



**UNIVERSIDAD UTE**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA E  
INDUSTRIAS**

**CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

**DISEÑO E INCORPORACIÓN DE DISPOSITIVO BIOMÉTRICO  
AL SISTEMA DE ENCENDIDO DE UN AUTOMÓVIL NISSAN  
SENTRA B15 AÑO 2002 PARA PREVENIR LA IGNICIÓN DEL  
AUTOMOTOR POR PARTE DE TERCERAS PERSONAS EN LA  
CIUDAD DE SANTO DOMINGO**

**TRABAJO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO  
DE INGENIERO AUTOMOTRIZ**

**CÉSAR EDUARDO MONCAYO CARRILLO**

**DIRECTOR: ING. CARLOS PAVÓN VARGAS, MSc.**

**Santo Domingo, Marzo 2021**

© Universidad UTE. 2021  
Reservados todos los derechos de reproducción

## FORMULARIO DE REGISTRO BIBLIOGRÁFICO TRABAJO DE TITULACIÓN

DATOS DE CONTACTO	
CÉDULA DE IDENTIDAD:	2300562879
APELLIDO Y NOMBRES:	César Eduardo Moncayo Carrillo
DIRECCIÓN:	Av. Abraham Calazacón y Av. Quito
EMAIL:	moncayoc27@gmail.com
TELÉFONO FIJO:	2 755 630
TELÉFONO MOVIL:	0959704219

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	Diseño e incorporación de dispositivo biométrico al sistema de encendido de un automóvil Nissan Sentra B15 año 2002, para prevenir la ignición del automotor por parte de terceras personas en la ciudad de Santo Domingo.
AUTOR O AUTORES:	César Eduardo Moncayo Carrillo
FECHA DE ENTREGA DEL PROYECTO DE TITULACIÓN:	15 de marzo de 2021
DIRECTOR DEL PROYECTO DE TITULACIÓN:	Ing. Carlos Pavón Vargas, MSc.
PROGRAMA	<b>PREGRADO</b> <input checked="" type="checkbox"/> <b>POSGRADO</b> <input type="checkbox"/>
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero Automotriz
RESUMEN:	La biometría refleja gran desarrollo y evolución incorporada en la industria automotriz, gracias a sus características que inculcan un alto grado de confianza, seguridad y privacidad. En consecuencia, se diseñó un módulo prototipo alimentado con 9 voltios, a través de un regulador lineal que estabiliza el voltaje del vehículo ya sea en contacto o encendido y con dispositivos de lectura biométrica como: un lector de huellas dactilares, un módulo de reconocimiento de voz y adicional un teclado matricial, para causar una limitante al encendido, a fin de evitar que personas sin consentimiento del propietario o que antisociales enciendan el automóvil. Para cumplir con el objetivo se interrumpió dos líneas del sistema de ignición, tales como: alimentación positiva al ECM y el negativo a bobina del relevador PNP. El funcionamiento inicia

	<p>únicamente con el interruptor de encendido en posición ON. Existen dos procedimientos para arrancar el vehículo. Primero, mediante los dispositivos biométricos donde debe cumplirse la conjugación de los dos rasgos físicos prealmacenados en la memoria del microcontrolador. Segundo, por el método alternativo, que facilitó el encendido para mantenimientos u otro aspecto que requiera un modo servicio, al colocar una contraseña en el teclado. El microcontrolador, usando ambos métodos activa los módulos relé que cierran las líneas interrumpidas. Se proporcionaron indicadores dirigidos para mostrar cada acción que se ejecuta en ambos procedimientos. El proyecto dispuso de muy buena aceptación por parte de profesionales de la materia, propietarios y usuarios. Además, obtuvo un consumo máximo de 0.2 Amperios, lo que no implica agotamiento o reemplazo del acumulador.</p>
<p><b>PALABRAS CLAVES:</b></p>	<p>Sistema de ignición, sensores biométricos, ECM, relé PNP, microcontrolador, rasgos físicos.</p>
<p><b>ABSTRACT:</b></p>	<p>Biometrics reflects great development and evolution incorporated in the Automotive industry, thanks to its characteristics that instill a high degree of trust, security, and privacy. Consequently, a prototype module with 9 volts was designed, through a linear regulator that stabilizes the vehicle voltage either in contact or on and with biometric reading devices such as: a fingerprint reader, a voice recognition module and an additional matrix keyboard, to cause a limitation on the ignition, so as to prevent people without the owner's consent or that antisocials start the car. To meet the objective, two</p>

	<p>lines of the ignition system were interrupted, such as: positive power to the Electronic Control Module and the negative to PNP relay coil. Operation starts only with the ignition switch in the ON position. There are two procedures for starting the car. First, by means of the biometric devices where the conjugation of the two preset physical features in the microcontroller memory must be fulfilled. Second, by the alternative method, which provided the ignition for maintenances or other aspect requiring a service mode, when placing a password on the keyboard. The microcontroller, using both methods activates the relay modules that close the interrupted lines. Led indicators were provided to show each action that is executed in both procedures. The project was very well received by professionals in the field and owners and users. In addition, it obtained a maximum consumption of 0.2 Amperes, which doesn't imply exhaustion or replacement of the accumulator.</p>
<p><b>KEYWORDS:</b></p>	<p>Ignition system, biometric sensors, ECM, PNP relay, microcontroller, physical features.</p>

Se autoriza la publicación de este Proyecto de Titulación en el Repositorio Digital de la Institución

f.   
 CÉSAR EDUARDO MONCAYO CARRILLO  
 C.I. 2300562879

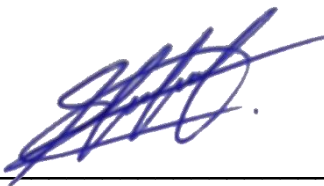
## **DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN**

Yo, **CÉSAR EDUARDO MONCAYO CARRILLO**, CI 2300562879 autor/a del trabajo de titulación: **Diseño e incorporación de dispositivo biométrico al sistema de encendido de un automóvil Nissan Sentra B15 año 2002, para prevenir la ignición del automotor por parte de terceras personas en la ciudad de Santo Domingo**. Previo a la obtención del título de **INGENIERO AUTOMOTRIZ** en la Universidad UTE.

1. Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las Instituciones de Educación Superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación de grado para que sea integrado al Sistema Nacional de información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.
2. Autorizo a la BIBLIOTECA de la Universidad UTE a tener una copia del referido trabajo de titulación de grado con el propósito de generar un Repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Santo Domingo, 15 de marzo de 2021.

f.



\_\_\_\_\_

**CÉSAR EDUARDO MONCAYO CARRILLO**  
C.I. 2300562879

## CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de tutor, certifico que el presente trabajo de titulación que lleva por título **Diseño e incorporación de dispositivo biométrico al sistema de encendido de un automóvil Nissan Sentra B15 año 2002, para prevenir la ignición del automotor por parte de terceras personas en la ciudad de Santo Domingo.** Para aspirar al título de **INGENIERO AUTOMOTRIZ** fue desarrollado por **CÉSAR EDUARDO MONCAYO CARRILLO** bajo mi dirección y supervisión, en la Facultad de Ciencias de la Ingeniería e Industrias; y que dicho trabajo cumple con las condiciones requeridas para ser sometido a las evaluaciones respectivas de acuerdo a la normativa interna de la Universidad UTE.



---

Ing. Carlos Ignacio Pavón Vargas

**DIRECTOR DEL TRABAJO**

C.I. 1721833612

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo de titulación está dedicado a mis amados padres Ruperto Moncayo y Myrian Carrillo, que con su sacrificio y esfuerzo me han brindado la oportunidad de cumplir este logro profesional; siendo en cada momento mi motivación e inspiración para salir adelante en mis propósitos.

A mis hermanos Joel y Andy Moncayo, por ofrecerme su apoyo en cada instancia, por ende, darles un motivo para que se superen día tras día y logren sus metas.

Al Sr. Jorge Narváez a quien aprecio y considero como otro padre que la vida me ha regalado, por ser una persona ejemplar y digna de admirar, que con su apoyo y moral me ha incentivado a culminar mi profesión.

Para todos ustedes con mucho orgullo, cariño y amor.



# AGRADECIMIENTO

Mi agradecimiento eterno a Dios nuestro señor por haberme permitido cumplir esta meta profesional propuesta, por brindarme otra oportunidad de vida de estar junto a mi familia y mis seres queridos.

A mi padre Ruperto Moncayo y a mi madre Myrian Carrillo, por todas las razones posibles que han surgido, pero destaco cada sacrificio y empeño que han dado para mi formación educativa a lo largo de mi vida, por sus consejos, sabiduría y buen ejemplo que han impartido sobre mí.

A mi hermano Joel Moncayo, que gracias a sus aportes el presente proyecto técnico dio frutos positivos para lograr cumplir con los objetivos planteados.

Al Sr. Jorge Narváez y sus colaboradores técnicos automotrices del taller “Servicio Eléctrico Javier” por siempre abrirme las puertas de su negocio e incluirme en esa familia y compartir experiencias que aportaron para sobrellevar mis conocimientos prácticos y teóricos en el campo automotor.

A mi tutor Ing. Carlos Pavón Vargas por la oportunidad y dirección para la ejecución del presente proyecto de titulación.

A todos quienes fueron mis docentes en la universidad UTE, por contribuir al enriquecimiento de nuevos conocimientos y experiencias compartidas.

A mis amigos, Carolina Sari, Kirman Paredes, Adrián Rodríguez y todos los demás compañeros que formamos un vínculo de amistad, al otorgarme su confianza y amistad verdadera con apoyo mutuo dentro y fuera de la institución.

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

	PÁGINA
<b>RESUMEN</b> .....	<b>1</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>2</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>3</b>
1.1 TECNOLOGÍAS EN LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ.....	4
1.2 ANTECEDENTES DE INVESTIGACIÓN.....	4
1.3 PROBLEMÁTICA.....	6
1.4 JUSTIFICACIÓN.....	6
1.4.1 DELITOS AL SECTOR AUTOMOTOR.....	6
1.4.2 IDENTIFICATIVOS VEHICULARES POR DISCAPACIDAD ....	7
1.4.3 INTERÉS PARTICULAR .....	7
1.4.4 PRESTADORES DE SERVICIOS PÚBLICOS .....	8
1.5 OBJETIVOS .....	8
1.6 ASPECTOS TEÓRICOS .....	9
1.6.1 PREVENCIÓN.....	9
1.6.2 IGNICIÓN .....	9
1.6.3 BIOMETRÍA.....	10
1.6.4 DISPOSITIVOS BIOMÉTRICOS .....	10
1.6.4.1 Tipos de dispositivos biométricos .....	10
1.6.4.1.1 Comandos de voz.....	10
1.6.4.1.2 Reconocimiento dactilar .....	11
1.7 ASPECTOS CONCEPTUALES .....	12
1.7.1 MICROCONTROLADORES .....	12
1.7.2 SISTEMAS EMBEBIDOS .....	12
1.7.2.1 Arduino.....	12
1.7.3 PROGRAMACIÓN.....	13
1.7.3.1 Protocolo de comunicación .....	13
1.7.3.2 Comunicación serie .....	13
1.7.3.3 Lenguaje de programación .....	14
1.7.3.4 Estructura del programa de Arduino .....	14
1.7.3.4.1 Funciones.....	14
1.7.3.4.2 Variables.....	15
1.7.4 REGULADOR DE VOLTAJE .....	15
1.8 GENERALIDADES DEL AUTOMÓVIL .....	16
1.8.1 MÓDULO DE CONTROL ELECTRÓNICO – ECM.....	16
1.8.2 SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE COMBUSTIBLE .....	17
1.8.3 RELÉ Y BOMBA DE COMBUSTIBLE .....	18
1.8.4 SISTEMA DE INYECCIÓN INDIRECTA MULTIPUNTO.....	18
1.8.5 SISTEMA DE ARRANQUE.....	19

<b>2. METODOLOGÍA.....</b>	<b>20</b>
2.1 ESTUDIO DE MERCADO .....	20
2.1.1 POBLACIÓN.....	20
2.1.2 MUESTRA.....	20
2.1.3 TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN .....	21
2.1.3.1 Entrevistas .....	21
2.1.3.2 Encuestas .....	21
2.1.3.2.1 Aplicación de la encuesta.....	22
2.2 DESARROLLO DEL PROTOTIPO .....	27
2.2.1 CARACTERIZACIÓN DE DISPOSITIVOS EMPLEADOS.....	27
2.2.1.1 Lector de huella dactilar AS608 .....	28
2.2.1.2 Módulo reconocimiento de voz V3.1 .....	29
2.2.1.3 Teclado matricial 4x4 .....	30
2.2.1.4 Microcontroladores utilizados.....	30
2.2.1.4.1 Arduino Mega 2560 .....	31
2.2.1.4.2 Arduino Uno R3.....	31
2.2.1.5 Módulo relé 5VDC.....	32
2.2.1.6 Regulador L7809 .....	33
2.2.2 PROGRAMACIÓN DE CONTROL .....	34
2.2.2.1 Programación del Modo biométrico .....	34
2.2.2.1.1 Programación de Arduino Mega 2560 .....	34
2.2.2.1.2 Programación Arduino UNO R3 .....	39
2.2.2.2 Programación del Modo alternativo .....	44
2.2.2.2.1 Programación del teclado matricial.....	44
2.3 MONTAJE DE COMPONENTES FÍSICOS .....	47
2.3.1 REGULADOR DE VOLTAJE .....	48
2.3.1.1 Placa del regulador .....	48
2.3.1.2 Diseño físico .....	49
2.3.1.3 Socket de conexión.....	49
2.3.2 MÓDULO PROTOTIPO BIOMÉTRICO .....	50
2.3.2.1 Placa de control .....	50
2.3.2.2 Pines de conexión.....	51
2.4 INCORPORACIÓN DE PROTOTIPO .....	53
2.4.1 DESARROLLO DE PRUEBA .....	53
2.4.2 INSTALACIÓN DE PROTOTIPO Y COMPONENTES .....	53
2.4.3 PANEL DE INDICADORES LED .....	55
2.5 CONTROL DE PROTOTIPO .....	56
2.5.1 MÉTODOS PARA ENCENDER EL VEHÍCULO .....	56
2.5.1.1 Método Biométrico .....	56
2.5.1.2 Método alternativo .....	58
<b>3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>61</b>
3.1 RESULTADOS .....	61
3.1.1 ALIMENTACIÓN AL PROTOTIPO .....	61

3.1.2	CONSUMOS DEL PROTOTIPO .....	61
3.1.3	AUTONOMÍA DE LA BATERÍA .....	62
3.1.3.1	Potencia eléctrica.....	62
3.1.3.2	Horas de duración.....	63
3.1.4	ANÁLISIS COSTO BENEFICIO .....	64
3.1.5	RECEPCIÓN DE TECNOLOGÍA.....	65
3.2	DISCUSIÓN.....	66
3.2.1	FUENTE DE ALIMENTACIÓN .....	66
3.2.2	MICROCONTROLADORES UTILIZADOS .....	66
3.2.2.1	Modelos Arduino utilizados .....	67
3.2.3	SELECCIÓN DE DISPOSITIVOS BIOMÉTRICOS.....	67
3.2.4	ERGONOMÍA .....	67
3.2.5	OTRAS TECNOLOGÍAS .....	67
3.2.6	FIABILIDAD DEL PROYECTO .....	68
3.2.7	OPINIONES Y ARGUMENTOS.....	68
3.2.7.1	Opiniones de entrevistados.....	68
3.2.7.2	Argumentos de encuestados .....	69
3.2.8	ASPECTO BENÉFICO .....	69
<b>4.</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>70</b>
4.1	CONCLUSIONES .....	70
4.2	RECOMENDACIONES.....	72
	<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>73</b>
	<b>ANEXOS .....</b>	<b>76</b>

# ÍNDICE DE TABLAS

	<b>PÁGINA</b>
<b>Tabla 1.</b> Delitos relacionados al campo automotriz .....	6
<b>Tabla 2.</b> Beneficiarios del identificativo vehicular en Santo Domingo .....	7
<b>Tabla 3.</b> Elementos básicos de un microcontrolador .....	12
<b>Tabla 4.</b> Componentes de Arduino .....	13
<b>Tabla 5.</b> Características del lenguaje C++ .....	14
<b>Tabla 6.</b> Funciones básicas del programa de Arduino .....	15
<b>Tabla 7.</b> Determinación de las variables .....	15
<b>Tabla 8.</b> Datos generales del vehículo intervenido .....	16
<b>Tabla 9.</b> Pines de alimentación del ECM .....	17
<b>Tabla 10.</b> Población considerada .....	20
<b>Tabla 11.</b> Descripción de conexión del reconocimiento de voz .....	36
<b>Tabla 12.</b> Descripción de conexión del lector de huellas .....	40
<b>Tabla 13.</b> Descripción de conexión del teclado matricial .....	45
<b>Tabla 14.</b> Descripción del socket de pines del regulador .....	50
<b>Tabla 15.</b> Descripción de pines del prototipo biométrico .....	52
<b>Tabla 16.</b> Detalle de pines del socket de indicadores led .....	56
<b>Tabla 17.</b> Tabla descriptiva de E/S del método biométrico .....	58
<b>Tabla 18.</b> Tabla descriptiva de E/S del modo alternativo .....	60
<b>Tabla 19.</b> Consumo del prototipo .....	62
<b>Tabla 20.</b> Resultados de funcionamiento del prototipo .....	64
<b>Tabla 21.</b> Análisis del costo y beneficio .....	65
<b>Tabla 22.</b> Otras tecnologías utilizables .....	68

# ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>PÁGINA</b>
<b>Figura 1.</b> Entrevista al Pdte. de la Fundación Voluntad Sin Límites .....	8
<b>Figura 2.</b> Triángulo de ignición .....	9
<b>Figura 3.</b> Ondas sonoras de comandos de voz .....	11
<b>Figura 4.</b> Huella dactilar .....	11
<b>Figura 5.</b> Diagrama esquemático del regulador .....	16
<b>Figura 6.</b> Terminales o pines del conector del ECM.....	17
<b>Figura 7.</b> Esquema de conexión de relé y bomba de combustible .....	18
<b>Figura 8.</b> Esquema de conexión de inyectores .....	19
<b>Figura 9.</b> Diseño de preguntas para encuestas.....	22
<b>Figura 10.</b> Tipo de utilidad de vehículos.....	22
<b>Figura 11.</b> Conducción que reciben los vehículos por otras personas .....	23
<b>Figura 12.</b> Uso indebido de automóviles .....	23
<b>Figura 13.</b> Disposición de sistemas de seguridad vehicular.....	24
<b>Figura 14.</b> Interés por un sistema de seguridad personalizada.....	24
<b>Figura 15.</b> Calificación confiabilidad por dispositivos biométricos .....	25
<b>Figura 16.</b> Aporte de dispositivos biométricos a seguridad del automóvil	25
<b>Figura 17.</b> Nivel de confianza y tranquilidad al estacionar .....	26
<b>Figura 18.</b> Disposición a pagar por un sistema biométrico de seguridad .	26
<b>Figura 19.</b> Recomendaciones del sistema de seguridad.....	27
<b>Figura 20.</b> Lector de huellas digitales AS608 .....	28
<b>Figura 21.</b> Módulo de reconocimiento de voz V3.1. ....	29
<b>Figura 22.</b> Teclado matricula 4x4 .....	30
<b>Figura 23.</b> Arduino Mega 2560.....	31
<b>Figura 24.</b> Arduino Uno R3.....	32
<b>Figura 25.</b> Modulo relé 5VDC.....	33
<b>Figura 26.</b> Integrado regulador de voltaje L7809.....	33
<b>Figura 27.</b> Apertura de código para almacenar comandos de voz. ....	34
<b>Figura 28.</b> Nueva configuración de pines RX y TX.....	35
<b>Figura 29.</b> Conexión del reconocimiento de voz al microcontrolador .....	35
<b>Figura 30.</b> Monitor Serie del módulo de reconocimiento de voz.....	36
<b>Figura 31.</b> Revisión de comandos de voz registrados.....	37
<b>Figura 32.</b> Variables del código.....	38
<b>Figura 33.</b> Comunicación de datos.....	38
<b>Figura 34.</b> Especificación estado de salida .....	39
<b>Figura 35.</b> Apertura del código para registrar huellas .....	39
<b>Figura 36.</b> Conexión del lector de huella con Arduino Uno .....	40
<b>Figura 37.</b> Verificación de enlace con el lector de huellas.....	41
<b>Figura 38.</b> Procedimiento de almacenamiento de huellas dactilares .....	42
<b>Figura 39.</b> Definición de E/S en el código .....	42
<b>Figura 40.</b> Estamentos de la función Setup.....	43

<b>Figura 41.</b>	Acción principal resultante .....	43
<b>Figura 42.</b>	Acción de lectura de huellas .....	44
<b>Figura 43.</b>	Conexión de teclado matricial con Arduino Mega .....	45
<b>Figura 44.</b>	Variables del teclado matricial.....	46
<b>Figura 45.</b>	Función Setup del código del teclado matricial .....	46
<b>Figura 46.</b>	Asignación para validación o reseteo de contraseña .....	46
<b>Figura 47.</b>	Acción final después de digitar la contraseña .....	47
<b>Figura 48.</b>	Diseño de prueba del regulador .....	48
<b>Figura 49.</b>	Circuito impreso del regulador de tensión .....	48
<b>Figura 50.</b>	Diseño físico del regulador de tensión .....	49
<b>Figura 51.</b>	Vista del conector hembra.....	49
<b>Figura 52.</b>	Circuito impreso del prototipo.....	51
<b>Figura 53.</b>	Vista de los conectores macho del módulo prototipo .....	52
<b>Figura 54.</b>	Instalación de prueba para el prototipo .....	53
<b>Figura 55.</b>	Montaje del dispositivo concluido.....	55
<b>Figura 56.</b>	Vista de conectores hembra de indicadores Leds.....	55
<b>Figura 57.</b>	Esquemático del método biométrico. ....	57
<b>Figura 58.</b>	Esquemático del método alternativo. ....	59
<b>Figura 59.</b>	Voltaje de salida del regulador reflejado en multímetro .....	61

# ÍNDICE DE ANEXOS

	<b>PÁGINA</b>
<b>ANEXO 1.</b> GLOSARIO DE TÉRMINOS APLICADOS .....	76
<b>ANEXO 2.</b> ABREVIATURAS DE CABLEADO AUTOMOTRIZ.....	76
<b>ANEXO 3.</b> VEHÍCULO INTERVENIDO.....	77
<b>ANEXO 4.</b> COMPONENTES DE CONTROL DEL MOTOR.....	78
<b>ANEXO 5.</b> ESQUEMA DE CIRCUITO GENERAL DEL MOTOR.....	79
<b>ANEXO 6.</b> ESQUEMA DEL SISTEMA DE ARRANQUE.....	80
<b>ANEXO 7.</b> ESQUEMA CON EL PROTOTIPO INCORPORADO .....	81
<b>ANEXO 8.</b> INTERVENCIÓN DE LÍNEAS DEL ECM Y DEL RELÉ PNP .....	82
<b>ANEXO 9.</b> MONTAJE DE INSTALACIÓN PARA EL PROTOTIPO .....	83
<b>ANEXO 10.</b> CIRCUITOS IMPRESOS PCB .....	84
<b>ANEXO 11.</b> INSPECCIÓN DE CONSUMOS .....	85
<b>ANEXO 12.</b> UBICACIÓN DE DISPOSITIVOS EN EL HABITÁCULO .....	86
<b>ANEXO 13.</b> EVIDENCIA DE APLICACIÓN DE ENCUESTAS.....	88
<b>ANEXO 14.</b> EVIDENCIA DE ENTREVISTADOS.....	89



## RESUMEN

La biometría refleja gran desarrollo y evolución incorporada en la industria automotriz, gracias a sus características que inculcan un alto grado de confianza, seguridad y privacidad. En consecuencia, se diseñó un módulo prototipo alimentado con 9 voltios, a través de un regulador lineal que estabiliza el voltaje del vehículo ya sea en contacto o encendido y con dispositivos de lectura biométrica como: un lector de huellas dactilares, un módulo de reconocimiento de voz y adicional un teclado matricial, para causar una limitante al encendido, a fin de evitar que personas sin consentimiento del propietario o que antisociales enciendan el automóvil. Para cumplir con el objetivo se interrumpió dos líneas del sistema de ignición, tales como: alimentación positiva al ECM y el negativo a bobina del relevador PNP. El funcionamiento inicia únicamente con el interruptor de encendido en posición ON. Existen dos procedimientos para arrancar el vehículo. Primero, mediante los dispositivos biométricos donde debe cumplirse la conjugación de los dos rasgos físicos prealmacenados en la memoria del microcontrolador. Segundo, por el método alternativo, que facilitó el encendido para mantenimientos u otro aspecto que requiera un modo servicio, al colocar una contraseña en el teclado. El microcontrolador, usando ambos métodos activa los módulos relé que cierran las líneas interrumpidas. Se proporcionaron indicadores dirigidos para mostrar cada acción que se ejecuta en ambos procedimientos. El proyecto dispuso de muy buena aceptación por parte de profesionales de la materia, propietarios y usuarios. Además, obtuvo un consumo máximo de 0.2 Amperios, lo que no implica agotamiento o reemplazo del acumulador.

**Palabras Clave:** Sistema de ignición, sensores biométricos, ECM, relé PNP, microcontrolador, rasgos físicos.

## ABSTRACT

Biometrics reflects great development and evolution incorporated in the Automotive industry, thanks to its characteristics that instill a high degree of trust, security and privacy. Consequently, a prototype module with 9 volts was designed, through a linear regulator that stabilizes the vehicle voltage either in contact or on and with biometric reading devices such as: a fingerprint reader, a voice recognition module and an additional matrix keyboard, to cause a limitation on the ignition, so as to prevent people without the owner's consent or that antisocials start the car. To meet the objective, two lines of the ignition system were interrupted, such as: positive power to the Electronic Control Module and the negative to PNP relay coil. Operation starts only with the ignition switch in the ON position. There are two procedures for starting the car. First, by means of the biometric devices where the conjugation of the two preset physical features in the microcontroller memory must be fulfilled. Second, by the alternative method, which provided the ignition for maintenances or other aspect requiring a service mode, when placing a password on the keyboard. The microcontroller, using both methods activates the relay modules that close the interrupted lines. Led indicators were provided to show each action that is executed in both procedures. The project was very well received by professionals in the field and owners and users. In addition, it obtained a maximum consumption of 0.2 Amperes, which doesn't imply exhaustion or replacement of the accumulator.

**Keywords:** Ignition system, biometric sensors, ECM, PNP relay, microcontroller, physical features.

## **1. INTRODUCCIÓN**

# 1. INTRODUCCIÓN

Desde los inicios hasta la actualidad, los sectores económicos prevalecen en posición para intensificar su progreso y desarrollo gracias a disposición de la industria automotriz; la importancia de la automoción predomina el sector productivo, económico, social, entre otros; concede impulso y capacidad demostrativa de adaptación para el traslado de bienes y personas a grandes distancias. A consecuencia, tiene un índice significativo en la economía de una nación.

La automoción ha dado gran impulso relevante con la aparición y adaptación de los avances tecnológicos. Según: (elEconomista.es, 2014) “El avance de la tecnología ha sido sin duda un fenómeno que ha facilitado la vida de las personas y ha ayudado a crear riqueza y bienestar en el mundo, sobre todo en el mundo desarrollado.” (párr. 1). La sinergia entre la electrónica y el automóvil gradualmente va en ascenso para innovar los diferentes sistemas de control, confort y seguridad del mismo.

(Noroña & Gómez, 2019) mencionan que: “Cada vehículo incorpora una infinidad de dispositivos electromecánicos para actuar en las áreas de eficiencia energética, operación, asistencia a la conducción, seguridad, confort y disminución de la polución” (párr. 8)

(Chicaiza & Martínez, 2010) Indican “Para el caso de la biometría, el ámbito de aceptación, desarrollo y potencial tecnológico es el mismo, donde cada región o país tiene sus propias barreras e incentivos que determinarán el propio desarrollo y adaptación de esta tecnología. (párr. 1).

Para la delincuencia organizada, la sustracción y hurto de vehículos es un método efectivo y pretendido para adquirir beneficios. El crecimiento del sector automotor esta relacionado directamente con la presencia de delitos asociados. Se observa que la automoción se encuentra en plena creciente debido al aumento constante de demandas, lo cual está acompañado por un incremento indiscriminado de delincuencia y la escasa oferta de sistemas innovadores en materia de seguridad vehicular (Peralta, 2014).

Para los autores (Cremades & Bianchi, 2016) hacen mención que: “Los altos aranceles y cupos son un factor que determina el comportamiento del sector pues estos implican directamente que haya un aumento de los precios y una reducción de la oferta”. Aquello implica que gran parte de consumidores se influyan por la compra de autopartes ya utilizadas o de segunda mano, sin importar las consecuencias que los mismos deparan por no cumplir requerimientos de calidad.

El término 'Delincuencia relacionada con los vehículos' hace referencia al robo y al comercio ilícito de piezas de recambio automotriz. Estas actividades afectan a la propiedad personal, los negocios, la economía y la seguridad pública en todas las regiones del mundo. Para los grupos delictivos organizados, la adquisición, envío y comercio con vehículos robados es una forma de obtener beneficios con pocos riesgos. (INTERPOL, s.f.)

(Norza, Duarte, Castillo, & Torrez, 2013) determinan: "El fenómeno es origen de recursos para los criminales y organizaciones delincuenciales, y también fuente de atención analítica para los criminólogos y las autoridades.

## **1.1 TECNOLOGÍAS EN LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ**

El primer motivo de usar sistemas biométricos es la seguridad. Actualmente si nos sustraen la llave del coche podrán acceder al mismo y llevárselo, pero si se necesita nuestra huella dactilar, o cualquier metodo de identificacion biometrica para arrancar el coche, el acceso al coche tendrá menos sentido, tan solo para robar lo que haya dentro. (Valero, 2016)

La empresa de desarrollo de soluciones biométricas (ExClé S.A., 2018) ostenta: "Los principales fabricantes de automóviles a nivel mundial han puesto sus ojos en la biometría. Muchos de ellos consideran que es la próxima gran tecnología a incorporar en sus vehículos a fin de ofrecer mayores comodidades a sus clientes." (párr. 1).

La biometría fusionada en el sector automotriz pretende brindar grandes expectativas de los consumidores y con gran apogeo para el mercado automovilístico. La primera marca que ha anunciado el lanzamiento de un coche con lector de huellas digitales incorporado, lo que le permitirá desbloquear puertas y arrancar el motor, se trata de Hyundai. La compañía ha anunciado que la tecnología estará disponible inicialmente en su modelo Santa Fe 2019. (Núñez, 2019).

La llave tradicional está destinada a su desaparición. Próximamente el coche se desbloqueará a través de un dispositivo móvil. También podremos abrirlo con nuestra huella dactilar o por reconocimiento de retina. Sin duda, uno de los avances tecnológicos que facilitará la conducción para los más olvidadizos (Consesur, 2017).

## **1.2 ANTECEDENTES DE INVESTIGACIÓN**

Carbonel Torres Alexander, Huayama Chuquimarca Arquidi Armando (2017), con título de tesis "Diseño de prototipo electrónico de encendido utilizando tecnología de reconocimiento dactilar y comandos de voz para la prevención de robos de vehículos en el distrito de Chiclayo - 2017", investigación que

comprende la elaboración de un diseño Cuasi-Experimental del prototipo electrónico. Interpretado en tres etapas esenciales; la primera, es de alimentación, que con el módulo regulador LM2596 proporcionan una tensión de salida adecuada para los microcontroladores; la segunda, es la fase de control, en la cual se creó un código para enlazar los microcontroladores y una pantalla LCD para indicar cada proceso a ejecutarse; por último, está la etapa de interfaz del auto con el usuario que con tecnología biométrica efectúan el encendido del motor sin utilizar la llave de contacto. Si los rasgos no son legibles no da paso a la ignición y deben coincidir el comando y voz almacena para la correcta ejecución.

David Peralta, Leónidas Quiróz, Sixto Reinoso (2014), artículo con título “Sistema de seguridad anti atraco y automatización del sistema de encendido a través de un biométrico – huella dactilar”, la finalidad es construir un sistema de seguridad anti atraco automatizando del sistema de encendido mediante un biométrico de huella dactilar. El diseño está establecido en un microcontrolador PIC y un módulo de huellas dactilares FIN 5360. Con este diseño es suprimido el switch de encendido por lo que el sistema por medio de cada huella almacenada dará paso a cada fase que corresponde al switch; la primera huella coloca la fase de accesorios, con la segunda huella el sistema eléctrico entra en la fase de contacto y la tercera para arrancar el vehículo. Adicionando también, un botón de pánico que puede ser activado cuando el automóvil se encuentre en marcha y al lapso de dos minutos a través de un circuito bloqueara el suministro de corriente a las bobinas de encendido y hacia la bomba de combustible. Por último, con el teclado matricial se puede encender el vehículo en caso de sufrir cortaduras en los dedos; se realizaron pruebas de funcionamientos instalando el sistema anti atraco en dos automóviles obteniendo óptimos resultados, con determinación exitosa de acoplamiento para los sistemas de encendidos.

Paladines Bravo Jorge, Cevallos Montenegro Javier (2019) proyecto técnico con título “Diseño e Implementación de un sistema de control con acceso biométrico para encendido de vehículos y control eléctrico desde un App Android”, proyecto en que se implementan sistema embebidos para la recepción y transmisión de datos, el cerebro de todo el proyecto está centrado en el microordenador Raspberry PI. Adiciona una cámara y placas Arduino Nano para conectar el lector de huellas digital y una placa UNO para el GPS y facilitar la geolocalización. Para la APP es conectada con internet mediante datos móviles y puede ser manejada desde un celular o sitio web, siempre y cuando se conecte a la red establecida para su funcionamiento; por medio de la APP se opera el control eléctrico de luces, seguros de puertas, apertura y cierre de ventanas, el encendido mediante la huella digital y la ubicación de automóvil. También, por medio de la misma se puede modificar rasgos del usuario para acceder a las distintas funciones que cumple la APP. En el

aspecto de encendido se realizó una interrupción con un micro relé de 12V al cable de ignición para activar la centralita del motor.

Ante lo expuesto, como referencia se tomó los dispositivos biométricos empleados, ya que, en su mayoría son asequibles en el mercado local y los elementos adicionales para el diseño del circuito físico (PCB) con similar aspecto a un módulo automotriz con sus adecuados pines y conectores.

### 1.3 PROBLEMÁTICA

En la actualidad la actividad delictiva ha tenido un gran incremento en relación a robo de automotores, mismo que presenta preocupación para la ciudadanía, por tanto, es lamentable y perjudicial para un propietario no encontrar su vehículo en el sitio donde lo haya estacionado, o ser atracado en el momento de ingresar al habitáculo. Asimismo, origina angustia al enterarse que personas externas han utilizado indebidamente, sin previo consentimiento su automóvil.

Todo esto proviene por actos delictivos o por personas que quebrantan la confianza que el propietario les ha brindado. Por ello, no es pretencioso eliminar completamente estos actos inmorales, sino garantizar la seguridad permitiendo que el propietario y/o delegados por el mismo, sean los únicos en encender el vehículo y proceder a la conducción. Por tanto, salvaguarda el patrimonio de una persona.

### 1.4 JUSTIFICACIÓN

#### 1.4.1 DELITOS AL SECTOR AUTOMOTOR

El robo de automóviles es un delito presente en la mayoría de países subdesarrollados. Ecuador no es la excepción, por datos presentados por las autoridades competentes indican cifras que los delitos relacionados en la parte automotriz presentan un aumento considerado cada año.

El informe de rendición de cuentas de la policía nacional referente a delitos que tienden a relación con el sector automovilístico, los datos se indica en la Tabla 1.

