículos.

Es así que, a través de su investigación, estos autores presentan el desarrollo de un arrancador sin llave utilizando una aplicación móvil que se comunica con el sistema de encendido de una motocicleta como prueba de concepto.

El proyecto incorpora exitosamente la aplicación móvil en conjunto con la implementación de la tecnología Bluetooth y el microcontrolador Arduino y proporciona una forma significativa de construir un sistema de encendido inalámbrico para motocicletas. En la siguiente figura (ver Figura 19) los autores muestran el diseño esquemático del circuito que diseñaron para el arrancador inalámbrico. El diagrama muestra la conexión del Arduino con un relevador de 4 canales, así como la conexión con el módulo Bluetooth. Además, en el diagrama se puede observar la conexión tanto con el sistema de ignición de la motocicleta, como con el botón de arranque de esta.

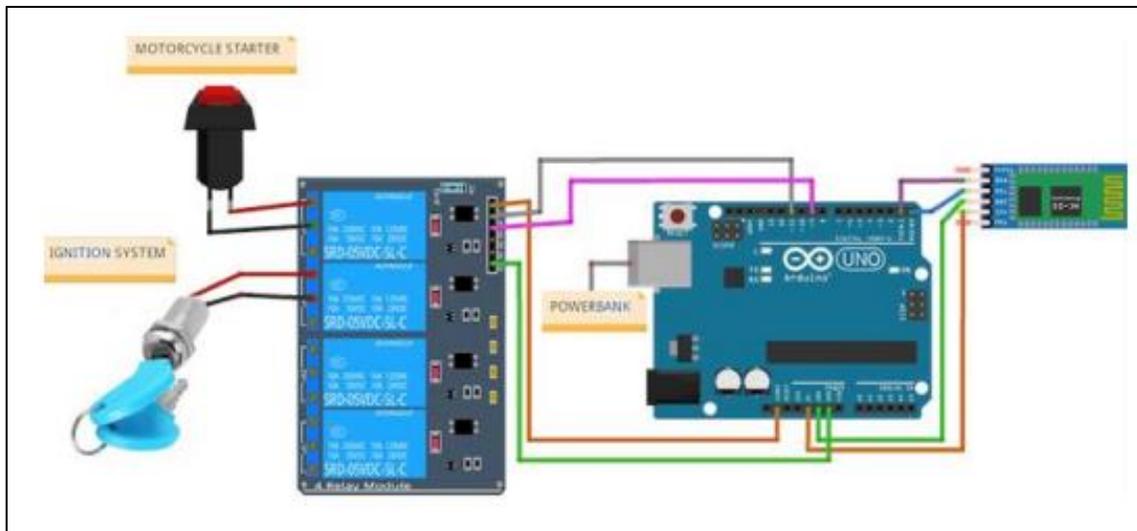


Figura 19. Diagrama esquemático para el sistema de arranque inalámbrico de la motocicleta.

Finalmente, para concluir con la revisión del fundamento teórico para este trabajo, los investigadores (Arta et al., 2020) plantean el desarrollo e implementación de un

Capítulo 2. Fundamento teórico.

sistema de monitoreo de motocicletas usando Bluetooth con un microcontrolador basado en Arduino, mediante una aplicación móvil desarrollada en Android.

Los autores explican el funcionamiento de su sistema mediante la figura 20 (ver Figura 20). Básicamente el diagrama de bloques presentado muestra que el primer paso a realizar es ingresar la aplicación móvil de control que está disponible en el dispositivo inteligente con sistema operativo Android.

Una vez dentro de la aplicación, la entrada estándar (botón ENCENDIDO/APAGADO) está disponible para ser utilizada. Los datos enviados desde el teléfono inteligente Android serán recibidos por un módulo Bluetooth conectado al sistema de microcontrolador Arduino. Los datos generados por el microcontrolador Arduino se envían al relevador a través del indicador LED que funciona para apagar la motocicleta. Luego, el relevador enviará los datos utilizados para encender o apagar el vehículo.

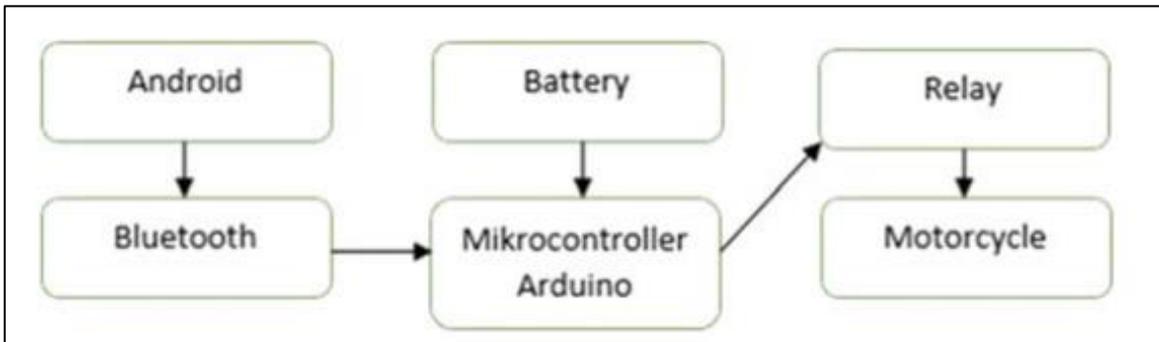


Figura 20. Diagrama de bloques del sistema de control y monitoreo de la motocicleta.

Adicionalmente, los investigadores explican con más detalle los componentes que conforman el sistema de control inalámbrico de la motocicleta. Entre los componentes que se mencionan, destacan los siguientes:

- **La batería:** un dispositivo electroquímico que está hecho para suministrar energía eléctrica de bajo voltaje (usualmente 6V o 12V) a los sistemas de encendido, arrancadores, luces y otros componentes eléctricos del vehículo en cuestión. Las baterías almacenan electricidad en forma de energía química, que se libera cuando se necesita según la carga y el sistema que lo necesite.
- **La llave de contacto:** sirve como interruptor principal para conectar y desconectar (encender/apagar) el circuito eléctrico de la motocicleta.

Capítulo 2. Fundamento teórico.

- **El relevador de arranque:** se trata del relevador principal del sistema de arranque que sirve para reducir la pérdida de voltaje que se suministra desde la batería al motor de arranque.
- **El interruptor de arranque:** este botón funciona como un interruptor de arranque de motocicleta que funciona cuando la llave está en la posición ENCENDIDO (ON).
- **El motor de arranque:** es un motor de arranque eléctrico que funciona para convertir la potencia química de la batería en una potencia rotatoria que es capaz de girar el cigüeñal para arrancar el motor.

La siguiente figura (ver Figura 21) muestra la ubicación en la motocicleta de los componentes descritos anteriormente, para facilitar el entendimiento de la integración del sistema de control basado en Arduino con los componentes eléctricos de la moto.

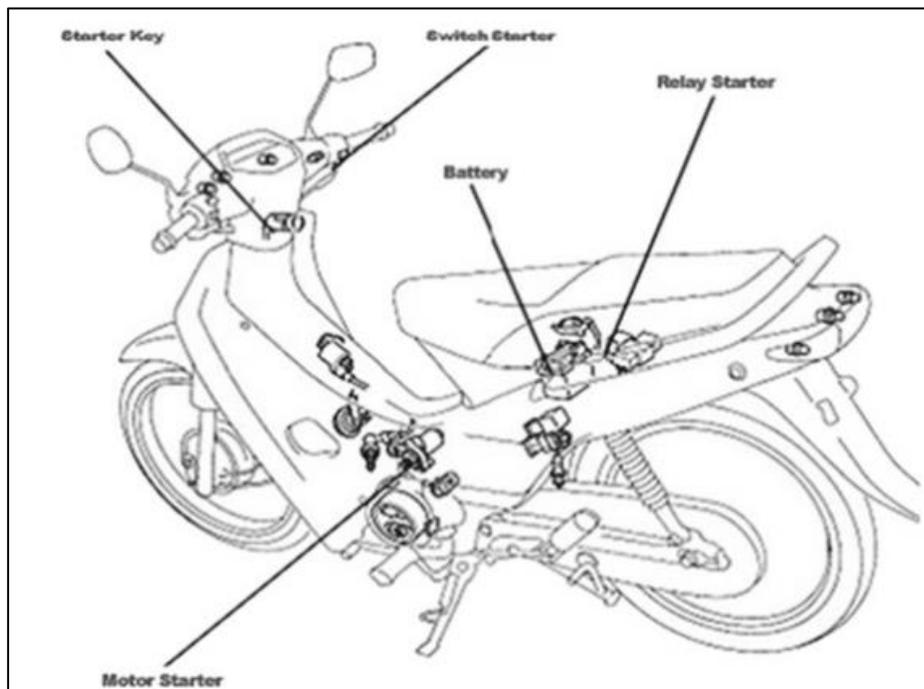


Figura 21. Componentes eléctricos de la motocicleta controlados por el sistema de seguridad basado en Arduino.

Por último, los autores también hablan del uso de la aplicación App Inventor (MIT), para realizar la codificación de la aplicación móvil para Android. Los investigadores hacen uso de App Inventor para diseñar la interfaz gráfica del sistema, así como para permitir que la aplicación se pueda conectar al microcontrolador Arduino a través del

Capítulo 2. Fundamento teórico.

módulo Bluetooth. La siguiente figura (ver Figura 22) muestra los bloques de código necesarios para elegir de una lista el módulo Bluetooth al que se requiere conectar la aplicación y de esta manera, establecer la conexión entre la aplicación móvil y el Bluetooth.

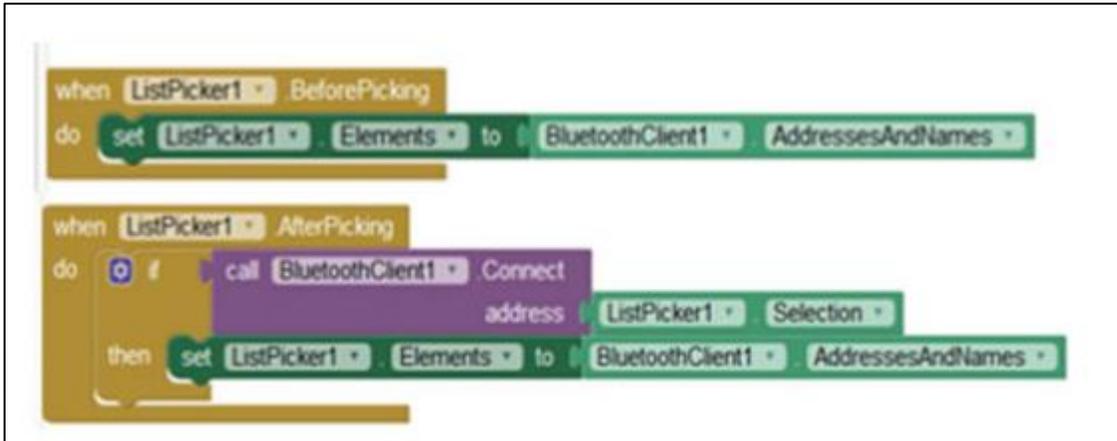


Figura 22. Bloques de código para seleccionar el módulo Bluetooth y realizar la conexión inalámbrica con el dispositivo móvil.

Capítulo 3. Planteamiento del problema.

Planteamiento del problema.

3.1. Identificación.

Como se mencionó en la revisión del estado del arte, en Guanajuato, el número de motocicletas registradas, en 2020, era de 410,166. De esa cantidad, 13,842 se encontraban registradas en el municipio de Uriangato, superando por un ligero margen la cantidad de automóviles en la ciudad. En una entrevista que realizó Luis Telles en noviembre de 2021, del periódico “Correo”, al entonces director de Movilidad de Uriangato, Omar Baeza, además de dar a conocer la cifra de motocicletas registradas en el municipio, mencionó que la cantidad real de motocicletas que se encuentran en circulación era de aproximadamente 30,000 unidades, por lo que se puede deducir que la cantidad de motocicletas que no cuentan con registro supera considerablemente a la cantidad oficial proporcionada por INEGI.

Por otro lado, los datos consultados en la revisión del estado del arte revelan que, en 2019, se registraron 304,213 delitos ocurridos por robo total o parcial de vehículos a nivel nacional, una cifra alarmante.

Por lo tanto, ante el aumento de la inseguridad en el estado de Guanajuato, especialmente en la región sur que es en donde se encuentra Uriangato, es urgente implementar medidas para poder revertir la situación en la que se encuentra el municipio.

3.2. Justificación.

Como se ha mencionado hasta ahora, resulta evidente que un gran número de motocicletas se concentra en la ciudad de Uriangato. Por otro lado, la región también se caracteriza por los elevados índices de seguridad, por lo que no es difícil imaginar que el robo de motocicletas se encuentre entre las actividades delictivas más recurrentes. De esta manera, este proyecto pretende disminuir la probabilidad de que una motocicleta sea objeto de robo, a través de un mecanismo basado en el microcontrolador Arduino, que permita controlar el paso de la corriente para permitir el

Capítulo 3. Planteamiento del problema.

encendido u apagado de esta, utilizando para ello una aplicación para dispositivos móviles.

3.3. Alcance.

En este proyecto se propone la implementación de un módulo basado en Arduino, para poder controlar el flujo de corriente en el sistema de encendido y apagado de una motocicleta. Para ello, se realizará la investigación de trabajos similares presentes en la literatura. Posteriormente se procederá con la programación del microcontrolador, implementado los módulos correspondientes, además de desarrollar la aplicación móvil para realizar la interacción a través del uso del teléfono inteligente. Finalmente, se implementará el mecanismo en una motocicleta para verificar su correcto funcionamiento.

Capítulo 4. Objetivos.

Objetivos.

4.1. Objetivo general

- Implementar un mecanismo de cortacorriente controlado por Bluetooth basado en el microcontrolador Arduino, para disminuir la probabilidad de robo en una motocicleta, a través de una aplicación para dispositivos móviles.

4.2. Objetivos específicos

- Revisar en la literatura las soluciones propuestas para prevenir el robo de motocicletas a través del uso del uso de microcontroladores Arduino.
- Desarrollar la aplicación para controlar el microcontrolador Arduino, utilizando el software Arduino de código abierto (IDE) para cargar el programa en la placa.
- Desarrollar la aplicación para dispositivos móviles con Sistema Operativo Android, a través “App Inventor”, herramienta a cargo del MIT.
- Implementar el módulo de cortacorriente en una motocicleta para verificar su funcionamiento.

Capítulo 5. Procedimiento.

Procedimiento.

Planteamiento del problema

Este proyecto comenzó en el momento en que se identificó una problemática que se vive en el municipio de Uriangato, relacionado con el robo de motocicletas. Como se ha analizado en el estado del arte, en esta ciudad del sur del estado de Guanajuato, existe un gran número de motocicletas en circulación, pero también han aumentado los índices de inseguridad, específicamente en cuanto al robo de vehículos de motor. Por lo tanto, se ha identificado una gran área de oportunidad para desarrollar un sistema, mediante el Internet de las Cosas, en conjunto con las TICs, que permita brindar una capa extra de seguridad a la motocicleta, buscando prevenir o disminuir el robo.

Revisión del estado del arte

Se revisaron trabajos similares en una gran variedad de países, respecto al robo de motocicletas y el desarrollo de un sistema de seguridad, específicamente para motocicletas. Los resultados influyeron de manera positiva en el desarrollo de este proyecto, pues la mayoría de estos sistemas utilizaron sensores de bajo costo, así como el microcontrolador Arduino, además de que se trataban de sistemas que podían ser manipulados mediante una aplicación para dispositivos móviles.

Obtención de los componentes necesarios para el cortacorriente

Microcontrolador Arduino

Con la creciente popularidad de Internet de las Cosas, las plataformas como Arduino resultaron ser una excelente opción para desarrollar soluciones informáticas, con un costo muy bajo, que permitan crear aplicaciones para automatizar tareas en el hogar, en el trabajo, incluso el desarrollo de ciudades inteligentes.

Arduino es una plataforma de código abierto que se utiliza, principalmente, para el desarrollo de proyectos en la rama de la electrónica. Se trata de una placa de circuito

Capítulo 5. Procedimiento.

programable física (un microcontrolador), que se puede programar a través de una gran variedad de lenguajes. Mediante un cable USB, se pueden cargar los programas desarrollados para Arduino.

De acuerdo con (Badamasi, 2014) Arduino es una plataforma de código abierto que se utiliza para construir y programar dispositivos electrónicos. Puede recibir y enviar información a la mayoría de los dispositivos, e incluso a través de Internet para comandar el dispositivo electrónico específico. Además, Arduino utiliza un hardware llamado placa de circuito Arduino Uno y un programa de software (C++ simplificado) para programar la placa.

Actualmente, este microcontrolador se utiliza bastante dentro de la programación de microcontroladores, debido a su facilidad de configuración.

Por otro lado, un Arduino permite la lectura de información de dispositivos de entrada, como sensores, antenas, potenciómetros, etc., y también permite el envío de información a dispositivos de salida como LEDs, bocinas, pantallas LCD, entre muchos otros.

Para este proyecto se utilizará el modelo de Arduino “UNO R3” que se muestra en la siguiente figura (ver Figura 23). De acuerdo con el fabricante, este microcontrolador cuenta con las siguientes características:

- Voltaje de operación: 5V
- Voltaje de entrada recomendado: 7-12V
- Voltajes de entrada mínimo y máximo: 6-12V
- Pines de E/S digital: 14 (6 para salida PWM)
- Pines de entrada analógica: 6
- Corriente CC por cada pin E/S: 20 mA
- Corriente CC para el pin de 3.3V: 50 mA
- Memoria Flash: 32 KB (ATmega328) de los cuales 0.5KB son usados para el gestor de arranque.