**Tabla 1.** Delitos relacionados al campo automotriz

<b>Delitos</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>Dif.</b>	<b>V%</b>
Robo de accesorios y autopartes de vehículos	9305	9597	292	3,14
Robo a carros	4726	5606	880	18,62

(Policía Nacional del Ecuador. Rendición de cuentas, 2019)

## 1.4.2 IDENTIFICATIVOS VEHICULARES POR DISCAPACIDAD

Son distintivos que se colocan a los automóviles particulares de propiedad de una persona con discapacidad para establecer respeto en la vía y la acreditación del uso correcto de espacios preferenciales de parqueo.

Los vehículos que cuentan con el identificativo deben contar con un sistema más estricto de controlar el encendido y la conducción, para que únicamente el automotor pueda circular si lo conduce el propietario o si el mismo se encuentra en el habitáculo. Con la finalidad de acabar con el uso fraudulento de los distintivos en los vehículos y evitar sanciones como el pago del monto total de impuestos que el propietario fue beneficiario.

La cantidad de vehículos con identificativo por tipo de discapacidad en la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas, son expuestas en la Tabla 2.

**Tabla 2.** Beneficiarios del identificativo vehicular en Santo Domingo

<b>Tipo de Discapacidad</b>	<b>Número de personas</b>
Física	26
Auditiva	4
Intelectual	4
Visual	4
Psicosocial	1
<b>TOTAL</b>	<b>39</b>

(Autor)

## 1.4.3 INTERÉS PARTICULAR

En Ecuador, contar con un carné de discapacidad sin importar la causa que origine las deficiencias físicas, mentales, sensoriales o intelectuales, concibe a que la persona acceda a los beneficios que ampara la Constitución ecuatoriana. Por tanto, hace que los mismos familiares y la sociedad se impulse a tratar a la persona como sujeto para aprovechar sus beneficios.

Dentro de los beneficios está la exoneración de tarifas en importación de bienes (vehículos), una de las causales más significativas donde las personas más allegadas ven una manera de obtener un vehículo sin haber pagado el impuesto correspondiente. Así lo indicó el señor César Zambrano Cevallos, presidente de la Fundación Voluntad Sin Límites (Institución que vela por los derechos de las personas con discapacidad) en una entrevista realizada, donde, además, señaló que la propuesta del presente trabajo de titulación es idónea para controlar y mitigar en conjunto con las autoridades competentes (CONADIS y ANT) el abuso a este derecho o beneficio por parte de personas ajenas al mismo.

Durante la entrevista se detalló previamente el funcionamiento del prototipo a miembros de la fundación (Figura 1).





**Figura 1.** Entrevista al Pdte. de la Fundación Voluntad Sin Límites  
(Autor)

#### **1.4.4 PRESTADORES DE SERVICIOS PÚBLICOS**

Otro sector de los vehículos donde los propietarios se ven afectados con la conducción, es la prestación de servicios públicos (taxis). La misma, en algunos de los casos es realizada por terceras personas intrusas al contrato o acuerdo estipulado entre el propietario y el chofer; todo esto dado en consentimiento únicamente del chofer, pero no del propietario.

Un artículo del diario Centro de la ciudad, refleja las unidades de taxis que circulan en el cantón donde la autora (Paredes, 2020) menciona: “El cantón cuenta con 31 operadoras de servicio convencional y 15 de ejecutivo. En total, 2730 vehículos amarillos circulan”.

#### **1.5 OBJETIVOS**

Los objetivos que se persigue con esta investigación son:

##### **Objetivo General**

Implementar un dispositivo biométrico de huella dactilar y de comandos de voz al sistema de encendido de un automóvil Nissan Sentra B-15 año 2002, garantizando seguridad intrínseca del vehículo y del usuario para prevenir la puesta en marcha del motor por parte de personas no registradas en la memoria del controlador.

##### **Objetivos Específicos**

- Caracterizar los dispositivos electrónicos más eficaces del mercado para diseñar las placas electrónicas e integrar los módulos de control y potencia del dispositivo obteniendo la alimentación del sistema eléctrico del vehículo.

- Identificar un sistema alternativo del vehículo que a la vez permita disponer de un modo servicio para mantenimientos del automóvil.
- Desarrollar el programa de control para que un módulo microcontrolador reconozca el identificador biométrico y permita el encendido del vehículo.
- Diseñar el circuito de los componentes empleados con sus puertos de conexiones, alimentaciones para realizar las pruebas necesarias del prototipo.
- Implementar el dispositivo dentro del habitáculo y validar su óptimo funcionamiento en el entorno de trabajo intervenido.

## 1.6 ASPECTOS TEÓRICOS

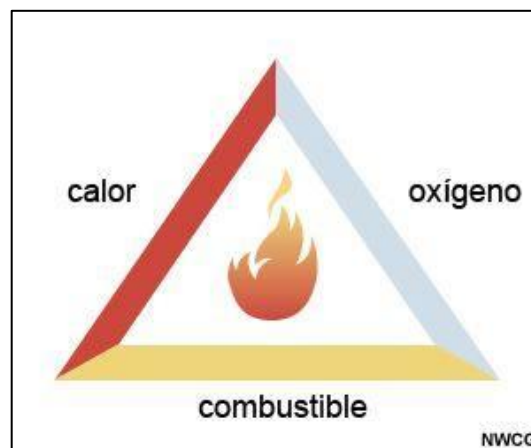
### 1.6.1 PREVENCIÓN

Es la acción con la que se anticipa una acción para evitar un suceso no conveniente o perjudicial. (Raffino, 2020) define: “hace alusión a prevenir, o a anticiparse a un hecho y evitar que este ocurra” (párr. 1).

### 1.6.2 IGNICIÓN

En la automotriz, la ignición o combustión se efectúa dentro de los cilindros del motor, en la cámara de combustión donde se comprimen los gases exactamente cuando el pistón alcanza el punto muerto superior (PMS) (Rovira de Antonio & Muñoz, 2015) hacen referencia a que: “La ignición o encendido se consigue mediante un agente externo como puede ser el salto de una chispa “.

Para producir la combustión son necesarios tres elementos (Figura 2).



**Figura 2.** Triángulo de ignición  
([https://meteoglosario.aemet.es/es/termino/345\\_ignicion](https://meteoglosario.aemet.es/es/termino/345_ignicion))

### **1.6.3 BIOMETRÍA**

Es la ciencia que identifica rasgos biológicos de humanos basada en el reconocimiento para seguridad personal. (Carrillo, 2016) menciona: “tecnología avanzada que permite asociar y validar atributos personales e intransferibles a cada individuo” (párr. 3).

### **1.6.4 DISPOSITIVOS BIOMÉTRICOS**

Los dispositivos biométricos identifican atributos físicos de los individuos como la escritura, rasgos faciales, patrones oculares, la voz, entre otros; lo que los convierte en un medio confiable de verificación. Organizaciones de todo el mundo combinan la autenticación biométrica con medidas de seguridad física en sus entradas para evitar que usuarios no autorizados accedan a áreas restringidas. (Boon Edam Inc., 2019).

#### **1.6.4.1 Tipos de dispositivos biométricos**

En el auge de estos dispositivos se encuentran una variedad que ayudan a validar ciertos rasgos únicos personales, de los cuales se comprenden los más comunes:

- Lectores de huellas dactilares
- Verificación de voz
- Rasgos faciales
- Patrones oculares
- Reconocimiento de escritura y firma
- Emisión de calor
- Entre otros.

Para el presente proyecto se optó por implementar dispositivos biométricos que involucran el reconocimiento de huellas dactilares y comandos de voz.

##### **1.6.4.1.1 Comandos de voz**

Las acciones por comandos de voz son más habituales en la interacción con los edificios inteligentes. Para conseguir una buena ejecución de las órdenes es importante que el sistema por voz pueda reconocer, con claridad, la voz de la persona que habla. (Casadomo, 2019). Permite la interacción verbal entre personas y dispositivos biométricos de voz para fines determinados.

Se muestra gráficamente las ondas sonoras del habla (Figura 3).



**Figura 3.** Ondas sonoras de comandos de voz  
(<https://thenounproject.com/term/voice-commands/821139/>)

#### 1.6.4.1.2 Reconocimiento dactilar

El reconocimiento de huellas dactilares es uno de los métodos más populares usados con mayor grado de éxito para la identificación de personas. La huella dactilar tiene características únicas llamadas minucias, las cuales son puntos donde los bordes terminan o se dividen. (Aguilar & otros, 2008).

El reconocimiento dactilar rige con un registro previo de las huellas de los dedos para que dispositivos apropiados determinen la veracidad de una persona para dar paso a una acción.

Impresión visible de crestas capilares de un dedo (Figura 4).



**Figura 4.** Huella dactilar  
(<https://www.internautas.org/seguridad/html/10227.html>)

## 1.7 ASPECTOS CONCEPTUALES

### 1.7.1 MICROCONTROLADORES

El microcontrolador es un circuito integrado o “chip” (es decir, un dispositivo electrónico que integra en un solo encapsulado un gran número de componentes) que tiene la característica de ser programable. Es decir, que es capaz de ejecutar de forma autónoma una serie de instrucciones previamente definidas por nosotros. (Torrente, 2013).

La constitución de elementos básicos internos de los microcontroladores, se exponen en la Tabla 3.

**Tabla 3.** Elementos básicos de un microcontrolador

Elemento	Función
CPU	Es el procesador, ejecuta las instrucciones dadas en la codificación y se encarga de asegurar la realización de cada una d ellas.
Memoria	Son aquellas que depositan o albergan las instrucciones y datos para que estén disponibles para la CPU y esta pueda ejecutar en acorde a los requerimientos.
Entradas y Salidas (E/S)	Es por donde los componentes o dispositivos del exterior que se adicionan al microcontrolador se comunican con el mismo. En las entradas se pueden conectar una serie de sensores que al cumplir con la acción determinada logra emitir señales por las salidas donde se conectan actuadores.

(Autor)

### 1.7.2 SISTEMAS EMBEBIDOS

(Sommerville, 2005) “Los sistemas de tiempo real embebidos son diferentes a otros tipos de sistemas software. Su correcto funcionamiento depende de que el sistema responda a los eventos dentro de un corto intervalo de tiempo.” (pág. 310). En ello, como sistema embebido multidisciplinario para la elaboración del prototipo se utiliza Arduino.

#### 1.7.2.1 Arduino

La tecnología Arduino resulta en un sistema de computación con la integración directa de las áreas de hardware y software para el diseño e implementación de soluciones. Arduino hoy representa una compañía de código y hardware abierto para facilitar el acceso y uso conjunto de la electrónica y computación para el desarrollo de sistemas (Jones, 2017).

Arduino dispone de una amplia gama y variedad de placas para usar dependiendo de las necesidades, dentro de ellas se tiene a la más conocida y estándar del mercado, la placa Arduino Uno, y el más potente que cuenta con mayor memoria y más pines que los otros modelos, la placa Arduino Mega 2560. Estas dos placas fueron las seleccionadas para la implementación del prototipo, adecuándolas en una sola placa física.

Básicamente, el proyecto Arduino se compone de dos elementos, los cuales son definidos en la Tabla 4.

**Tabla 4.** Componentes de Arduino

<b>Componente</b>	<b>Descripción</b>
Placa Hardware	Es una placa que incluye un microcontrolador conjuntamente con pines para comunicación con entradas y salidas. Existen diferentes modelos de placas Arduino con propósitos diferentes y de variadas características.
Software libre y multiplataforma	Comprende el medio de desarrollo, en el cual se despliega la serie de funciones y acciones. Donde se implementa el lenguaje de programación de Arduino.

(Autor)

### **1.7.3 PROGRAMACIÓN**

Un programa no es más que una serie de instrucciones dadas al ordenador en un lenguaje entendido por él, para decirle exactamente lo que queremos que haga. Si el ordenador no entiende alguna instrucción, lo comunicará generalmente mediante mensajes visualizados en la pantalla (Ceballos, 2009).

#### **1.7.3.1 Protocolo de comunicación**

UART es el protocolo utilizado dentro de la programación de componentes, es un protocolo simple para la comunicación entre Arduino y los dispositivos, representa transmisión y recepción datos.

#### **1.7.3.2 Comunicación serie**

(López Aldea, 2016) Normalmente, en la mayoría de las placas Arduino se encuentran dos pines de conexión serie para las comunicaciones. En primer lugar, se dispone de los pines (RX) para recibir datos y (TX) para transmisión. (pág. 129). Comúnmente, conocida como comunicación asíncrona.

### 1.7.3.3 Lenguaje de programación

Arduino se caracteriza por emplear el lenguaje C++ para la configuración de placas y equipos. Es un lenguaje ampliado en la programación conducente a objetos, siendo de los más demandados en los últimos años. Y es una continuación o incremento del lenguaje C. Las características principales del lenguaje de programación C++, comprenden las expuestas en la Tabla 5.

**Tabla 5.** Características del lenguaje C++

<b>Característica</b>	<b>Descripción</b>
Tipado fuerte	No se permiten violaciones de los tipos de datos concretos.
Curva de aprendizaje rápida	Es fácil aprender y dominar el lenguaje, obteniendo éxito durante un corto transcurso de tiempo.
Lenguaje de nivel medio	Pueden trabajar en características de lenguajes de bajo nivel (registros y direcciones de memoria) y a la vez operar en las de alto nivel (matrices, variables, expresiones booleanas).
Compatibilidad con bibliotecas	Ayuda a escribir el código rápidamente.
Portabilidad	Transporta programas entre ordenadores y los pone en funcionamiento con solo compilarlos.
Rapidez en compilación y ejecución	Rápidamente realiza un revisado al código que esté bien escrito para proceder a cargarlo y ejecutarlo.
Gama extensa de aplicaciones	Que son escritos o que parte de su estructura lo contiene: navegadores web, sistemas operativos, nubes, videojuegos, etc.

(Autor)

### 1.7.3.4 Estructura del programa de Arduino

Agrupar el vínculo de instrucciones normalmente organizadas de todas las partes que conforman el todo, es sencilla y comprende al menos dos partes fundamentales para su relativa ejecución.

#### 1.7.3.4.1 Funciones

Es un bloque de codificación dentro del programa, que conforma agrupaciones de condiciones y un nombre que son consumados cuando se exige la función.

Se utilizan para tener una mejor organización y legibilidad en la escritura del código de programación, se definen en la Tabla 6.

**Tabla 6.** Funciones básicas del programa de Arduino

<b>Partes</b>	<b>Definición</b>
Setup	Cuando da inicio el programa esta parte es invocada una única vez. Con figuración de la comunicación serie y el modo de trabajo de las E/S.
Loop	Es quien contiene el código que se ejecutará de manera infinita o secuencialmente. Es el centro de todo el programa y efectúa la mayor parte del trabajo.

(Autor)

#### **1.7.3.4.2 Variables**

Son datos que tienen un nombre representativo de identificación y un valor asociado, deben ser de un tipo de datos, ya sea de dato primitivo (números o textos) o dato abstracto (objetos) que se ha creado. Las acciones que las variables tienen dentro del código de programación se exponen en la Tabla 7.

**Tabla 7.** Determinación de las variables

<b>Determinación</b>	<b>Descripción</b>
Declaración	Son establecidas antes de su uso. Se comienza definiendo su tipo y asignando su correspondiente nombre con un valor inicial en cuestión opcional.
Utilización	Puede ser utilizada o especificada antes de la parte (Setup) o internamente en un bloque del programa.

(Autor)

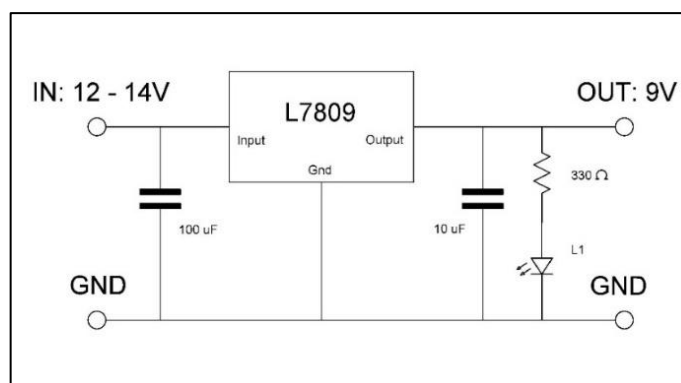
#### **1.7.4 REGULADOR DE VOLTAJE**

El regulador de voltaje es un integrado compuesto de una serie de transistores y resistencias. Es capaz de entregar un voltaje estable de salida inferior al voltaje de entrada modificándola sin depender el valor de tensión que ingresa y mientras se encuentre en los rangos de operación del mismo.

Para el presente proyecto se utilizó un regulador 78XX ideal para alimentar circuitos de mediana y baja potencia.

(Hermosa Donate, 2010) menciona que: “La nomenclatura (78XX), es “78” indica que la tensión de salida es positiva y “XX” el valor de la tensión de salida. El diagrama esquemático del regulador de voltaje implementado fue desarrollado en AutoCAD 2019 (Figura 5).





**Figura 5.** Diagrama esquemático del regulador  
(Autor)

## 1.8 GENERALIDADES DEL AUTOMÓVIL

Nissan Sentra, el ícono de los sedanes de Nissan, es una historia de éxito que cuenta con 7 generaciones en el mundo. Inicialmente Nissan Sentra llegó a la región, importado desde Japón, en el año de 1966; sin embargo, no fue hasta 1985, cuando el modelo empezó a fabricarse en México; desde entonces todas las generaciones del modelo para Latinoamérica han sido manufacturadas e importadas desde el país azteca (Farías, 2016).

Los datos generales del vehículo intervenido para el presenta Trabajo de Titulación, se detallan en la Tabla 8.