Capítulo 5. Procedimiento.

- SRAM: 2 KB (ATmega328)
- EEPROM: 1 KB (ATmega328)
- Frecuencia de reloj: 16 MHz
- 1 puerto serie por hardware
- Longitud: 80.00 mm
- Ancho: 55.1 mm
- Altura: 24.8 mm
- Peso: 31.7 g

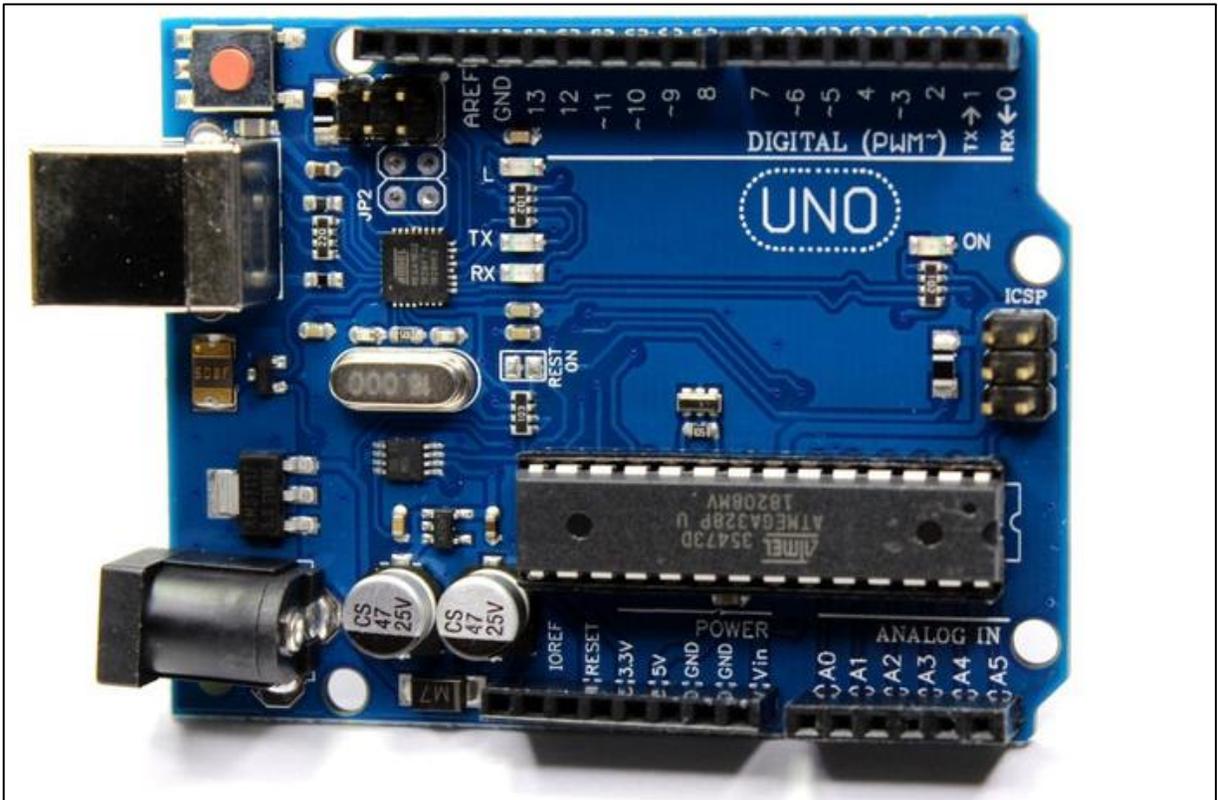


Figura 23. Microcontrolador Arduino “UNO R3”.

Para el desarrollo del proyecto, se utilizarán los siguientes componentes adicionales para el microcontrolador:

Módulo Bluetooth HC-05

Capítulo 5. Procedimiento.

El módulo para conexión inalámbrica por Bluetooth (Figura 24) cuenta con soporte para conexiones inalámbricas mediante el protocolo “bluetooth”. Además, cumple con las especificaciones del estándar Bluetooth 2.0 a 2.4 GHz, altamente compatible con dispositivos móviles Android.

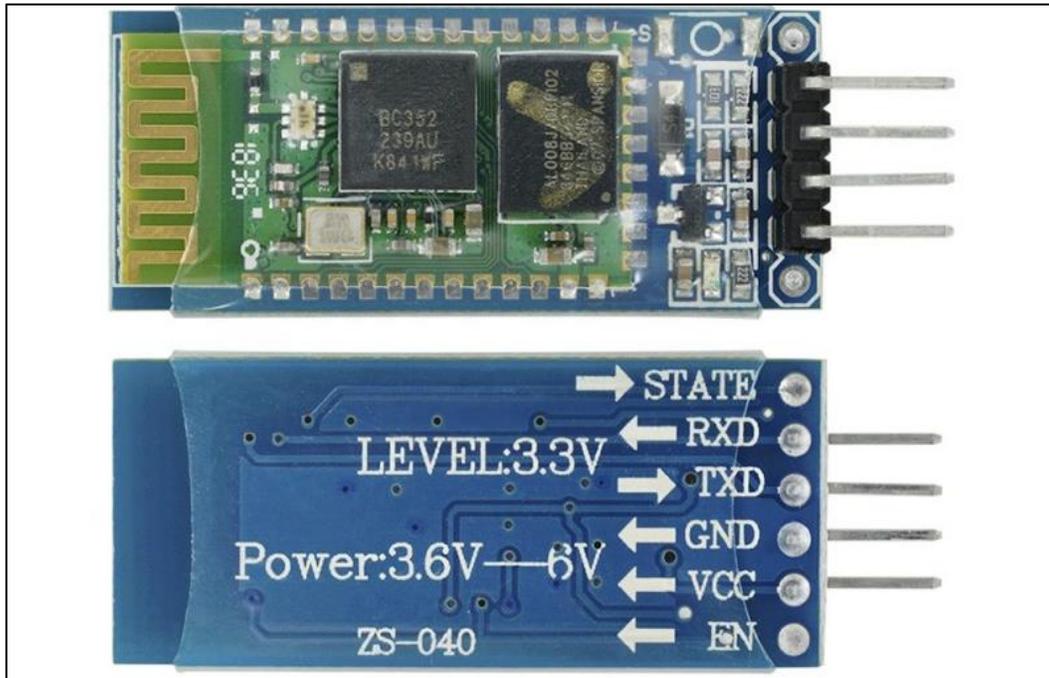


Figura 24. Módulo Bluetooth HC-05.

Módulo Relevador de 5V de 4 canales

De acuerdo con (Hidayanti, 2020) un relevador es un interruptor que funciona eléctricamente y que consta de dos partes principales: la parte electromagnética (bobina) y la parte mecánica (conjunto de interruptores). El relevador emplea el principio electromagnético para mover el interruptor de contacto para que con una pequeña corriente eléctrica (baja potencia) pueda conducir una potencia de mayor voltaje.

El módulo utilizado para el desarrollo de este proyecto (ver Figura 25) consiste en cuatro relevadores de 5V y los componentes de conmutación y aislamiento asociados, lo que facilita la interfaz con un microcontrolador o sensor con un mínimo de componentes y conexiones.

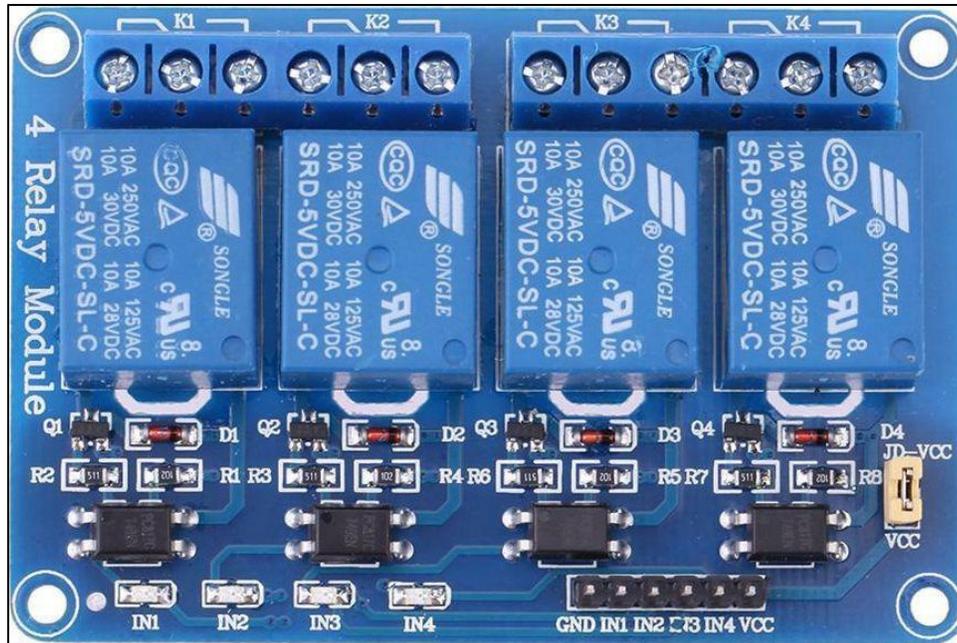


Figura 25. Módulo de relevador de 5V de cuatro canales.

Módulo regulador de voltaje LM2596

El módulo regulador de voltaje LM2596 (ver Figura 26) es un dispositivo electrónico que permite regular o disminuir el voltaje de entrada de un circuito a partir de una fuente de alimentación con un voltaje mayor. Soporta una corriente de hasta 3A, un voltaje de entrada de entre 4V y 35V y ofrece un voltaje de salida de 2V a 28V. El voltaje de salida se selecciona mediante un potenciómetro multivuelta.

Para hacer uso de este módulo es necesario conectar una fuente de voltaje o una batería en los pines de entrada marcados con las letras IN- e IN+, para poder obtener un voltaje de salida en los pines marcados con las letras OUT- y OUT+. Para regular el voltaje de salida es preciso utilizar un destornillador para girar el pequeño tornillo (trimpot). Finalmente, con la ayuda del multímetro se puede visualizar el voltaje de salida y así es posible definir el voltaje necesario para el proyecto en cuestión.



Figura 26. Módulo regulador de voltaje LM2596.

Programación del Arduino utilizando el ide de código abierto

Arduino no necesita una pieza de Hardware separada para cargar el código nuevo en la placa, simplemente se puede utilizar un cable USB para cargar el código, y el software de Arduino se desarrolla mediante una versión simplificada del lenguaje de programación C ++.

Toda la programación se realiza mediante el “Software Arduino de código abierto (IDE)”, que facilita la escritura de código y la carga en la placa. Este software se puede utilizar con cualquier placa Arduino.

Citando nuevamente a (Badamasi, 2014), El IDE (Entorno de Desarrollo Integrado) de Arduino se divide en tres partes principales:

- Área de comando: esta área, ubicada en la parte superior, contiene elementos del menú como Archivo, Editar, Bosquejo, Herramientas, Ayuda e Iconos.
- Área de texto: en esta área, se escribe el código, utilizando una versión simplificada del lenguaje de programación C++ que facilita la escritura del programa (sketch).

Capítulo 5. Procedimiento.

- Área de la ventana de mensajes: aquí se muestra el mensaje del IDE en el área negra ubicada en la parte inferior del IDE, principalmente para la verificación del código.

En la siguiente figura (ver Figura 27) se puede apreciar la pantalla de inicio del Software Arduino (IDE).

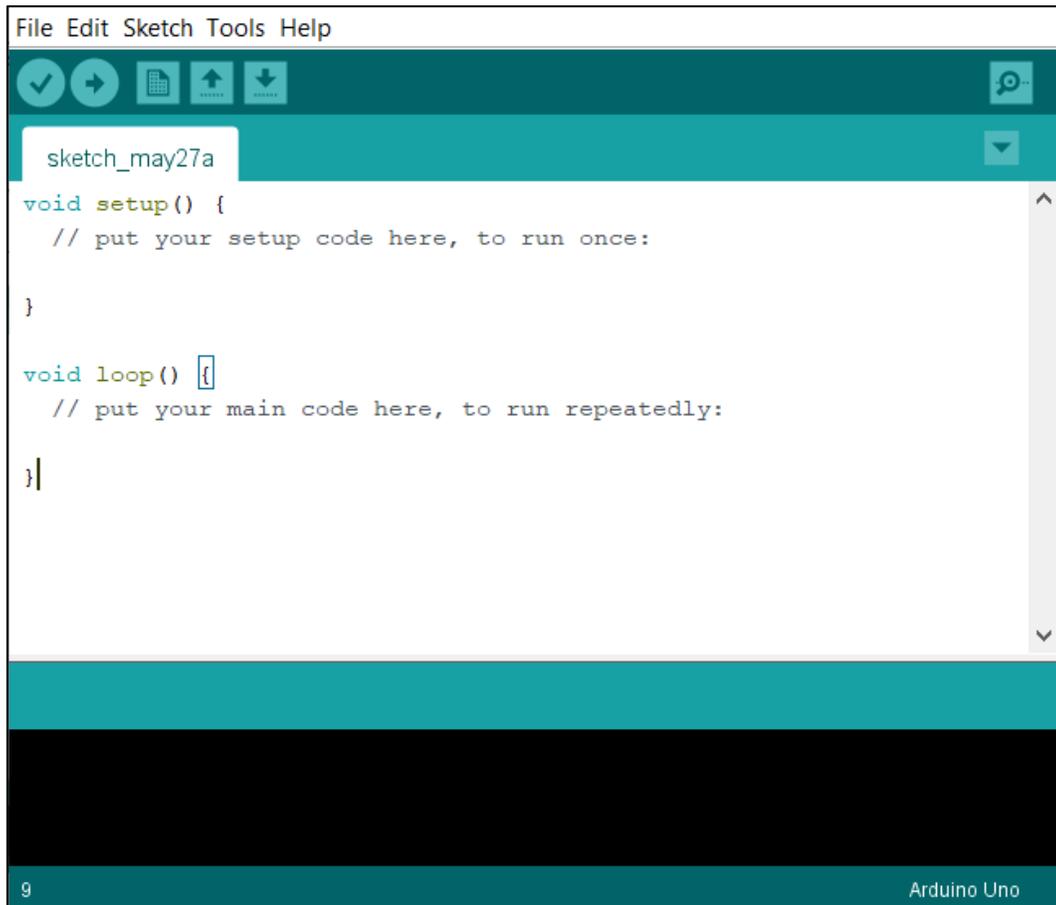


Figura 27. Software Arduino (IDE) de código abierto.

Para comenzar con la programación de este proyecto, primero era necesario verificar la conexión entre el Arduino y la aplicación móvil, por lo que se tenía que implementar el módulo de Bluetooth.

En la Figura 28, se muestra el código correspondiente a la definición de las variables necesarias para controlar un par de LEDs en el circuito, además de definir la variable para manipular el relevador. Posteriormente, se definen los pines de salida que controlarán estos componentes conectados al Arduino.

```
cortacorriente §  
int led1 = 2; int led2 = 3; int relay1 = 4;  
  
int estado = 0;  
  
void setup()  
{  
  Serial.begin(9600);  
  pinMode(led1, OUTPUT);  
  pinMode(led2, OUTPUT);  
  pinMode (relay1, OUTPUT);  
  digitalWrite(relay1, HIGH);  
}
```

Figura 28. Definición de variables y establecimiento de pines de salida

A continuación, en función llamada **loop** (que representa un ciclo), se definió el código que se va a ejecutar una y otra vez, a lo largo del programa. En la siguiente figura (ver Figura 29), se puede observar el código necesario para, en primer lugar, detectar la letra que envía la aplicación móvil (en este caso, un solo caracter), a través de la comunicación por Bluetooth. Después de identificar dicha letra, se envía la señal correspondiente para encender (o apagar) el LED indicado, que se encuentra conectado al Arduino mediante una Protoboard.

```
void loop()
{
  if(Serial.available() > 0)
  {
    estado = Serial.read();
  }
  switch(estado)
  {
    case 'a':
      digitalWrite(led1, LOW);
      break;
    case 'b':
      digitalWrite(led1, HIGH);
      break;
    case 'c':
      digitalWrite(led2, LOW);
      break;
    case 'd':
      digitalWrite(led2, HIGH);
      break;
    case 'e':
      digitalWrite (relay1, HIGH);
      break;
    case 'f':
      digitalWrite (relay1, LOW);
      break;
  }
}
```

Figura 29. Código para identificar la letra enviada por la aplicación móvil para enviar la señal correcta al LED.

Desarrollo de la aplicación móvil utilizando App Inventor

Para el propósito de este proyecto, se decidió utilizar una aplicación móvil, específicamente desarrollada para el Sistema Operativo Android, para poner a manipular el sistema utilizando la comunicación por Bluetooth.

Desde luego, el desarrollo de una aplicación de Android desde cero puede no ser adecuado o eficiente para muchos de los casos, especialmente para todos aquellos que no tengan conocimientos especiales de programación.

Capítulo 5. Procedimiento.

Por esa razón, para este proyecto se decidió utilizar una de las aplicaciones más populares para tal fin, como lo es MIT App Inventor 2.

De acuerdo con (Adiono et al., 2019), “MIT App Inventor 2 es un entorno visual basado en la web, de acceso gratuito y de arrastrar y soltar que proporciona una interfaz gráfica para que los usuarios diseñen y creen aplicaciones de Android completamente funcionales”.