**Tabla 8.** Datos generales del vehículo intervenido

<b>Marca</b>	Nissan
<b>Modelo</b>	Sentra A/T
<b>Generación</b>	B15
<b>Año de fabricación</b>	2002
<b>Tipo de vehículo</b>	Sedan
<b>Arquitectura de la unidad de potencia</b>	Motor de combustión interna (MCI)
<b>Combustible</b>	Gasolina
<b>Clase de transporte</b>	Particular
<b>Motor</b>	1.8 i 16V XE (127 Hp)
<b>Cilindrada real</b>	1769 m <sup>3</sup>
<b>Sistema de alimentación</b>	Inyección indirecta multipunto

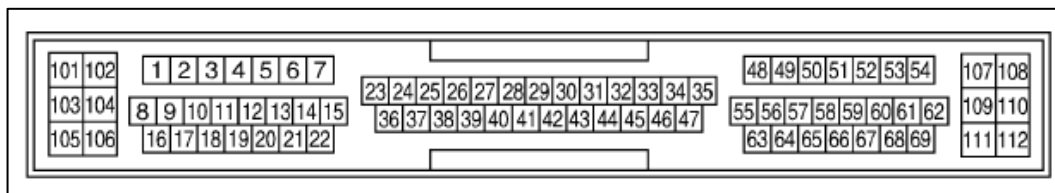
(Autor)

### 1.8.1 MÓDULO DE CONTROL ELECTRÓNICO – ECM

El módulo de control electrónico (Electronic Control Module), es una computadora automotriz encargada de monitorear y receptor parámetros (tales, por ejemplo, temperaturas, revoluciones del motor, posición de pistones, apertura del acelerador, etc.).

Los sensores actúan como un puente a la ECM, los cuales transforman magnitudes físicas a electrónicas para luego procesarlas y ordenar una acción a los actuadores del motor.

Se presenta el socket macho de conexión del ECM (Figura 6).



**Figura 6.** Terminales o pines del conector del ECM  
(Manual Nissan QG18ED)

Los pines de alimentación para el ECM, se muestran en la Tabla 9.

**Tabla 9.** Pines de alimentación del ECM

N° de Pin	Color de cable	Descripción	Interruptor de encendido	Datos
15	Blanco - Verde	Apagado automático Relé del ECM (9s)	ON - OFF OFF - ON	0 - 1V 11 - 14V
31	Negro - Rojo	Alimentación de corriente	OFF ON	0V 11 - 14V
34 - 35	Negro	Tierra del ECM	----	Masa del motor
69	Blanco - Azul	Alimentación de corriente	OFF - ON	11 - 14V
105 - 106	Negro - Amarillo	Tierra del ECM	----	Masa del motor
107 - 108	Blanco	Alimentación Eléctrica para la ECU (Relé ECM)	ON	11 - 14V

(Autor)

## 1.8.2 SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE COMBUSTIBLE

(García, 2016) concreta que: “Es el encargado de realizar el suministro de combustible Gasolina/ Diésel al motor para su funcionamiento. Se encarga de dosificar la mezcla y procurar la mayor limpieza del combustible que entra al cilindro”. El uso del fuel Injection ha sido empleado con el fin de reducir en grandes cantidades las emisiones contaminantes, de un modo posible y duradero sin complicación alguna.

Este sistema y la formación de mezcla complementan en los motores de la actualidad su mecanismo de encendido, ya que es el encargado de desencadenar la combustión del combustible y el aire, que se encuentran unidos particularmente. (Arias, 2019). Nissan lanzó su producción de vehículos Sentra con motores a inyección electrónica multipunto a finales de 1991 para Latinoamérica en la tercera generación, los series B13.

### 1.8.3 RELÉ Y BOMBA DE COMBUSTIBLE

Por defecto, la bomba de gasolina siempre esta apagada. Ésta obtiene la gasolina del tanque y la transfiere al sistema de inyección de combustible.

Este sistema es el que tienen los coches modernos, en lugar del carburador. Para iniciar este proceso, el interruptor del relé de la bomba de combustible hace que la bomba se encienda. El proceso completo no podría iniciarse sin el relé de la bomba.

(Crowder, 2017) Para activar el relé de la bomba de combustible el ECM se encarga de proporcionar alimentación negativa al mismo, una vez que el ECM haya recibido su alimentación principal de corriente.

Se presenta el diagrama eléctrico del relé y bomba de combustible (Figura 7).

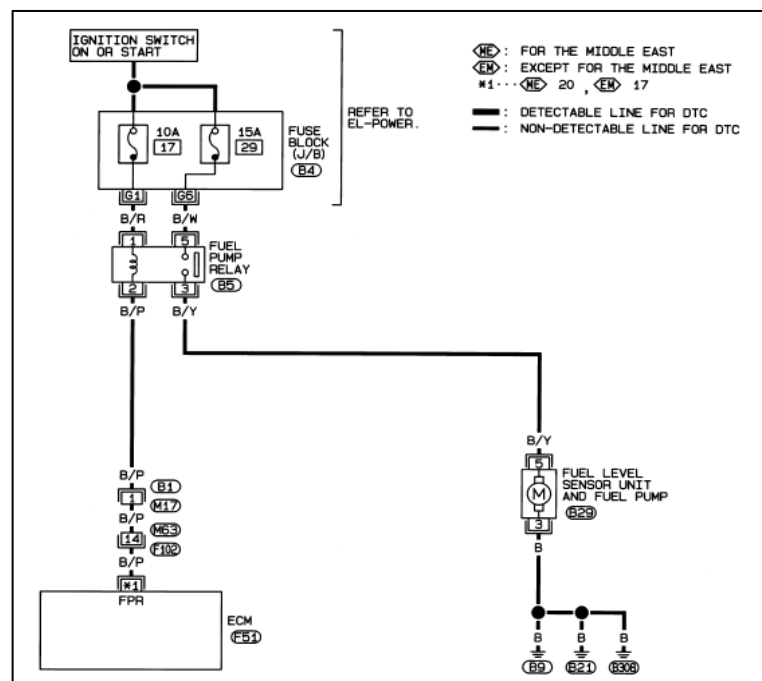


Figura 7. Esquema de conexión de relé y bomba de combustible (Manual Nissan QG18DE)

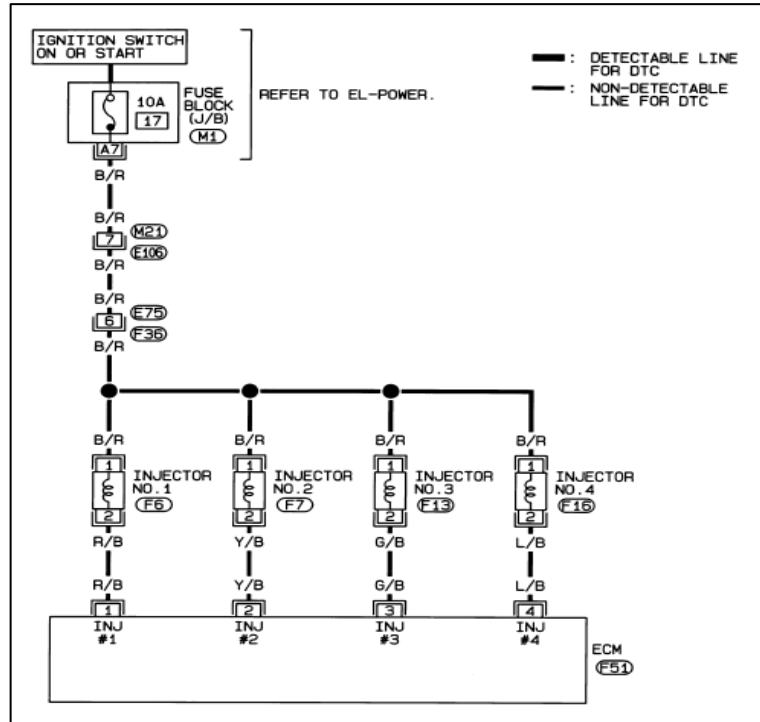
### 1.8.4 SISTEMA DE INYECCIÓN INDIRECTA MULTIPUNTO

Es un sistema de inyección de combustible que se ha establecido a los motores modernos con la particularidad de mejorar el rendimiento, potencia y reducir las emisiones contaminantes producidas por los automóviles.

(Bosch, 2014) indica: "Cada cilindro del motor tiene asignada una válvula de inyección. Estas válvulas se regulan electrónicamente e inyectan el combustible delante de las válvulas de aspiración del motor. (pág. 25).

En el sistema de inyección electrónica del vehículo Nissan Sentra B15, estas válvulas de inyección son alimentadas con corriente positiva con el interruptor de encendido en posición "on" misma corriente principal que alimenta el ECM.

Se presenta el esquema eléctrico de conexión de inyectores (Figura 8).



**Figura 8.** Esquema de conexión de inyectores  
(Manual Nissan QG18DE)

### 1.8.5 SISTEMA DE ARRANQUE

El vehículo en el cual se desarrolló el proyecto es un modelo con transmisión automática (T/A) por el motivo que en el sistema de arranque está conformado por otros componentes adicionales al de un modelo con transmisión manual. En el modelo Nissan Sentra B15 con T/A se le suman componentes como: el selector de cambios y un relé de del mismo.

Los modelos A/T utilizan señales de posición del selector de cambios. El selector de posición detecta la posición de la palanca de cambios y directamente emite una señal cuando se encuentran en posición P (parking) o N (neutral) hacia el relé de posición (PNP), con esta señal el relevador se enclava para dar paso a la señal de start al solenoide de arranque. Por tanto, mientras no reciba la señal negativa, el relé de posición PNP no efectuará su función de cerrar el circuito de start.

## **2. METODOLOGÍA**

## 2. METODOLOGÍA

Para el diseño y fabricación del módulo prototipo biométrico se basó en dos técnicas de instrumentación, en base a encuestas y entrevistas, afín de obtener datos oportunos de modo rápido y eficaz.

### 2.1 ESTUDIO DE MERCADO

El estudio de mercado se desarrolló para recopilar información y opiniones por parte de usuarios interesados en el ámbito y profesionales del sector automotriz. Además, analizar la aceptación de implementar tecnología biométrica para poder controlar y limitar el encendido de vehículos complementando así con seguridad ante siniestros o intentos de robo.

#### 2.1.1 POBLACIÓN

Para la toma de la población beneficiaría se consideró a los propietarios de las unidades de taxis que prestan servicios públicos de transporte en las tres modalidades: convencionales, ejecutivos y rural; también, los beneficiarios del identificativo vehicular para el uso y traslado de personas con discapacidad en la provincia y personas particulares que desearon ser incluidas y conocer más a fondo de la propuesta del presente proyecto.

La cantidad de población considerada es detallada en la Tabla 10.

**Tabla 10.** Población considerada

<b>Personas</b>	<b>Cantidad</b>
Con vehículos amarillos (taxis)	2730
Con identificativo vehicular	39
Particulares	50
TOTAL DE POBLACIÓN	2819

(Autor)

#### 2.1.2 MUESTRA

A causa de que la población es extensa, es viable determinar una pequeña parte representativa de toda la población que se consideró para el estudio de mercado.

Para calcular el tamaño de la muestra conociendo la población, se aplicó la siguiente fórmula: (ARRIOLA, 2011).

$$n = \frac{N * Z^2 * P * Q}{D^2 * (N - 1) + Z^2 * P * Q} \quad [1]$$

Donde:

*N*: tamaño de la población  
*Z*: Nivel de confianza (95%)  
*P*: Probabilidad de éxito o proporción esperada (0.5)  
*Q*: Probabilidad de fracaso (0.5)  
*D*: Precisión – error máximo (10%)

Para determinar el tamaño muestral, se reemplaza los valores en la fórmula:

$$n = \frac{2819 * (1.96)^2 * 0.5 * 0.5}{(0.10)^2 * (2819 - 1) + (1.96)^2 * 0.5 * 0.5}$$

$$n = \frac{2819 * 3.8416 * 0.25}{0.01 * (2818) + 3.8416 * 0.25}$$

$$n = \frac{2707.3676}{28.18 + 0.9604}$$

$$n = \frac{2707.3676}{29.1404}$$

$$n = 93$$

### **2.1.3 TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN**

Para el estudio del presente proyecto técnico las técnicas de investigación se correlacionan entre sí, debido a que intervienen el parte teórica y práctica para recopilar información, analizar y procesar las reseñas obtenidas. Para ello se aplicó entrevistas y encuestas a quienes fueron considerados.

#### **2.1.3.1 Entrevistas**

Fueron dirigidas y expresadas verbalmente a técnicos expertos de la materia automotriz, jefes de talleres de las siguientes concesionarias: Quito Motors, NeoAuto, Grupo Mavesa, EmproMotor y Stop Service (Sistemas de seguridad vehicular), con el fin de determinar la funcionalidad desde un enfoque técnico.

#### **2.1.3.2 Encuestas**

La elaboración de las preguntas se realizó con el fin de determinar parte del problema o inconvenientes que los señores propietarios de vehículos tienen. Asimismo, para receptar el interés o conocimiento que las personas tienen acerca de la tecnología a utilizar en el proyecto, y analizar como relacionan la aceptabilidad de dicha tecnología en su automóvil. Se muestra el diseño de preguntas aplicadas a personas que fueron encuestadas (Figura 9).

**ENCUESTA**

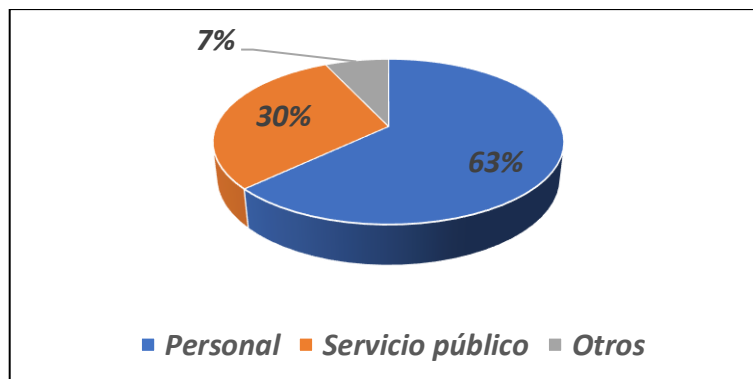
1. ¿Cuál es el uso habitual de su vehículo?  
 Personal       Servicio público       otros
2. ¿Cómo considera el uso de su automóvil por parte de choferes o de usuarios bajo su consentimiento?  
 Adecuado       Regular       Inadecuado
3. ¿Ha tenido el inconveniente que terceras personas han hecho uso de su automóvil sin su previa autorización como propietario?  
 Si       No
4. ¿Cuenta su automóvil con algún tipo de seguridad para prevenir el robo?  
 Si       No
5. ¿Le interesaría incorporar o adicionar un sistema de seguridad personalizado comprometiéndolo los rasgos físicos de una persona?  
 Si       No
6. ¿Cómo calificaría la incorporación de un dispositivo biométrico en su vehículo, para que el encendido se efectuó mediante voces y huellas dactilares de personas previamente autorizadas?  
 Alto       Medio       Bajo
7. ¿Cómo considera usted que un dispositivo biométrico aportaría a la seguridad y privacidad en su automóvil?  
 Mucho       Poco       Nada
8. Con un sistema de seguridad biométrico incorporado, ¿cuál sería su nivel de confianza y tranquilidad al dejar estacionado su vehículo estacionado en sitios públicos y parqueaderos?  
 Alta       Media       Baja
9. ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por un sistema de seguridad biométrico implementado en su vehículo?  
 \$180,00       \$200,00       \$230,00
10. ¿A quién recomendaría implementar y hacer uso del sistema de seguridad biométrico?  
 Familiares y conocidos       Público en general       No recomendaría

**Figura 9.** Diseño de preguntas para encuestas  
(Autor)

### 2.1.3.2.1 Aplicación de la encuesta

La encuesta fue dirigida en carácter virtual a 93 personas, respecto a los criterios de inclusión como lo son: taxistas con y sin chófer, personas con discapacidad que poseen un vehículo, y personas particulares con interés propio.

**Pregunta 1.** ¿Cuál es el uso habitual de su vehículo?



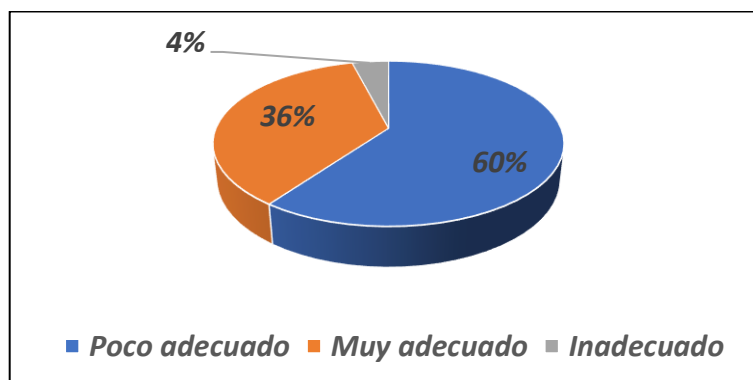
**Figura 10.** Tipo de utilidad de vehículos  
(Autor)



Interpretación:

Del total de las personas encuestadas, 59 utilizan su automóvil para uso personal, particularmente con su círculo familiar; 28 personas contribuyen sus vehículos para servicios públicos y 6 personas destinan sus vehículos para realizar otros servicios como para fletes o alquiler, que también cuentan como criterios de inclusión para la investigación.

**Pregunta 2.** ¿Cómo considera el uso y trato que recibe su automóvil por parte de chóferes o de usuarios bajo su consentimiento?

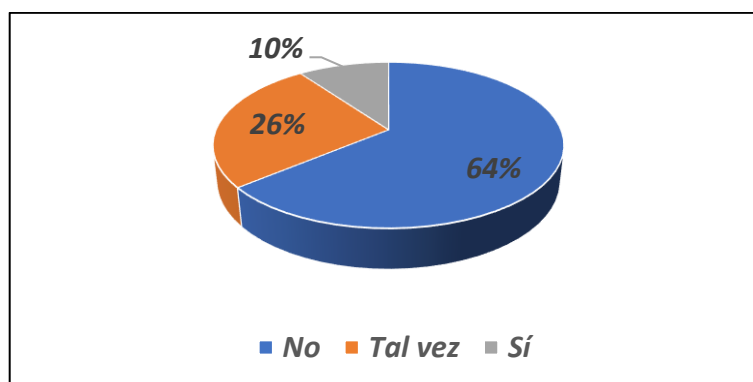


**Figura 11.** Conducción que reciben los vehículos por otras personas (Autor)

Interpretación:

En esta pregunta, 56 personas declaran que el uso y la conducción de sus vehículos es poco adecuado por las personas a cargo; mientras que 33 de ellas están conformes con la conducción muy adecuada que le brindan a su unidad y 4 personas están inconformes por la conducción que reciben por parte de personas bajo su consentimiento.

**Pregunta 3.** ¿Terceras personas han hecho uso de su vehículo sin su previa autorización como propietario?

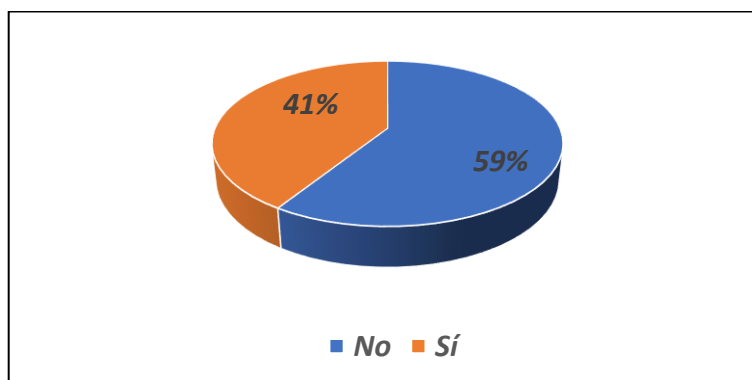


**Figura 12.** Uso indebido de automóviles (Autor)

Interpretación:

La mayoría de las personas encuestadas expresan que no han tenido aquel inconveniente, representadas en un total de 60 propietarios; por otra parte 24 de ellos están en la incertidumbre de que tal vez les ha suscitado o sospechan del caso y solo 9 personas indican que si conocen que sus unidades han sido manipuladas por personas ajenas.

**Pregunta 4.** ¿Cuenta su automóvil con algún sistema de seguridad para prevenir el robo o controlar quien hace uso del mismo?

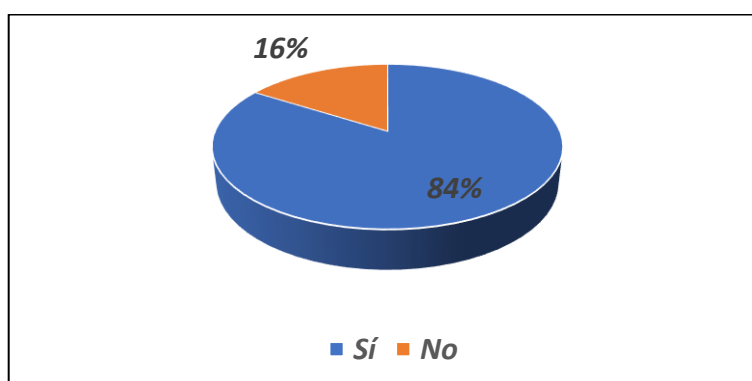


**Figura 13.** Disposición de sistemas de seguridad vehicular (Autor)

Interpretación:

En esta pregunta, existe una cantidad de 55 personas que no cuentan con algún dispositivo de seguridad que ayude a reducir el riesgo del robo y controlar el acceso al automóvil; de forma contraria, 38 de ellas sí cuenta con algún sistema de alarma o bloqueo para prevenir dicho riesgo.

**Pregunta 5.** ¿Le interesaría incorporar un sistema de seguridad personalizado comprometiendo los rasgos físicos de una persona?

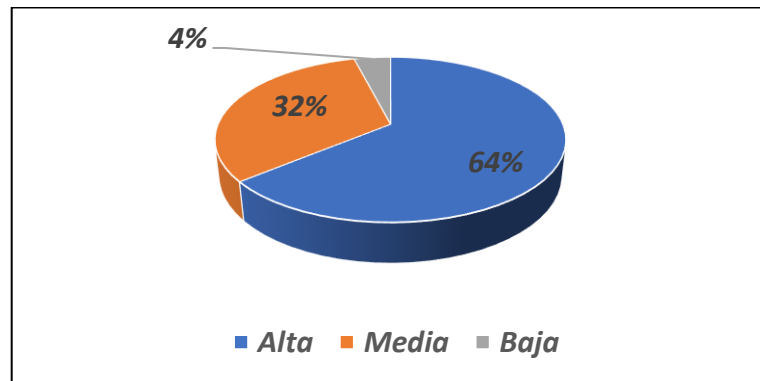


**Figura 14.** Interés por un sistema de seguridad personalizada (Autor)

Interpretación:

Del total, 78 encuestados indican que si les interesaría contar con un sistema de seguridad con aquellas características incorporado en su automóvil; pero, 15 de ellos no tiene interés en este tipo de sistemas, probablemente por desconocer de esta tecnología.

**Pregunta 6.** ¿Cómo calificaría el nivel de confiabilidad en la incorporación de un dispositivo biométrico en su vehículo, para que el encendido se efectúe mediante voces y huellas dactilares de personas previamente autorizadas?

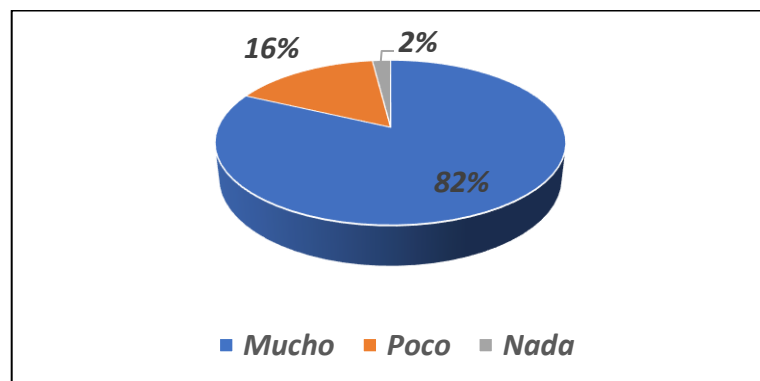


**Figura 15.** Calificación confiabilidad por dispositivos biométricos (Autor)

Interpretación:

Esta pregunta evidencia que, 59 personas encuestadas califican con un nivel de alta confiabilidad un sistema de encendido con características de huellas y voz; el nivel de media confiabilidad es representada por 30 personas, mientras que 4 de ellas califican este sistema como un nivel de baja confiabilidad.

**Pregunta 7.** ¿Cómo considera que un dispositivo biométrico aportaría a la seguridad y privacidad en su automóvil?

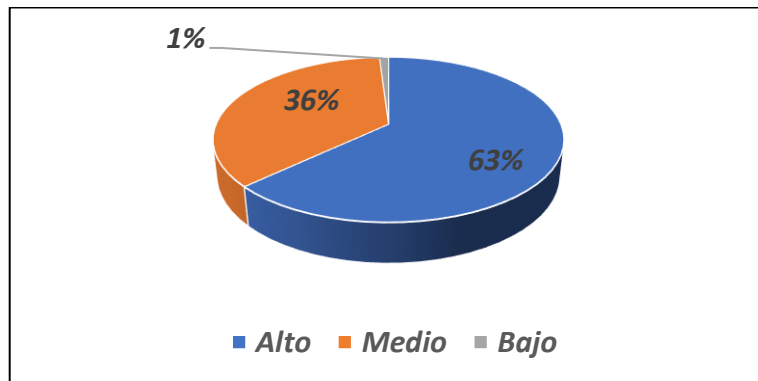


**Figura 16.** Aporte de dispositivos biométricos a seguridad del automóvil (Autor)

Interpretación:

Respecto a esta pregunta, 76 usuarios de los encuestados interpretan que brindaría mucho aporte para seguridad y privacidad en un vehículo; otras 15 consideran que su aporte sería poco y solo 2 personas revelan que aporte es nulo para protección del automotor.

**Pregunta 8.** Con un sistema biométrico incorporado en su vehículo, ¿cuál sería su nivel de confianza y tranquilidad al dejar su automóvil en sitios públicos?

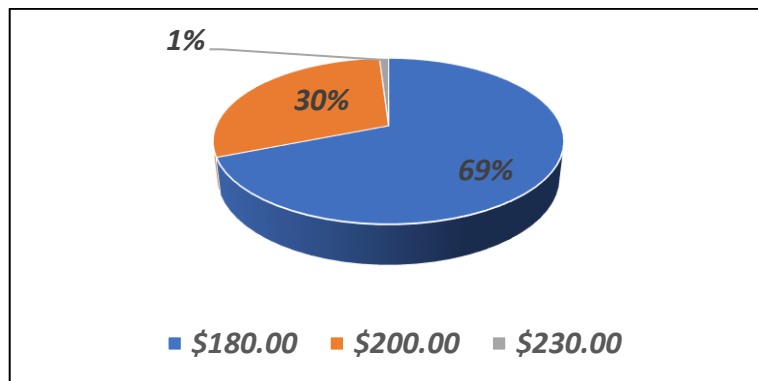


**Figura 17.** Nivel de confianza y tranquilidad al estacionar (Autor)

Interpretación:

Esta pregunta hace referencia a lugares o sitios de parqueos lo cual, 59 personas señalan que representa un nivel alto de tranquilidad; por otro lado, 33 consideran que aportaría con un nivel medio y 1 persona considera que un dispositivo biométrico aporta con un nivel bajo de tranquilidad al dejar los vehículos en estos estacionamientos.

**Pregunta 9.** ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por un sistema de seguridad biométrico implementado en su automóvil?

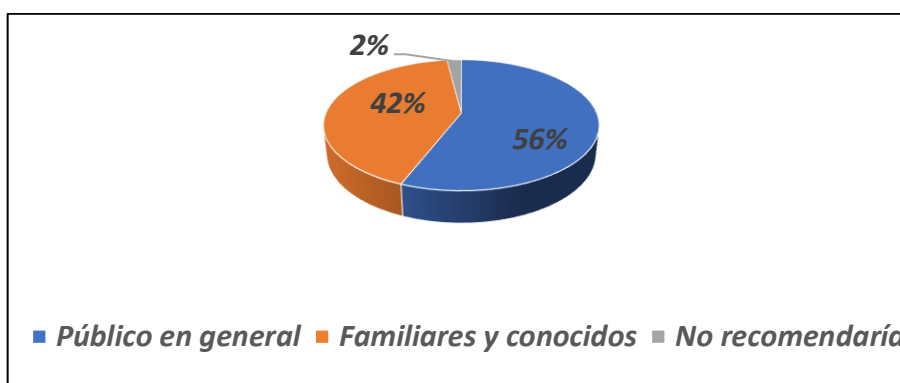


**Figura 18.** Disposición a pagar por un sistema biométrico de seguridad (Autor)

Interpretación:

Pagar por un dispositivo novedoso y nuevo en el mercado, siempre es complejo para los usuarios al desconocer del mismo, para este sistema de seguridad, 64 personas están dispuestas a pagar un valor de \$180.00; 28 de ellas consideran aceptable pagar una cantidad de \$200.00 por incorporar un dispositivo biométrico y solo 1 persona cree factible pagar un valor de \$230.00 por esta tecnología incorporada en su vehículo.

**Pregunta 10.** ¿A quiénes recomendaría adicionar este sistema de seguridad biométrico?



**Figura 19.** Recomendaciones del sistema de seguridad (Autor)

Interpretación:

Una cantidad de 52 personas del total de los encuestados declara que recomendaría al público en general para que incorpore este sistema biométrico en sus vehículos; mientras que 39 consideran adecuado recomendar solo a familiares y conocidos como novedad, y por otra parte 2 de ellas no recomendarían a ninguna persona en particular.

## 2.2 DESARROLLO DEL PROTOTIPO

Previo a la elaboración del prototipo, se analizó los dispositivos del mercado más acordes y funcionales para la fabricación del prototipo. Los dispositivos y componentes con afines para desarrollar el proyecto técnico se obtuvieron en el mercado local. A continuación, se muestran y caracterizan los dispositivos que se emplearon en el prototipo.

### 2.2.1 CARACTERIZACIÓN DE DISPOSITIVOS EMPLEADOS

Entre la variedad de dispositivos para fabricar el prototipo se implementaron en su mayor parte los más adecuados para cumplir con la finalidad del proyecto. Entre los dispositivos que cumplen con la lectura de los rasgos biométricos antes mencionados, en el mercado existen una alta gama y

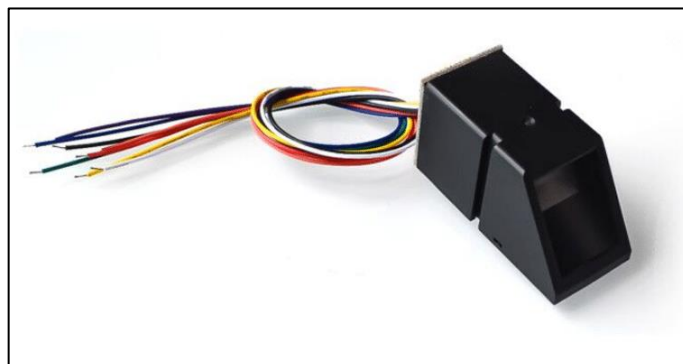
variedad de ellos. Para su selección se tomó en cuenta la compatibilidad con los microcontroladores a utilizar en el diseño del módulo prototipo.

Para el reconocimiento dactilar se dispuso de dos sensores: el lector de huellas GT-521F52 y el lector AS608. Entre ellos, las dimensiones, la capacidad de almacenamiento de huellas y costes, cambian. Sin embargo, se seleccionó el modelo AS608, ya que, la configuración se realiza directamente conectado a Arduino; mientras el otro modelo necesita el software SKD\_Demo.exe para el enrolamiento de capturas de las huellas dactilares.

### 2.2.1.1 Lector de huella dactilar AS608

Este módulo fue empleado por ser de los más comerciales y económicos del mercado y que cumplía con los requerimientos para el diseño del prototipo. Sus principales especificaciones y características comprenden:

- Modelo: AS608
- Tiempo de adquisición menor a 1 segundo
- Dimensión de la ventana: 19.5 x 15.5mm
- Dimensiones del producto: 48 x 23.5 x 20mm
- Peso: 20g
- Capacidad de almacenamiento: 128 huellas
- Voltaje de alimentación: 3.3 – 5V
- Corriente de funcionamiento: 60mA - 120mA máximo
- Pico de corriente: 60mA – 150mA máx.
- Interfaz: Serial/UART TTL
- Almacenamiento de 162 plantillas o huellas
- Velocidad de transmisión: 57600 baudios
- Apertura de Puerto Serie: 9600 baudios
- Temperatura de operación: -10°C a 40°C (Humedad Relativa 40% a 85%).



**Figura 20.** Lector de huellas digitales AS608  
(<https://e.anvas.info/e-es/item/33006588749>)

En cuanto a comandos de voz se dispuso la opción de dos módulos de reconocimiento, tales como: Módulo de reconocimiento de voz Geeetech y Módulo de reconocimiento de voz Elechouse V3. Ambos módulos son compatibles con Arduino, su conexión es similar y sencilla. Sin embargo, el modelo Geeetech adicionalmente contiene un módulo USB Serial externo para comunicación con la PC ya que aparte del programa de Arduino, es necesario utilizar el programa Docklight para configurar los comandos. Por otra parte, Arduino realiza estas dos acciones en su mismo programa. Ante lo expuesto, se seleccionó el Módulo de reconocimiento de voz Elechouse V3, que además cuenta con amplia información para su configuración y es de un coste accesible.

### 2.2.1.2 Módulo reconocimiento de voz V3.1

Este módulo relacionó coste y disponibilidad en nuestro mercado por ser de bajo coste y fácil adquisición. Dentro de sus especificaciones y características encontramos:

- Voltaje de Alimentación: 4.5 - 5.5VDC
- Corriente: <40mA
- Interfaz digital: 5V TTL.
- Interfaz análoga: conector 3.5mm para micrófono.
- Dimensiones: 30mm x 47.5mm
- Velocidad de transmisión: 9600 baudios
- Apertura de Puerto Serie: 115200 baudios
- Precisión de reconocimiento: 99% (bajo entorno ruidos reducidos).
- Soporta un máximo de 80 comandos, de 1500 ms como máximo.
- Control de 7 comandos efectivos al mismo tiempo.
- Compatibilidad total con Arduino.
- Fácil control por UART o GPIO



**Figura 21.** Módulo de reconocimiento de voz V3.1.

(<https://hetpro-store.com/TUTORIALES/modulo-de-reconocimiento-de-voz/>)

Para disponer de un sistema alternativo y poner el vehículo en marcha por ocasiones circunstanciales, fue necesario adicionar un elemento para optar con otra alternativa aparte de los dispositivos biométricos.

Una opción era colocar un interruptor entre las líneas intervenidas antes de que ingresen al módulo prototipo, pero tendría una deficiencia en cuanto a seguridad. Por tal razón, se seleccionó un teclado matricial rígido para que por medio de una contraseña activara los mismos componentes que activan los dispositivos biométricos.

### 2.2.1.3 Teclado matricial 4x4

También es un producto muy comercial y de bajo coste, fácil de adquirir, cumpliendo también con los requerimientos para incorporar un acceso como by pass del dispositivo biométrico. Entre sus primordiales características tenemos:

- Teclado matricial de 16 teclas
- 10 números, 4 letras, el # y \*
- 4 pines para columna y 4 pines para filas
- Cuerpo plástico rígido
- Compatible con header macho 40x1
- Voltaje alimentación: 3 a 5 VDC
- Medidas: 7cm x 7cm x 0.5cm (aprox).



**Figura 22.** Teclado matricula 4x4  
(<https://robotec.mx/products/teclado-matricial-4x4-rigido>)

### 2.2.1.4 Microcontroladores utilizados

Luego de caracterizar los elementos de mando se prosigue a especificar los dispositivos de control que integra el prototipo y a su vez los dispositivos actuadores.