Es preciso destacar que este entorno visual, MIT App Inventor 2, consta de dos partes principales:

- Diseñador de Componentes: permite al usuario arrastrar y soltar elementos como cuadros de texto y botones para crear una interfaz de usuario de una aplicación de Android (ver Figura 30).
- Editor de Bloques: permite al usuario programar los componentes para que se comporten de cierta manera al organizar los bloques lógicos, que están diseñados de manera similar a las piezas de un rompecabezas (ver Figura 31).

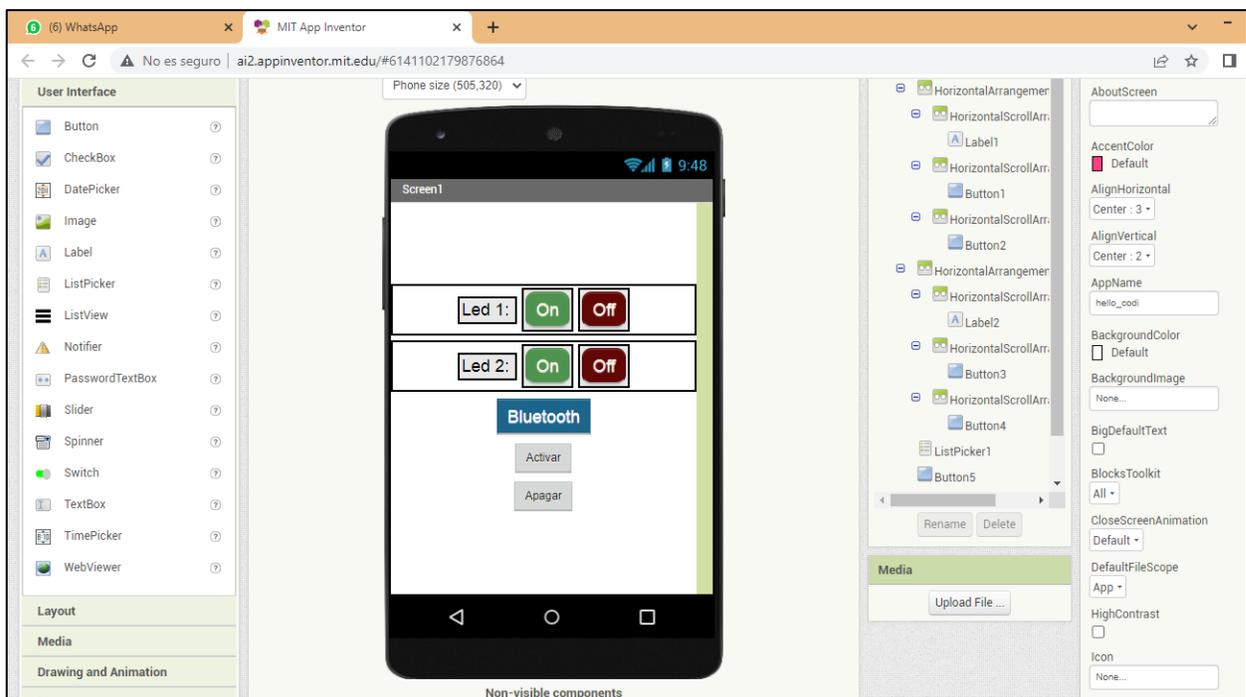


Figura 30. Creación de la Interfaz Gráfica de Usuario para el proyecto, utilizando el Diseñador de Componentes de MIT App Inventor 2

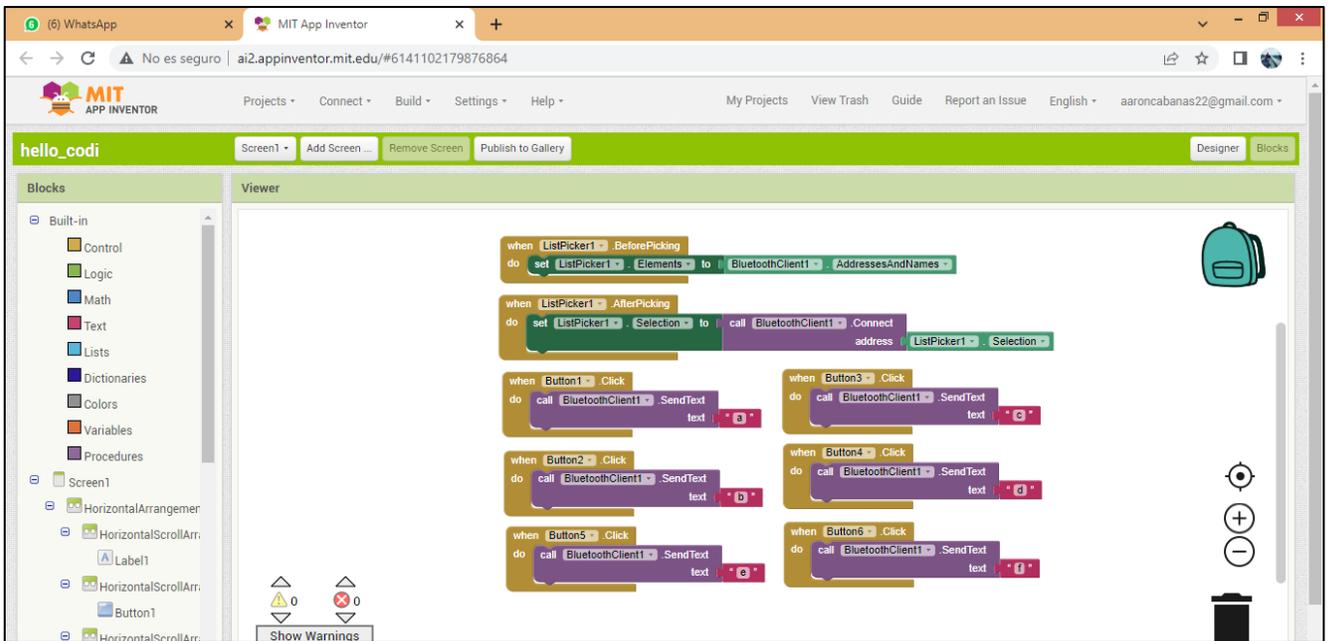


Figura 31. Programación de la funcionalidad de la aplicación del proyecto, utilizando el Editor de Bloques de MIT App Inventor 2

De esta manera, la facilidad de uso del entorno de desarrollo “MIT App Inventor 2” lo hace adecuado para el proceso de creación de prototipos antes de continuar con el desarrollo de la aplicación de Android para implementar funciones más avanzadas.

Pruebas de la aplicación en un entorno controlado

Para comprobar el funcionamiento del módulo de Bluetooth en la comunicación entre el dispositivo móvil y el Arduino, se instaló la aplicación en un dispositivo móvil físico con Sistema Operativo Android. Esta instalación se realizó a través de Wi-Fi, utilizando la aplicación “MIT AI2 Companion” en el celular (aplicación disponible en la tienda oficial de Android “Play Store”), y escaneando un código QR en el entorno web de “App Inventor”. El resultado de puede observar en la siguiente figura (ver Figura 32).

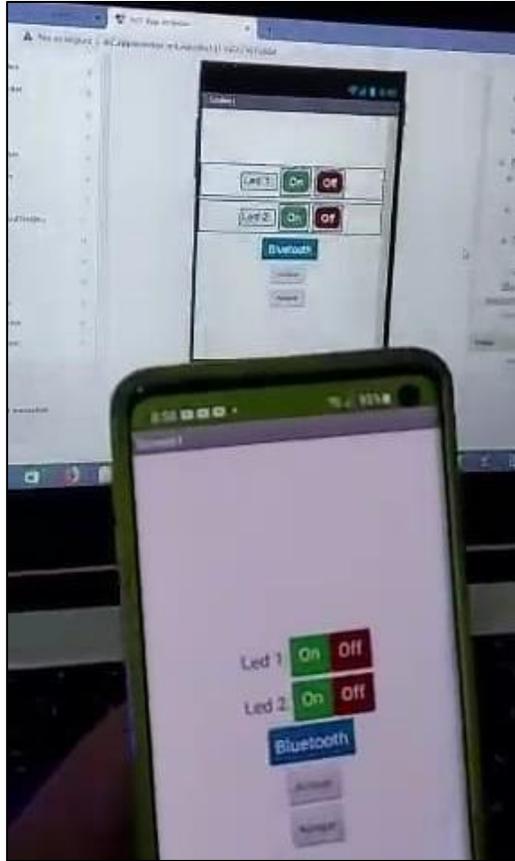


Figura 32. Instalación de la aplicación creada en App Inventor en un dispositivo físico.