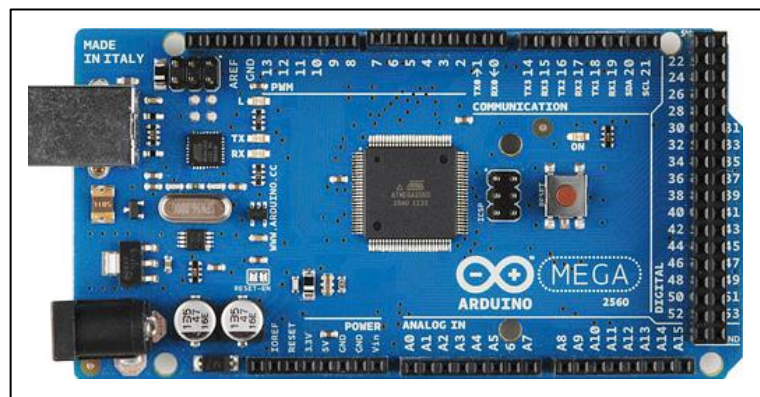


### 2.2.1.4.1 Arduino Mega 2560

Uno de los microcontroladores integrado al dispositivo biométrico es un Arduino Mega 2560 el cual se encarga de operar al módulo de Reconocimiento de Voz y el Teclado Matricial.

Se muestran a continuación las especificaciones y características generales del micro:

- Microcontrolador: ATmega2560
- Voltaje Operativo: 5V
- Tensión de Entrada: 7-12V
- Voltaje de Entrada(límites): 6-20V
- Pines digitales de E/S: 54 (de los cuales 14 proveen salida PWM)
- Pines análogos de entrada: 16
- Corriente DC por cada Pin E/S: 40 mA
- Corriente DC entregada en el Pin 3.3V: 50 mA
- Memoria Flash: 256 KB (8KB usados por el bootloader)
- SRAM: 8KB
- EEPROM: 4KB
- Clock Speed: 16 MHz



**Figura 23.** Arduino Mega 2560

(<http://manueldelgadocrespo.blogspot.com/p/arduino-mega-2560.html>)

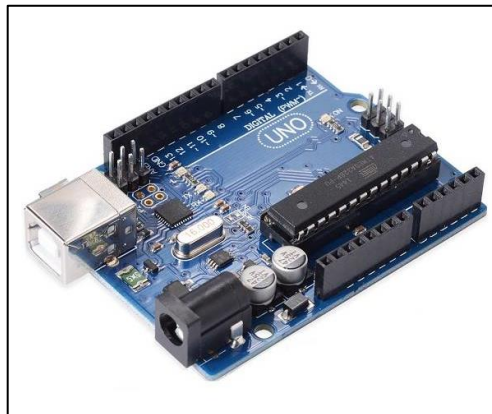
### 2.2.1.4.2 Arduino Uno R3

Este microcontrolador se adicionó para el control y operación del lector de huellas dactilares, ya que el mismo no tuvo compatibilidad para enlazarse con el Reconocimiento de Voz y el Teclado Matricial en un solo programa.

Se muestra sus importantes especificaciones y características:

- Microcontrolador: ATmega328
- Voltaje Operativo: 5v
- Voltaje de Entrada (Recomendado): 7 – 12 v

- Pines de E/S Digital: 14 (De las cuales 6 son salidas PWM)
- Pines de Entradas Análogas: 6
- Memoria Flash: 32 KB (ATmega328) de los cuales 0,5 KB es usado por Bootloader.
- SRAM: 2 KB (ATmega328)
- EEPROM: 1 KB (ATmega328)
- Velocidad del Reloj: 16 MHZ.



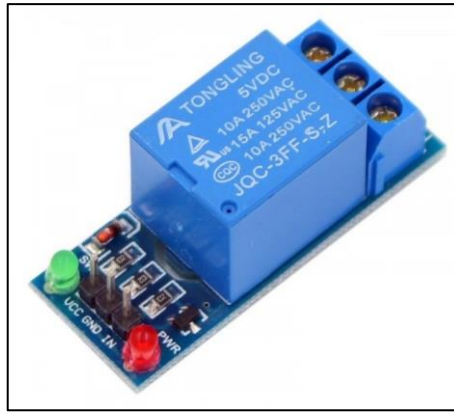
**Figura 24.** Arduino Uno R3

(<https://teslabem.com/tienda/arduino-uno-generico/>)

### 2.2.1.5 Módulo relé 5VDC

El dispositivo biométrico integra dos módulos relés de un canal. Los mismos reciben las señales de salida de los microcontroladores. Uno recibe la señal o acción por medio de los módulos biométricos y el otro la señal del teclado matricial. Se muestran sus características y especificaciones:

- Un canal de salida
- Led indicador para cada canal
- Control directamente con circuitos lógicos
- Terminales de conexión de tornillo
- Carga máxima: AC 250V/10A – DC 30V/10A
- Corriente de activación: 5mA
- Voltaje de funcionamiento: 5V
- DC +: alimentación positiva (VCC)
- DC -: alimentación negativa (GND)
- IN: nivel alto o bajo de control
- NO: interfaz de transmisión normalmente abierta
- COM: relés de interfaz común
- NC: interfaz de transmisión normalmente cerrada
- Tamaño del módulo: largo, 46.5 x ancho, 12 x alto, 18.5mm.



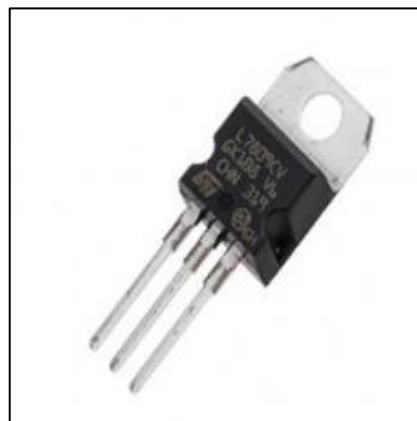
**Figura 25.** Modulo relé 5VDC  
(<https://laelectronica.com.gt/modulo-rele-5v-1-canal>)

### 2.2.1.6 Regulador L7809

Regulador de voltaje, circuito integrado monolítico diseñado como reguladores de voltaje fijo para una amplia variedad de aplicaciones.

Se indica sus características:

- Corriente de salida superior a 1,0 A
- 35V de entrada máxima
- No se requieren componentes externos
- Protección de sobrecarga térmica interna
- Protección contra cortocircuitos
- Limitación de corriente de cortocircuito interno
- Voltaje de salida ofrecido en tolerancia del 1,5%, 2% y 4%
- Disponible en montaje en superficie D2PAK – 3, DPAK – 3 y estándar paquetes de transistores de 3 conductores
- Prefijo NCV para aplicaciones automotrices y otras que requieren requisitos únicos de cambio de control y sitio; AEC – Q100 calificado y apto para PPAP.



**Figura 26.** Integrado regulador de voltaje L7809  
(<https://altronics.cl/integrado-regulador-voltaje-l7809>)

## 2.2.2 PROGRAMACIÓN DE CONTROL

### 2.2.2.1 Programación del Modo biométrico

El programa para el dispositivo biométrico se realizó en el Software Arduino 1.8.11 con las debidas especificaciones requeridas para la función que ejecutará el dispositivo implementado en el sistema de ignición del automóvil.

#### 2.2.2.1.1 Programación de Arduino Mega 2560

Se utilizó la placa Arduino Mega 2560 en la cual se desarrolló la programación del módulo de reconocimiento de voz conjuntamente con el teclado matricial.

La programación del módulo de Reconocimiento de Voz comenzó con la descarga e instalación de la librería “VoiceRocongntionV3.h”. Esta librería permitió almacenar las grabaciones de los comandos al módulo.

##### 2.2.2.1.1.1 Procedimiento para la grabación de comandos de voz

Para inicializar con el proceso de grabado de los comandos de voz, se abrió la carpeta de archivos en ejemplo “vr\_sample\_train” de la librería, que permitió entrenar y memorizar los comandos o palabras claves a utilizar para el funcionamiento del módulo de reconocimiento de voz.

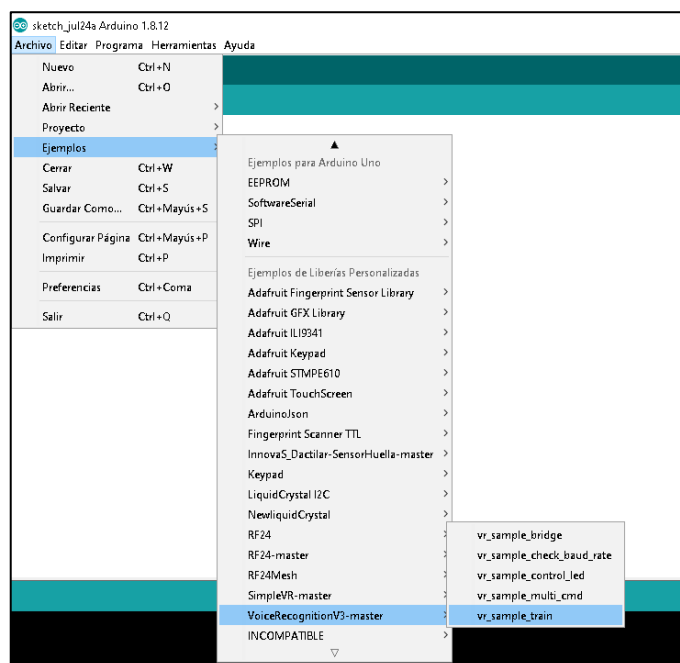


Figura 27. Apertura de código para almacenar comandos de voz.

(Autor)

Luego, al abrir el ejemplo para almacenar los comandos de voz, se muestra el código de programación establecido para grabar y almacenar las palabras.

Es recomendable cambiar la configuración de conexión (TX y RX) cuando se utiliza otra placa Arduino, ya que, por defecto esta se encuentra para vincularse con la placa Arduino Uno.

```
Entrenamiento_de_voz Arduino 1.8.12
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda

Entrenamiento_de_voz $
* clear          clear          clear
* record         record / record (r0) (r1)... record / record 0 79
* vr            vr
* getsig        getsig (r)      getsig 0
* sigtrain      sigtrain (r) (sig) sigtrain 0 ZERO
* settings      settings
*****
* @section HISTORY
*
* 2013/06/13    Initial version.
*/
#include <SoftwareSerial.h>
#include "VoiceRecognitionV3.h"

/**
 * Connection
 * Arduino      VoiceRecognitionModule
 * 2  ----->  TX
 * 3  ----->  RX
 */
VR myVR(10,11); // 10:RX 11:TX, you can choose your favourite pins.
```

Figura 28. Nueva configuración de pines RX y TX (Autor)

Una vez que se estableció la nueva asignación de estos pines de comunicación se prosigió a realizar la conexión del módulo de reconocimiento de voz a la placa Arduino 2560.

El esquemático de la conexión se desarrolló en AutoCad 2019 (Figura 29).

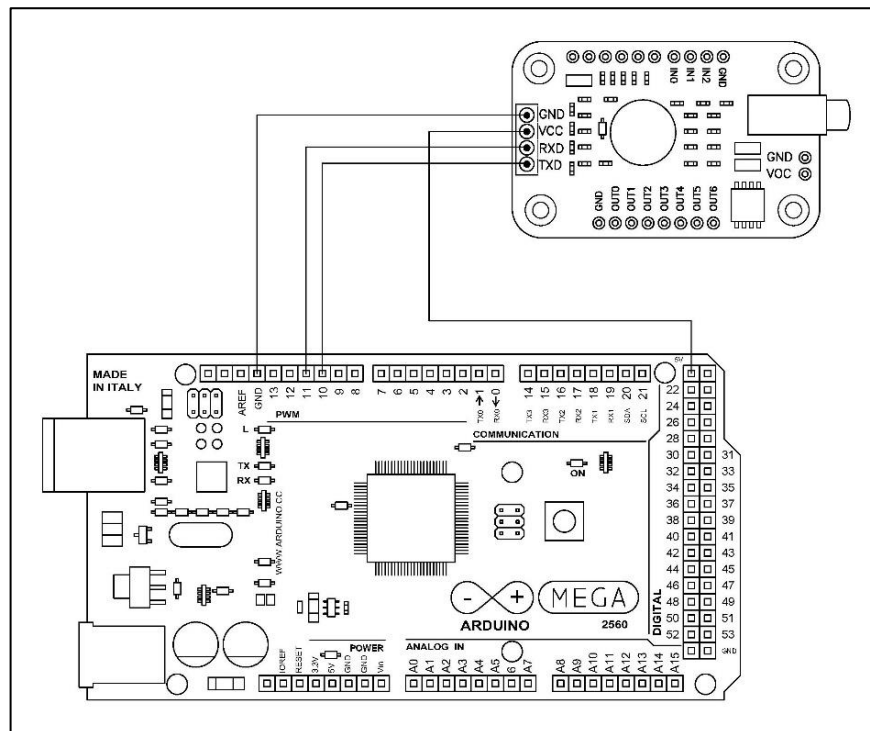


Figura 29. Conexión del reconocimiento de voz al microcontrolador (Autor)

La conexión del módulo de reconocimiento de voz con Arduino Mega 2560 para el grabado de comandos de voz, se describe en la Tabla 11.

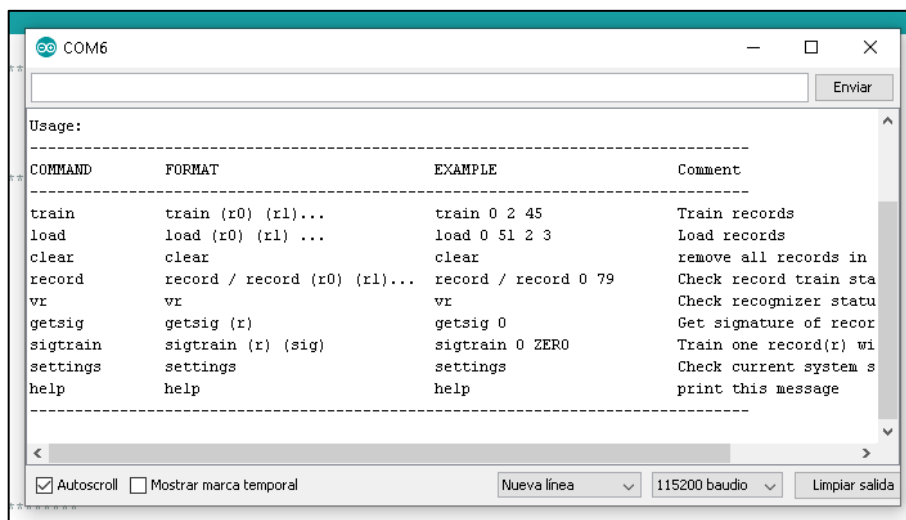
**Tabla 11.** Descripción de conexión del reconocimiento de voz

Pin de dispositivo	Descripción	Pines Arduino
GND	Tierra	GND
VCC	Alimentación positiva	5V
RXD	Recepción de datos	11
TXD	Transmisión de datos	10

(Autor)

Con la conexión entre módulo y placa establecida, se conectó la placa Mega 2560 con un cable USB a la PC y se cargó el código, luego la placa se alistó para el entrenamiento de los comandos.

Posteriormente, se abrió el Monitor Serie a una velocidad de 115200 baudios, como lo especifica el sensor y mostró la ventana con diferentes comandos utilizables para el módulo.



**Figura 30.** Monitor Serie del módulo de reconocimiento de voz

(Autor)

Para la memorización y almacenamiento de los comandos de voz, en la parte superior de la ventana del Monitor Serie, se utilizó el comando “sigtrain” respectivamente para proceder con el grabado; se escribe el comando, continuamente, un número para establecer su ubicación o posición dentro de la memoria del módulo y el comando de voz escrito; luego se envió y se prosiguió al grabado de las palabras que se utilizaran como comandos de voz.

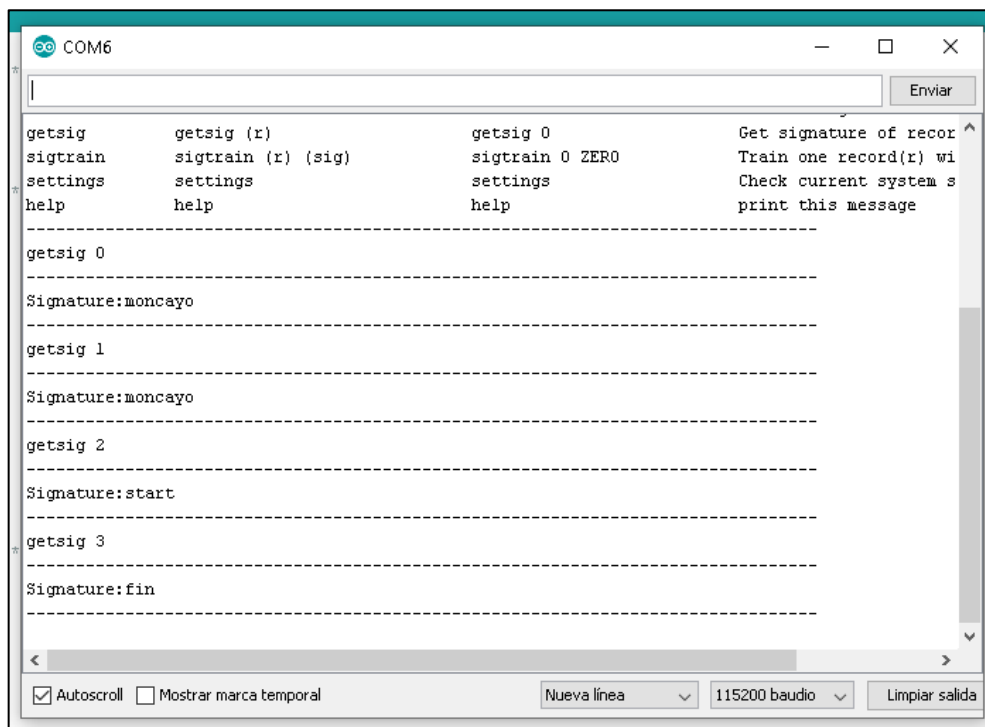
Después de cargar esta función al módulo, el mismo se preparó para receptor los comandos descritos, mientras un led color naranja destellaba, un led rojo se encendía por corto tiempo indicando que se podía decir el comando para

que el módulo lo recpte y lo grabe, este proceso se repetía hasta que ambos led destellaran a la vez que indicaba que el comando fue grabado y almacenado.

### 2.2.2.1.1.2 Procedimiento para la inspección de comandos

Con la función “*getsig*” del Monitor Serie se puede conocer cada comando y posición asignada de cada uno que fue almacenado, para ello se escribe el comando *getsig* seguido de la posición y procede a enviar.

Si hay una posición que no se ha guardado un comando, mostrará un mensaje: “*Signature isn't set.*” especificando que no hay un comando memorizado en esa posición. Por lo contrario, si en la posición hay un comando memorizado, aparecerá el siguiente mensaje: “*Signature: más el comando*”.



**Figura 31.** Revisión de comandos de voz registrados  
(Autor)

### 2.2.2.1.1.3 Desarrollo del programa

Para el desarrollo del código de programación del módulo de reconocimiento de voz, se incluyó la librería “VoiceRecognitionV3.h” misma que se utilizó para el procedimiento de grabado de los comandos.

Después, se asignó las variables correspondientes del programa y se especificó el pin que proporcionará un estado de salida (5V) para que se

cumpla cuando el usuario diga el comando correcto almacenado y utilizado en el programa.

El comando almacenado en el programa es “Moncayo” y la posición dentro de la memoria del módulo es “0”.

```
//VOZ
#include <SoftwareSerial.h>           // Se incluye librería <Serie de software>
#include "VoiceRecognitionV3.h"       // Se incluye librería <Reconocimiento de voz V3>

VR myVR(10,11);                       // Se define pin10:RX y pin11:TX
uint8_t records[7];
uint8_t buf[64];

int pinMoncayo = 6;                    // Cuando el comando de voz es correcto
boolean estadoMoncayo = 0;
#define moncayo {0}                    // Posición de comando de voz en el sensor
```

**Figura 32.** Variables del código  
(Autor)

Para la función Setup, se inicializó los modos de trabajo con las adecuadas declaraciones, como los datos del puerto serie entre los sensores, el equipo PC con el microcontrolador. Aquí se emplea la emisión de la señal luego de recibir el comando de voz correcto, (pinMode).

Esta especificación es importante para que la velocidad de comunicación se efectúe adecuadamente acorde al diseño de cada equipo, siendo esta correcta se podrá detectar correctamente la comunicación, caso contrario no habrá la interconexión. Para ello, cada acción será reflejada en el Monitor Serie del programa. También, se especificó el estado que el pin como salida (OUTPUT).

```
// Voz
myVR.begin(9600);                      // Establece la velocidad de datos para el puerto serie del sensor
Serial.begin(115200);                  // Abre el puerto serie, configura los datos a 115200 bps
Serial.println("Elechouse Voice Recognition V3 Module\r\nControl LED sample");

pinMode(pinMoncayo, OUTPUT);
if(myVR.clear() == 0){
  Serial.println("Recognizer cleared.");
}else{
  Serial.println("Not find VoiceRecognitionModule.");
  Serial.println("Please check connection and restart Arduino.");
  while(1);
}
```

**Figura 33.** Comunicación de datos  
(Autor)

Últimamente, en la función del programa donde se contiene el código que se ejecutará “Loop” se asignó la ejecución de salida (pinMode) al pin (6) únicamente cuando el comando de voz es correcto, esta acción es necesitada por Arduino Uno para cumplir con las acciones de combinar las señales de los sensores biométricos para la señal resultante y poder alimentar los módulos relé, y estos cierran el circuito de líneas intervenidas.



El pin de señal de salida anteriormente especificado, se le asignó el respectivo estado (HIGH, 1 lógico o 5V).

```
// V02
{
  int ret;
  ret = myVR.recognize(buf, 50);
  if(ret>0){
    switch(buf[1]){
      case moncayo:
        digitalWrite(pinMoncayo, HIGH);
        break;
    }
  }
}
```

Figura 34. Especificación estado de salida (Autor)

### 2.2.2.1.2 Programación Arduino UNO R3

Para la programación del lector de huellas dactilares AS608 se utilizó la placa Arduino UNO, en la cual se ejecutó el sketch para su posterior funcionamiento. Para ello, se instaló la librería “*Adafruit\_Fingerprint.h*” que permitió ejecutar el procedimiento de enrolamiento biométrico de huellas dactilares, la memoria interna del sensor es capaz de almacenar hasta 162 registros huellas digitales.

#### 2.2.2.1.2.1 Procedimiento de enrolar huellas dactilares

Con la librería respectiva ya instalada iniciamos con el almacenamiento de las huellas dactilares de las personas a registrar en el programa.

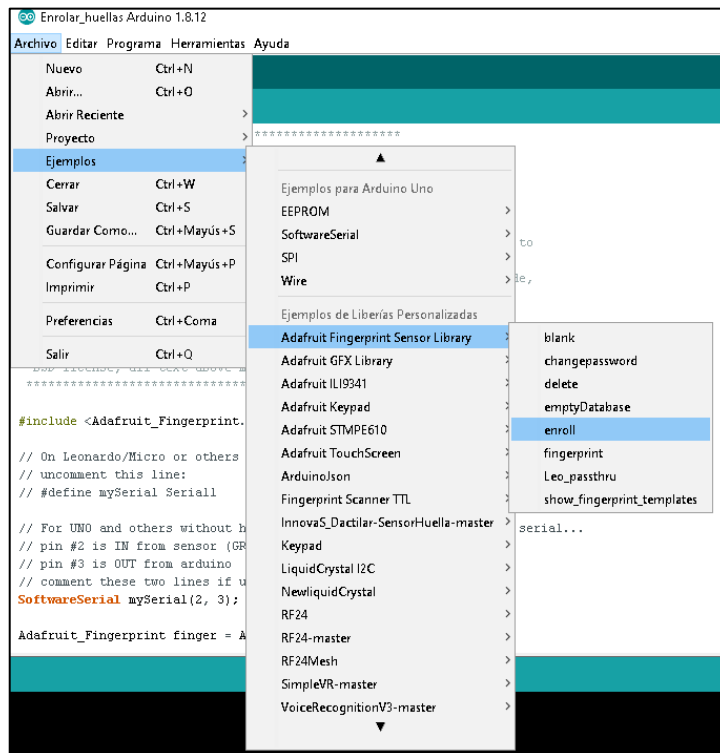
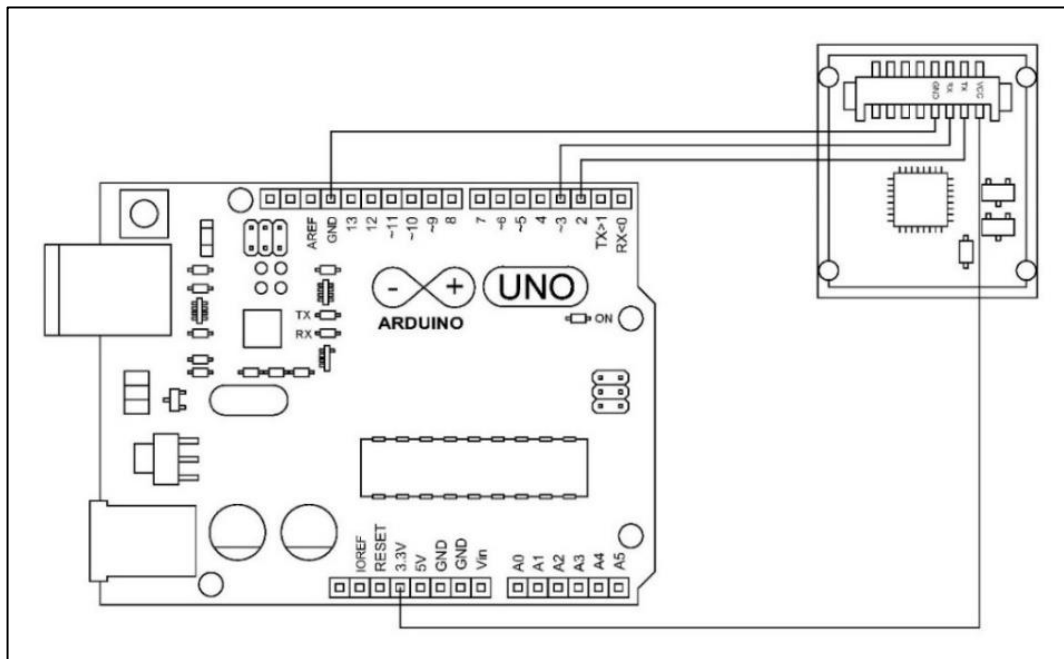


Figura 35. Apertura del código para registrar huellas (Autor)

Se abrió el ejemplo que contiene la librería, que consistió en un código, el cual permitió enrolar las huellas de las personas consideradas para efectuar el encendido. Se inspeccionó la comunicación RX y TX, que por defecto venía establecida en determinados pines y la velocidad de transmisión a 9600 baudios para el correcto funcionamiento del sensor. Posterior, se realizó la respectiva conexión entre el lector de huellas dactilares y Arduino Uno.

El esquemático de la conexión de Arduino Uno y el lector de huellas, se desarrolló en AutoCad 2019 (Figura 36).



**Figura 36.** Conexión del lector de huella con Arduino Uno  
(Autor)

Se detalla la conexión entre el lector de huellas dactilares y Arduino Uno en la Tabla 12.

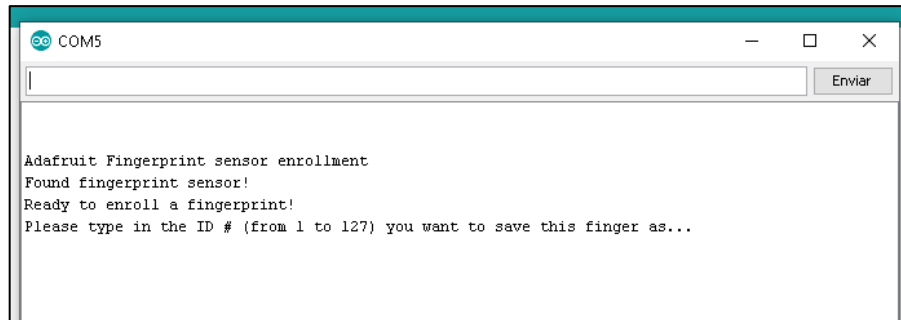
**Tabla 12.** Descripción de conexión del lector de huellas

Pines del dispositivo	Descripción	Pines Arduino
VCC	Alimentación	3.5 V
TX	Transmisión de datos	2
RX	Recepción de datos	3
GND	Tierra	GND

(Autor)

Se continuó con la carga del sketch a la placa Arduino Uno para inicializar con el registro de las huellas digitales en la memoria del lector.

Una vez que se cargó el sketch, se abrió el Monitor Serie e instantáneamente el programa verificó si el lector de huellas es reconocido.



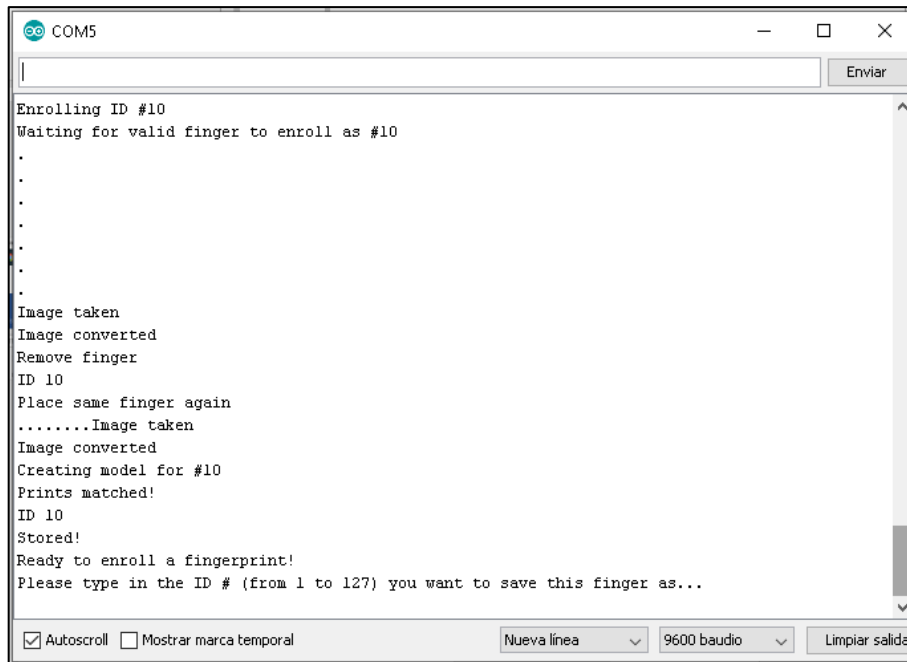
**Figura 37.** Verificación de enlace con el lector de huellas  
(Autor)

Por lo contrario, indicará un mensaje con la descripción: “*Did not find fingerprint sensor :(*”, que significa que no se está reconociendo el lector de huellas debido a una mala conexión de las líneas de transmisión o el sensor se encuentra dañado.

Para el registro y almacenamiento de las huellas, la misma pantalla del Monitor Serie indicó colocar un número ID para asignar la posición de la huella dentro de la memoria del lector.

Los pasos para enrolar las huellas y almacenarlas en la memoria del lector biométrico son los siguientes:

1. La misma ventana del Monitor Serial, indicó la inicialización donde se colocó un número que podía variar del 0 al 161 como posición ID, luego se presionó “enviar” o pulsar la tecla “enter”.
2. El programa inmediatamente, solicitaba colocar un dedo para escanear la huella y tomarla como un primer registro. La posición del dedo no influye en el registro.
3. Al colocar el dedo, el lector escaneó la huella, la almacenó y requirió que se remueva el dedo.
4. Luego, solicitó que el mismo dedo sea colocado nuevamente para confirmar el registro de la huella, siempre y cuando coincidiera con la anterior huella antes tomada.
5. Al terminar, indicó que la huella había sido almacenada con el ID o número asignado anteriormente, en la memoria del dispositivo.



**Figura 38.** Procedimiento de almacenamiento de huellas dactilares  
(Autor)

### 2.2.2.1.2.2 Desarrollo del programa

Luego de haber capturado las imágenes de las huellas en la memoria del sensor lector de huellas AS608. Con la misma librería se prosiguió al desarrollo del código correspondiente; se fijó las variables de operaran de este microcontrolador. Se refleja la función principal que tiene cada pin, receptor las señales confirmas de los rasgos correctos leídos.

```
#include <Adafruit_Fingerprint.h> // Se incluye libreria de huella dactilar

SoftwareSerial mySerial(2,3); // Dejinimos pin2:TX y pin3:RX
Adafruit_Fingerprint finger = Adafruit_Fingerprint(&mySerial);
const int x=8; // Ingreso de huella es correcta
const int y=9; // Ingreso de comando de voz correcto
const int z=7; // Señal para módulos relé
int inx=0;
int iny=0;
```

**Figura 39.** Definición de E/S en el código  
(Autor)

A continuación, en la función “Setup” que es donde inicializan los modos de trabajo que tiene cada pin establecido, se invoca una sola vez en el programa sin necesidad de declarar ejecución de los mismos. Lo que respecta a los pines (7, 8 y 9) se declaró que acción tendrán dichos pines (INPUT u OUTPUT). Esto en cuanto a inicializar el programa, en qué momento colocar la huella y la señal de salida cuando el lector detecte una huella registrada.

```

void setup()
{
  digitalWrite(5, HIGH); // Led para colocar huella
  Serial.begin(9600); // Abre el puerto serie, configura los datos a 9600 bps
  while (!Serial);
  delay(100);
  Serial.println("fingertest");
  pinMode(4, OUTPUT); // Salida cuando la huella es correcta
  finger.begin(57600); // Establece la velocidad de datos para el puerto serie del sensor
  delay(5);
  if (finger.verifyPassword()) {
    Serial.println("Found fingerprint sensor!"); // Sensor de huellas detectado
  } else {
    Serial.println("Did not find fingerprint sensor :('"); // No se ha detectado sensor de huellas
    while (1) { delay(1); }
  }
  finger.getTemplateCount();
  Serial.print("Sensor contains "); Serial.print(finger.templateCount); Serial.println(" templates");
  Serial.println("Waiting for valid finger...");
  {
    pinMode (z,OUTPUT);
    pinMode (x,INPUT);
    pinMode (y,INPUT);
  }
}

```

**Figura 40.** Estamentos de la función Setup  
(Autor)

En la función “Loop” del programa, se muestra la acción principal que debe ejecutarse y cumplir la conjugación de entradas entre la huella correcta (x) y el comando de voz correcto (y) para proporcionar una señal de salida (z) de 5V para el enclavamiento de los módulos relés y cierren el circuito intervenido.

```

void loop()
{
  getFingerprintIDez();
  inx=digitalRead(x);
  iny=digitalRead(y);

  if(inx and iny){
    digitalWrite(z,HIGH);
  }else{
    digitalWrite(z,LOW);
  }
}

```

**Figura 41.** Acción principal resultante  
(Autor)

Para que el lector de huellas dactilares reconozca la huella de un dedo, esta tiene que estar almacenada previamente en la memoria del módulo.

Si la huella no es reconocida por el lector no se podrá proseguir para cumplir la finalidad del programa, que conjuntamente con la señal del comando de voz proporcionarán una señal para la activación del módulo relé.

```

uint8_t getFingerprintID() {
  uint8_t p = finger.getImage();
  switch (p) {
    case FINGERPRINT_OK:
      Serial.println("Image taken");
      break;
    case FINGERPRINT_NOFINGER:
      Serial.println("No finger detected");
      return p;
    case FINGERPRINT_PACKETRECEIVEERR:
      Serial.println("Communication error");
      return p;
    case FINGERPRINT_IMAGEFAIL:
      Serial.println("Imaging error");
      return p;
    default:
      Serial.println("Unknown error");
      return p;
  }
}

```

**Figura 42.** Acción de lectura de huellas  
(Autor)

### 2.2.2.2 Programación del Modo alternativo

Es relevante que en momentos circunstanciales y de necesidad superior, otras personas que no se encuentren registradas tengan que encender el vehículo. Las causas de esta acción pueden variar, ya sea por caso de emergencia que la persona no pueda conducir por fuerza mayor, o por el hecho de que el vehículo permanezca en los talleres automotrices por largos periodos de tiempo para sus reparaciones o mantenimientos. Para ello, se adicionó un teclado matricial rígido 4x4.

Tiene como finalidad activar los módulos relés que el dispositivo biométrico contiene para cerrar el circuito de líneas intervenidas del relé PNP y una de las alimentaciones primordiales del ECM, tal como lo harían los dispositivos biométricos, pero mediante un código alfanumérico.