A continuación, se procedió a utilizar la aplicación para controlar el encendido y apagado de un par de LEDs, que se encuentran conectado a una Protoboard, utilizando la aplicación móvil recién instalada.

Mediante la aplicación, al presionar los botones en la pantalla, se envía una letra hacia el Arduino (puede ser 'a', 'b', 'c' o 'd'), dependiendo de la acción que se quiera realizar (apagar o encender el LED indicado). Posteriormente, el Arduino recibe ese caracter, y lo identifica, para poder realizar la acción correspondiente, mediante el envío de una señal digital (LOW para apagar el LED y HIGH para encenderlo), a través de los pines que se configuraron en un inicio en el Software Arduino de código libre. La siguiente secuencia de imágenes permite apreciar el resultado de esta operación (ver Figura 33).



Figura 33. Verificación de la comunicación de la aplicación instalada en el dispositivo móvil y el circuito construido en Arduino, a través del módulo de Bluetooth.

Implementación del sistema en una motocicleta

Para comprender fácilmente los pasos seguidos durante el desarrollo de este proyecto, la Figura 34 muestra el diagrama de flujo de la metodología utilizada durante todo el proceso de creación del proyecto.

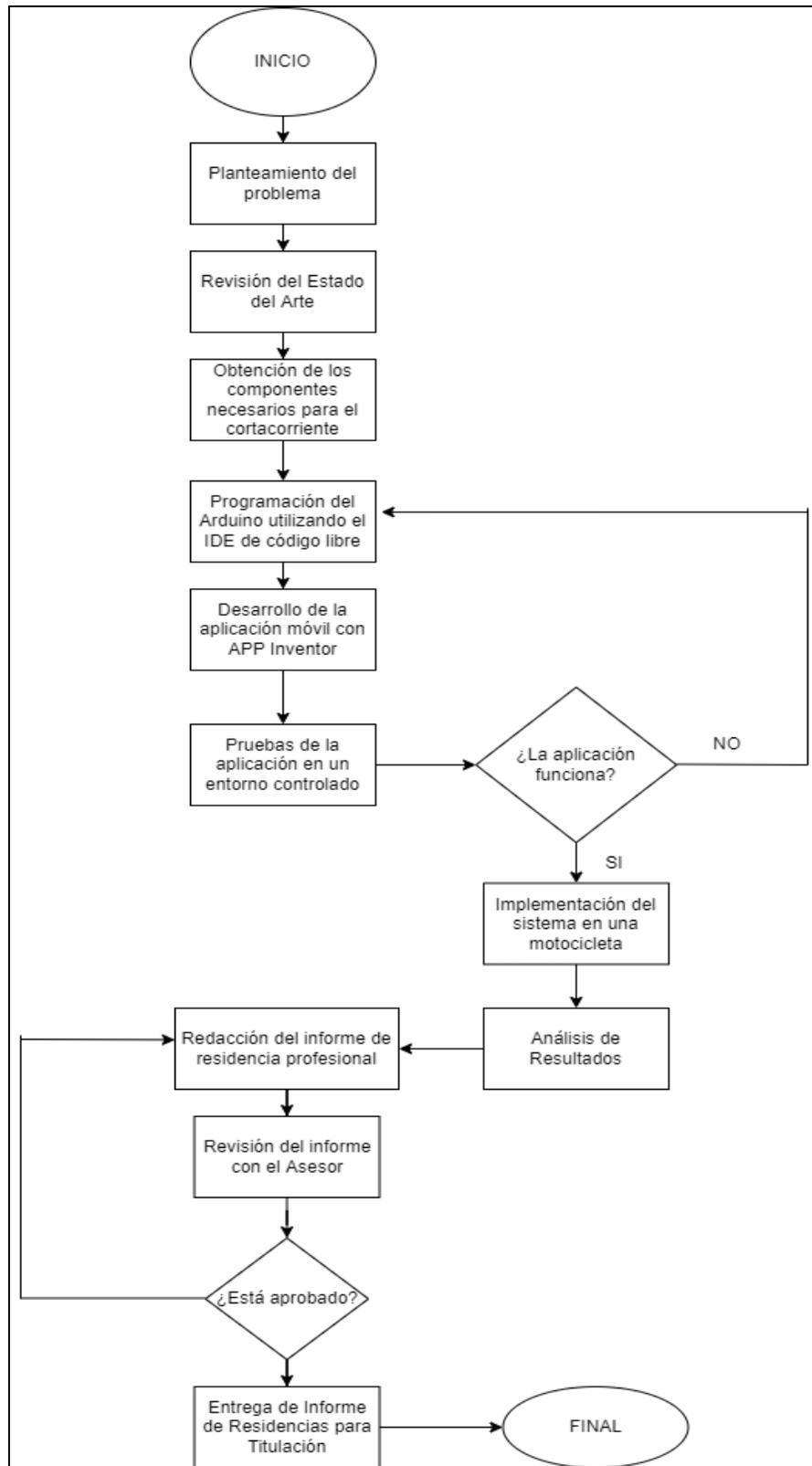


Figura 34. Diagrama de flujo para desarrollar la metodología del proyecto.

Capítulo 5. Procedimiento.

Una vez que se comprobó la comunicación entre el dispositivo móvil y el microcontrolador Arduino a través del módulo Bluetooth, se procedió a modificar la interfaz de la aplicación para dejar únicamente los botones necesarios para controlar tanto el componente de la llave de contacto, como el botón de arranque de la moto. En la Figura 35 se puede apreciar la versión final de la aplicación móvil.



Figura 35. Interfaz gráfica actualizada para la aplicación móvil.

Capítulo 5. Procedimiento.

Además, para solucionar un problema que surgió debido a una actualización del Sistema Operativo Android, se agregaron bloques de código para resolver la cuestión de permisos de la aplicación en cuanto al uso del módulo de Bluetooth. La siguiente figura (ver Figura 36) muestra los bloques de código que se agregaron desde la ventana de “Bloques” de la aplicación “App Inventor”. Dicho código otorga los permisos necesarios al momento de utilizar la aplicación móvil para poder establecer correctamente la comunicación inalámbrica entre el teléfono inteligente y el Arduino.

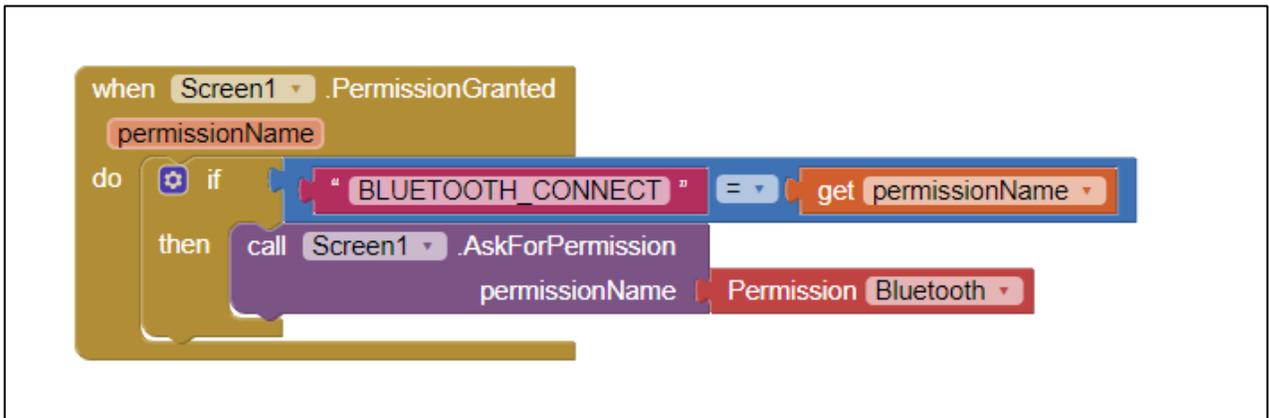


Figura 36. Bloque de código para solicitar permiso de conexión Bluetooth desde la aplicación

Cabe destacar que la motocicleta en la cual se implementó el componente electrónico basado en Arduino es de la marca Yamaha, específicamente el modelo Crypton 2014. A continuación, se muestran las características de la motocicleta (ver Tabla 2) así como la motocicleta sobre la cual se va a instalar el dispositivo (ver Figura 37).

Tabla 2. Especificaciones técnicas de la motocicleta Yamaha Crypton 110.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
MOTOR	4 tiempos, enfriado por aire forzado, SOHC, mono cilíndrico
CILINDRADA	110 cc
DIÁMETRO X CARRERA	51mm x 54m
POTENCIA	5.1KW (6.9PC) a 8000RPM
TORQUE MÁXIMO	7.9 NM a 5500RPM

ARRANQUE	Eléctrico y pedal
CAPACIDAD DE COMBUSTIBLE	4.2 L
TRANSMISIÓN	4 velocidades, engrane constante, cadena, semiautomática

A continuación, la imagen de la motocicleta:



Figura 37. Motocicleta Yamaha Crypton 110.

El siguiente paso fue identificar los cables correspondientes a los componentes eléctricos de la motocicleta. Básicamente el botón de arranque y el módulo para ingresar la llave de contacto poseen únicamente dos cables.

Por lo tanto, la conexión con tales componentes se realiza de forma directa desde el polo común y el polo normalmente abierto del relevador de cuatro canales. El relevador número 3 se conectó al componente de la llave de contacto. El relevador número cuatro se conectó al botón de arranque.

La batería de la motocicleta brinda 12V de salida, por lo tanto, se utilizó el módulo de regulador de voltaje como intermediario entre la batería y el microcontrolador Arduino, y el ajuste de voltaje se configuró en 7V.

Capítulo 5. Procedimiento.

De esta manera, el Arduino puede brindar los 5V de salida, tanto para alimentar el módulo Bluetooth, como para alimentar el módulo de relevadores de cuatro canales.

En la siguientes figuras (ver Figura 38 y Figura 39) se puede observar el armado del circuito y la conexión con los componentes eléctricos de la motocicleta.



Figura 38. Armado del circuito físico para controlar los componentes eléctricos de la motocicleta.



Figura 39. Conexión del sistema de seguridad con los componentes eléctricos de la motocicleta.

Una vez que se realizó la conexión se procedió a probar la aplicación para comprobar su funcionamiento. Tanto las funciones de contacto de la llave como el botón de arranque funcionan correctamente, como se puede apreciar en la siguiente figura (ver Figura 40), la motocicleta se puede encender desde la interfaz gráfica de la aplicación.



Figura 40. Motocicleta encendida desde la aplicación móvil.

Capítulo 5. Procedimiento.

De igual manera, desde la aplicación se puede apagar la motocicleta pues es posible deshabilitar el paso de la corriente al módulo de la llave de contacto, por lo que la motocicleta se apaga, como se ve en la Figura 41.



Figura 41. La motocicleta se puede apagar desde el dispositivo móvil.

Capítulo 6. Evaluación o impacto económico.

Evaluación o impacto económico.

En la literatura es posible encontrar una gran cantidad de información respecto al uso de microcontroladores basados en Arduino para desarrollar proyectos y resolver problemáticas sociales y personales, a un bajo costo.

Por ejemplo, en el trabajo de (Gunpath et al., 2017) los autores plantean el diseño y la implementación de un sistema doméstico inteligente simple y de bajo costo que permite controlar varios actuadores en función de los datos recopilados por múltiples sensores pasivos y activos instalados en ubicaciones estratégicas del hogar. Su objetivo principal es permitir que los propietarios de viviendas experimenten un estilo de vida más conveniente y confortable, un entorno más seguro y una mejor eficiencia energética. Los criterios de diseño se han centrado en garantizar que el sistema sea asequible, fiable, fácil de usar y adaptable a las necesidades de los propietarios de viviendas. Además, sus principales características, que facilitan el funcionamiento de las actividades domésticas comunes, lo hacen atractivo para los hogares, especialmente aquellos con personas mayores y discapacitadas.

Por lo tanto, a continuación, se presenta una tabla comparativa (ver Tabla 3) que permite apreciar el costo de los diferentes componentes que fueron utilizados para el desarrollo de este proyecto.

Tabla 3. Tabla comparativa que muestra los precios de los diferentes componentes electrónicos utilizados para el proyecto.

Componente	Costo	Tienda
Arduino UNO R3	\$399	Amazon (Elegoo)
	\$189	Mercado Libre (Tecnu)
Módulo Bluetooth	\$172	Amazon (eboxer)
	\$94	Mercado Libre (Tecnu)

Capítulo 6. Evaluación o impacto económico.

Módulo de regulador de voltaje	\$128	Amazon (Wendryer)
	\$55	Mercado Libre (Tecnu)
Relevador de cuatro canales	\$145	Amazon (TresD)
	\$86	Mercado Libre (Tecnu)
TOTAL	\$844	Amazon
	\$424	Mercado Libre

Como se puede observar derivado de la tabla anterior, la opción más conveniente para adquirir el equipo necesario para la fabricación de este sistema es Mercado Libre, específicamente la tienda en línea con el nombre (Tecnu), con un costo total de \$424 pesos mexicanos.

Sería conveniente investigar qué piezas se pueden sustituir por otros componentes más económicos, específicamente reemplazar el Arduino UNO, por un Arduino Mini, y el regulador de voltaje por otro dispositivo, con la intención de disminuir aún más el precio de fabricación, pensando potencialmente en volver comercial este prototipo de sistema de seguridad para motocicletas.

Capítulo 7. Resultados.

Resultados.

Se realizaron varias pruebas para verificar, en primer lugar, que la comunicación entre ambas partes (la aplicación móvil y el circuito electrónico) se llevara a cabo de manera exitosa.

Para instalar la aplicación desarrollada en el entorno “MIT App Inventor”, se utilizó una aplicación móvil adicional (disponible en la tienda oficial de Android “Play Store”) llamada “MIT AI2 Companion”, la cual facilitó bastante el despliegue de la aplicación, pues tan solo fue necesario ambos equipos dentro de la misma red, y proceder a escanear un código QR, para realizar dicha instalación.

De las pruebas que se realizaron, la primera de ellas consistió en la interacción con un par de LEDs conectados a una Protoboard, para poder manipular su encendido u apagado, utilizando los botones de la aplicación móvil para enviar la señal digital correspondiente a través de los pines del Arduino.

Posteriormente, se implementó el relevador de 4 canales, para programar diferentes funciones. Uno de los relevadores sirvió para controlar el funcionamiento de un ventilador obtenido de una computadora de escritorio en desuso. La intención fue simular el sistema de ignición de la motocicleta, controlando el paso de la corriente por el circuito a través de este conjunto de relevadores.

Después, se conectaron 4 LEDs, uno para cada relevador, con la intención de comprobar el correcto funcionamiento de cada uno de ellos. De igual manera, se adicionaron más botones a la Interfaz Gráfica de Usuario (GUI) de la aplicación, para poder enviar las señales pertinentes al circuito y así poder accionar los diferentes componentes, mediante la comunicación por Bluetooth. Tras esta serie de pruebas se pudo comprobar que, tanto la aplicación móvil como el armado del circuito electrónico resultaron funcionar apropiadamente, lo que abrió las puertas para el trabajo futuro pensado durante el desarrollo del proyecto.

Capítulo 7. Resultados.

Como siguiente paso, se procedió a identificar los cables del sistema de ignición de la motocicleta. Tanto el botón de encendido como el switch en donde va la llave de contacto, cuentan únicamente con dos cables, mismos que van conectados al polo común y al pin normalmente abierto del relevador de cuatro canales.

Se utilizaron los relevadores marcados con los números 3 y 4, mismos que fueron controlados a través de los pines digitales del Arduino 4 y 5, respectivamente. La aplicación en el teléfono inteligente cuenta con 5 botones en la interfaz gráfica. Cuatro de los botones sirven para controlar el encendido y apagado de los componentes de la motocicleta (llave de contacto y botón de arranque), mientras que el botón restante permite elegir el dispositivo Bluetooth con el cual se pretende establecer la conexión.

Los botones de la aplicación móvil básicamente envían un conjunto de letras (dependiendo del botón que se seleccione) que se transmiten a través del módulo Bluetooth hacia el microcontrolador. Una vez ahí, el microcontrolador descifra la letra que se le envió, y después ejecuta la acción correspondiente a través del pin digital para encender o apagar el componente deseado.

Capítulo 8. Análisis de resultados.

Análisis de resultados.

Tanto la aplicación móvil desarrollada en “MIT App Inventor”, como el circuito electrónico, mostraron el funcionamiento deseado en cada una de las pruebas. Una parte importante del proyecto era desarrollar la aplicación para dispositivos móviles, con el objetivo de aprovechar la tecnología Bluetooth que viene integrada con estos aparatos, así como el uso elevado de los teléfonos inteligentes, específicamente usuarios del Sistema Operativo Android, que son utilizados por gran parte de la población.

Al no contar con conocimientos sólidos en el área de programación, más en específico en el desarrollo de aplicaciones móviles, cobra mucha importancia el uso de entornos de desarrollo de aplicaciones móviles, como el “MIT App Inventor 2”, especialmente para desarrollar prototipos en el menor tiempo posible, con la intención de probar alguna idea, sin la necesidad de invertir mucho tiempo en la creación de la aplicación en cuestión. La instalación en dispositivos físicos no resultó ser un problema pues, a través de la misma aplicación web de App Inventor, es posible proporcionar un código de despliegue que puede ser escaneado con el teléfono físico en el que se quiera instalar la aplicación.

Adicionalmente, es necesario destacar el precio de los diferentes componentes utilizados para este proyecto, el cuál es relativamente bajo, en el caso del Arduino, para las prestaciones que ofrece a cambio. De igual manera, la adquisición de los diferentes sensores y componentes resultó ser barato, ya que ninguno de ellos excedió los \$100 pesos mexicanos.

Por lo tanto, es seguro afirmar que resulta muy viable la creación de proyectos de este tipo, bajo el Internet de las Cosas, aprovechando al máximo las ventajas que ofrecen las TICs, pues se pueden desarrollar ideas bastante creativas, a precios muy bajos, lo que abre las puertas a ciertas posibilidades de emprendimiento.

Capítulo 9. Conclusiones y recomendaciones.

Conclusiones en recomendaciones.

A manera de conclusión, es importante mencionar la gran cantidad de información que se encuentra disponible en Internet acerca de proyectos similares. Al conocer otros trabajos que se han desarrollado bajo ideas similares, amplía el panorama acerca de lo que se tenía pensado en un principio, y permite identificar oportunidades de mejora de cara al futuro.

Los avances recientes en Internet de las Cosas han llamado la atención de investigadores y desarrolladores de todo el mundo. Los desarrolladores e investigadores de IdC están uniendo esfuerzos para ampliar la tecnología disponible a gran escala y beneficiar a la sociedad al más alto nivel posible, simplificando las tareas diarias que las personas tienen que realizar.

Sin embargo, las mejoras son posibles solo si se consideran los diversos problemas y deficiencias de los enfoques técnicos actuales. Además, es necesario destacar que los proyectos basados en Internet de las Cosas no solo ofrecen servicios, sino que también generan una gran cantidad de datos que permiten avanzar en la dirección adecuada al momento de atacar una problemática social, como es el caso de este proyecto.

El sistema desarrollado para esta investigación se implementó con éxito en una motocicleta de la marca Yamaha en la cual, a través de la aplicación móvil instalada en un teléfono inteligente, fue posible habilitar o deshabilitar el paso de la corriente eléctrica desde el componente eléctrico de la llave de contacto. De igual manera, fue posible enviar la señal al componente del botón de arranque para poder encender la motocicleta.

Tras haber trabajado en este proyecto, tratando de aplicar los conocimientos adquiridos durante la carrera profesional, se han identificado algunas áreas de mejora bastante interesantes de cara al futuro. A continuación, se enlistan las más importantes:

Capítulo 9. Conclusiones y recomendaciones.

- Colaborar con un desarrollador profesional de aplicaciones móviles para refinar detalles puntuales de aplicación actual.
- Investigar qué componentes se pueden reemplazar para disminuir el costo de fabricación del dispositivo.
- Buscar la manera de encapsular el dispositivo eléctrico para poder realizar la instalación en cualquier motocicleta, independientemente de la marca.
- Investigar la factibilidad de utilizar un módulo de WiFi con el Arduino para poder probar la comunicación en red, tratando de aprovechar la infraestructura de Internet del ITSUR para controlar la seguridad de una motocicleta dentro de la institución.
- Asesoramiento con un desarrollador profesional para conseguir la licencia necesaria para publicar la aplicación en la tienda de aplicaciones de Android una vez que funcione totalmente como se tiene planeado.

Bibliografía.

Adiono, T., Anindya, S. F., Fuada, S., Afifah, K., & Purwanda, I. G. (2019). Efficient Android Software Development Using MIT App Inventor 2 for Bluetooth-Based Smart Home. *Wireless Personal Communications*, 105(1), 233–256.

Anggraini, N., Marzuki Shofi, I., Nurzamzami, M., Hakiem, N., Fahrianto, F., & Rosyadi, T. (2020). Motorcycle Secondary Authentication System Using Arduino-Based HC-05 and SIM8001 Module. *2020 8th International Conference on Cyber and IT Service Management (CITSM)*. IEEE.

Antonio, J., Montenegro, S., Francisco, M., Vargas, A., & Melo Vega, A. (2018). SISTEMA BIOMÉTRICO PARA EL ENCENDIDO Y BLOQUEO DE UNA MOTOCICLETA.

Arta, Y., Kadir, E. A., Hanggara, A., Suryani, D., & Syafitri, N. (2020). Implementation of Motorcycle Monitoring Using Bluetooth with an Android-Based Microcontroller Using Arduino. *Proceedings of International Conference on Smart Computing and Cyber Security* (pp. 155–164). Springer Singapore.

Artono, B., Lestariningsih, T., Yudha, R. G. P., & Bachri, A. A. (2020). Motorcycle security system using SMS Warning and GPS Tracking. *Journal of Robotics and Control (JRC)*, 1(5), 150–155.

Badamasi YA. The working principle of an Arduino. En *2014 11th International Conference on Electronics, Computer and Computation (ICECCO) 2014 Sep 29* (pp. 1-4). IEEE.

Bilali, H., & Allahyari, M. S. (2018). Transition towards sustainability in agriculture and food systems: Role of information and communication technologies. In *Information Processing in Agriculture* (Vol. 5, Issue 4, pp. 456–464). China Agricultural University.

Firdaus Jauhari, M., Maryati, R. S., & Raihan, R. (2022). Design of Touch Key-Voice Command Based Vehicle Additional Security System.

Bibliografía.

Gunpath, S., Murdan, A. P., & Oree, V. (2017). Design and implementation of a low-cost Arduino-based smart home system. 2017 IEEE 9th International Conference on Communication Software and Networks (ICCSN). IEEE.

Hidayanti, F. (2020). Design of Motorcycle Security System with Fingerprint Sensor using Arduino Uno Microcontroller. *International Journal of Advanced Science and Technology*, 4374-4391.

INEGI. Encuesta Nacional de Victimización de Empresas (ENVE), 2019.

INEGI. Estadística de Vehículos de Motor Registrados en Circulación, 2020.

Jalil, A., Aziz, A. A., Shibghatullah, A. S., Al-Hiealy, M. R., & Pauzi, N. (2022). The development of a mobile application for wireless motorcycle ignition system. *Proceedings of Mechanical Engineering Research Day 2022* (pp. 105-106). Malacca, Malaysia: Faculty of Mechanical Engineering.

Kiran, C. S. (2019). Anti-theft Fingerprint Security System for Motorcycles Using Arduino UNO, GPS/GSM Module. *Indian Journal of Science and Technology* (pp. 1-5). Indian Society for Education and Environment.

Li, S., Xu, L. da, & Zhao, S. (2015). The internet of things: a survey. *Information Systems Frontiers*, 17(2), 243–259.

M. M. Hossain, M. S. Islam, N. F. Dipu, M. T. Islam, S. A. Fattah, and C. Shahnaz, "Design of a low-cost anti-theft sensor for motorcycle security device," in *5th IEEE Region 10 Humanitarian Technology Conference 2017, R10-HTC 2017, 2017*, pp. 778–783.

Muthumari, M., Sah, N. K., Raj, R., & Saharia, J. (2018). Arduino based Auto Door unlock control system by Android mobile through Bluetooth and Wi-Fi. 2018 IEEE International Conference on Computational Intelligence and Computing Research (ICCIIC). IEEE.

Nasrullah, H., Tafrikhatin, A., & Hidayat, Y. (2021). The engine starting system for three-wheeled motorbikes using bluetooth based on Arduino Uno. *INVOTEK: Jurnal Inovasi Vokasional dan Teknologi* (pp. 27–36). Universitas Negeri Padang.

Bibliografía.

Pachica, A. O.; Barsalote, D. S.; Geraga, J. M. P.; Ong J. M.; and Sajulan, M. D. (2017). "Motorcycle theft prevention and recovery security system" 2017 14th International Conference on Electrical Engineering/Electronics, Computer, Telecommunications and Information Technology (ECTI-CON), Phuket, 2017, pp. 850-855.

Pratama, F. A., & Rakhmadi, F. A. (2019). Design of Motorcycle Security System Using FSR (Force Sensitive Resistor) Sensor, Arduino Uno Microcontroller and Sim800L Module. International Conference on Science and Engineering (pp. 185-187). Yogyakarta: Faculty of Science & Technology.

Ramos, J., Jiménez, P., Guevara, P., & Castaño, S. (2016). SisMo: sistema de seguridad para motocicletas. In Ingenium (Issue 28).

Secretaría de Finanzas, Inversión y Administración. Padrón Vehicular del Estado de Guanajuato. Ejercicio Fiscal 2020 con corte al 31 de enero de 2020

Tombeng, M. T., Taghulih, A. A., & Waworundeng, J. M. S. (2019). Implementation of Wireless Xbee Authentication System of Motorcycle. CogITo Smart Journal (45-55). Universitas Klabat.

World Bank (2002) Information and Communication Technologies - A World Bank Group Strategy. Washington DC.

Wu, Y., & Yun, W. (2010). Information based on strengthening the awareness and promotion of information technology. Proceedings - 3rd International Conference on Information Management, Innovation Management and Industrial Engineering, ICIII 2010, 4, 88–90.

Anexos.

Anexos.