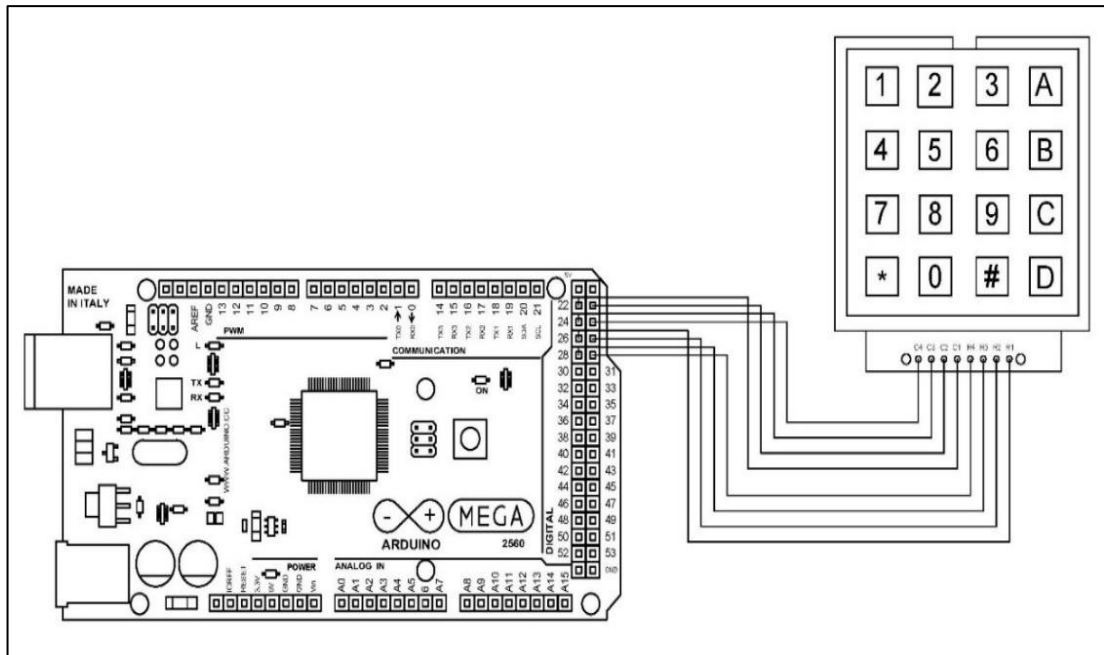
Es descrito como “Modo Servicio”, ya que brinda la posibilidad de que otras personas no registradas puedan encender el automotor para los fines pertinentes y con el consentimiento del propietario.

El simple hecho de digitar el código alfanumérico programado, encenderá el automóvil sin necesidad de proceder a cumplir con los rasgos biométricos registrados.

#### 2.2.2.2.1 Programación del teclado matricial

Para programar el keypad con en el microcontrolador Arduino Mega 2560, previamente se identificó los pines de filas y columnas del dispositivo (teclado matricial) para conectarlos con la placa Arduino.

El esquemático de conexión entre Arduino y el teclado matricial, se desarrolló en AutoCad 2019 (Figura 43).



**Figura 43.** Conexión de teclado matricial con Arduino Mega  
(Autor)

La conexión de los pines de filas y columnas del teclado matricial entre Arduino Mega 2560, se muestra en la Tabla 13.

**Tabla 13.** Descripción de conexión del teclado matricial

Pin de dispositivo	Descripción	Pines Arduino
C4	Columna 4	25
C3	Columna 3	24
C2	Columna 2	23
C1	Columna 1	22
R4	Fila 4	29
R3	Fila 3	28
R2	Fila 2	27
R1	Fila 1	26

(Autor)

### 2.2.2.2.1 Desarrollo del programa

La programación del teclado matricial inició con instalación de la librería “keypad.h” que por defecto configura el estado (0 o 1) de las filas y columnas.

También, se especificó las variables que determinan la acción resultante de cada pin especificado (int), la cantidad y pines de filas (26, 27, 28, 29) y columnas (22, 23, 24, 25), y la configuración del teclado (mapa de teclas).

```

Program_MEGA Arduino 1.8.12
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda

Program_MEGA

//TECLADO
#include <Password.h>           // Se incluye librería <Contraseña>
#include <Keypad.h>            // Se incluye librería <Teclado>

const byte ROWS = 4;          // Cuatro Filas
const byte COLS = 4;          // Cuatro Columnas
char keys[ROWS][COLS] = {     // Se establece configuración del teclado (Keypad)
  {'1','2','3','A'},
  {'4','5','6','B'},
  {'7','8','9','C'},
  {'*','0','#','D'}
};
byte colPins[COLS] = { 22,23,24,25 }; // Conectar del teclado COL1, COL2, COL3 y COL4 a Pines de Arduino
byte rowPins[ROWS] = { 26,27,28,29 }; // Conectar del teclado ROW1, ROW2, ROW3 Y ROW4 a Pines de Arduino
Keypad keypad = Keypad( makeKeymap(keys), rowPins, colPins, ROWS, COLS );
Password password = Password( "0195" ); // Se establece la contraseña
int passwError = 30;           // Indicador led, contraseña erronea
int passwSignal = 31;         // Para módulos relé
int passwOk = 32;             // Indicador led, contraseña correcta

```

**Figura 44.** Variables del teclado matricial  
(Autor)

En la estructura “Setup” se indicó los modos de trabajo que tendrá cada pin de reacción (30, 31 y 32) mostrados anteriormente como resultantes o salidas.

```

void setup(){
  //Teclado
  Serial.begin(9600);         // Abre el puerto serie, configura los datos a 9600 bps
  keypad.addEventListener(keypadEvent);

  pinMode(passwError, OUTPUT);
  pinMode(passwSignal, OUTPUT);
  pinMode(passwOk, OUTPUT);

  digitalWrite(passwError, LOW);
  digitalWrite(passwSignal, LOW);
  pinMode(passwOk, LOW);
}

```

**Figura 45.** Función Setup del código del teclado matricial  
(Autor)

Para la función “Loop”, se estableció que la tecla asterisco (\*) sea para validar la contraseña, siempre y cuando se la haya digitado correctamente; de ser el caso contrario, se estableció la tecla numeral (#) del teclado, para resetear la contraseña y volver a digitarla correctamente.

```

void keypadEvent(KeypadEvent eKey){
  switch (keypad.getState()){
    case PRESSED:
      Serial.print("Pressed: ");
      Serial.println(eKey);
      switch (eKey){
        case '*': checkPassword(); break; // <*> Es para validar la contraseña
        case '#': password.reset(); break; // <#> Es para resetear cuando la contraseña es erronea
        default: password.append(eKey);
      }
    }
}

```

**Figura 46.** Asignación para validación o reseteo de contraseña  
(Autor)



Para finalizar, después de la asignación, al determinar si la contraseña es válida o no, se indica la reacción resultante en cada caso de ella.

Cuando la contraseña sea correcta se encenderá y se apagará intermitentemente un led por tres veces (blink), el pin 32 (passwOk) se encargará de proporcionar la señal al indicador led correspondiente, mientras que el pin 31 (passwSignal) otorga la señal para alimentar los módulos relés. En el caso de ser incorrecta la contraseña, el pin 30 (passwError) enviará una señal para encender el indicador led de contraseña errónea.

```
void checkPassword(){
  //Adicionamos nuestro Codigo a ejecutar cuando esto SI trabaja
  if (password.evaluate()){
    Serial.println("Success");
    digitalWrite(passwError, LOW);
    digitalWrite(passwSignal, HIGH);
    digitalWrite(passwOk, HIGH);
    delay(300);
    digitalWrite(passwOk, LOW);
    delay(300);
    digitalWrite(passwOk, HIGH);
    delay(300);
    digitalWrite(passwOk, LOW);
    delay(300);
    digitalWrite(passwOk, HIGH);
    delay(300);
    digitalWrite(passwOk, LOW);
    delay(300);
    digitalWrite(passwOk, HIGH);
    delay(300);
    digitalWrite(passwOk, LOW);
  }
  //Adicionamos nuestro Codigo a ejecutar si esto NO trabaja
  else{
    Serial.println("Wrong");
    digitalWrite(passwError, HIGH);
    digitalWrite(passwSignal, LOW);
  }
}
```

**Figura 47.** Acción final después de digitar la contraseña  
(Autor)

## 2.3 MONTAJE DE COMPONENTES FÍSICOS

Para obtener un diseño estético se adecuó los componentes mediante la elaboración de placas con líneas de cobre que minimizó a gran escala la utilización de cableado para la comunicación entre dispositivos. Asimismo, la apariencia estética hace que se vea lo más ordena posible, con similitud a un módulo de control convencional del vehículo.

El mismo, se adecuó con su respectiva caja de protección y conectores de entradas y salidas del prototipo. La elaboración de la placa del regulador se diseñó en el software PCB Wizard, mientras que para el módulo prototipo en Proteus 8.7 Profesional.

### 2.3.1 REGULADOR DE VOLTAJE

Con antelación, se tomó el esquemático del regulador y previamente se procedió a elaborar un diseño de prueba del regulador de voltaje con base del integrado L7809 para evidenciar el comportamiento y reacción al ser instalado al sistema eléctrico del vehículo. Se observa el prototipo de prueba del regulador instalado al sistema eléctrico del automóvil (Figura 48).

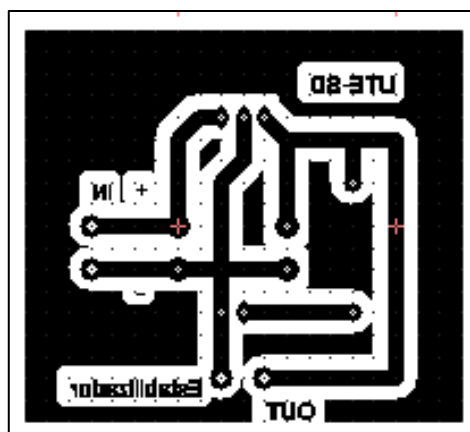


**Figura 48.** Diseño de prueba del regulador  
(Autor)

Como prueba inicial, se mantuvo un recorrido constante del vehículo durante dos horas para inspeccionar el comportamiento del regulador incorporado en el sistema eléctrico del vehículo. De esta forma el circuito se optó para que cumpla la función de regulador de voltaje.

#### 2.3.1.1 Placa del regulador

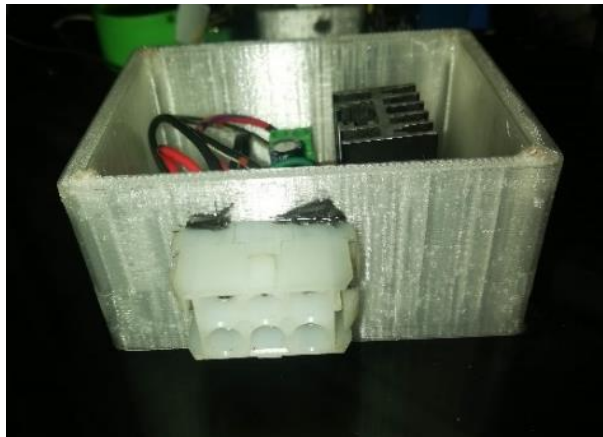
Se diseñó mediante el software PCB Wizard el circuito impreso para montar los componentes del regulador de voltaje y posteriormente adecuarlo en un soporte físico (Figura 49).



**Figura 49.** Circuito impreso del regulador de tensión  
(Autor)

### 2.3.1.2 Diseño físico

Posterior a la fabricación física del regulador en la placa impresa, al contar con la placa superficial se continuó con el montaje de los componentes y al diseño terminado, se lo introdujo en una caja de plástico con un respectivo socket de conexión tanto interna como externa, que se adquirió de una instalación eléctrica automotriz (Figura 50).

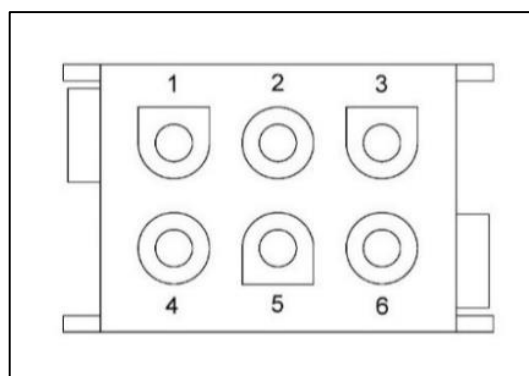


**Figura 50.** Diseño físico del regulador de tensión  
(Autor)

### 2.3.1.3 Socket de conexión

Su incorporación (socket macho y hembra) en el regulador y caja de plástico, fue adecuada para mantener una correcta conexión de los pines.

Se muestra una vista elaborada en AutoCAD 2019 del conector macho del regulador de voltaje (Figura 51).



**Figura 51.** Vista del conector hembra  
(Autor)

Los pines macho del socket incorporado al regulador, se describen detalladamente en la Tabla 14.

**Tabla 14.** Descripción del socket de pines del regulador

<b>Pines</b>	<b>Función</b>	<b>Detalle</b>	<b>Observación</b>
1	Salida	GND	Masa de regulador
2	Salida	9.07V	Positivo led
3	Entrada	GND	Masa de chasis
4	Salida	9.07V	Positivo regulador
5	Salida	GND	Negativo led
6	Entrada	12 - 14V	Switch ON

(Autor)

## **2.3.2 MÓDULO PROTOTIPO BIOMÉTRICO**

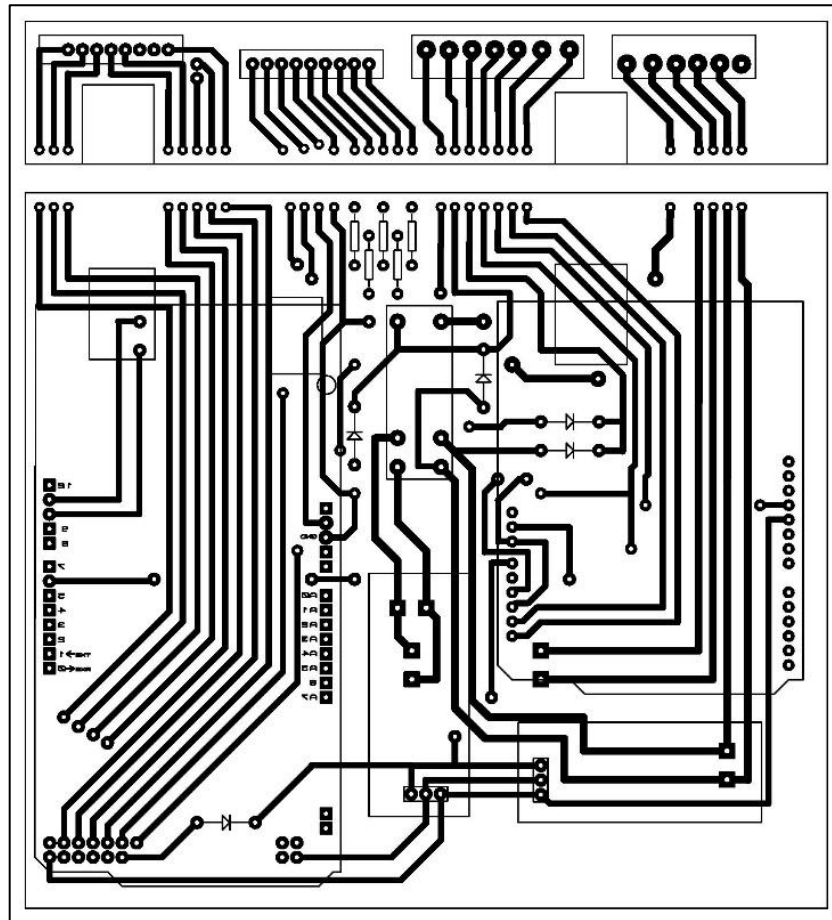
### **2.3.2.1 Placa de control**

La placa para los componentes de control del prototipo se diseñó en el software Proteus 8.1.12 incluyendo las librerías de Arduino para obtener el dispositivo dentro del programa, ya que, por defecto, Proteus no incorpora estos dispositivos embebidos en sus listas de componentes.

Para la elaboración de la misma, se diseñó dos placas, una superficial para montar los microcontroladores Arduino y módulos relé, y otra lateral para facilitar la unión con los respectivos pines de los conectores adicionados, que comprenden entradas y salidas del prototipo.

Los conectores utilizados, son de los módulos convencionales de alarmas vehiculares, por su fácil adquisición en el mercado o en talleres eléctricos donde desinstalan y ya no tienen una funcionalidad.

A continuación, se muestra el diseño del circuito impreso para montar los microcontroladores, actuadores y demás componentes del módulo prototipo (Figura 52).



**Figura 52.** Circuito impreso del prototipo  
(Autor)

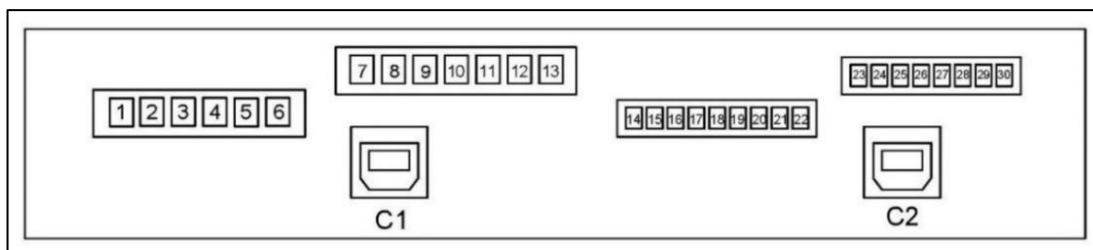
Cabe mencionar, que para sostener firme las placas Arduino fueron mantadas bocabajo, ya que, en la superficie de la PCB se soldaron pines de contacto en las líneas utilizables y otras solo para soporte de la misma. En general, se adecuó estéticamente cada dispositivo en la superficie. Y, en otro aspecto, debido a la cantidad de líneas que posee el circuito en la placa, unas líneas fueron conectadas externamente mediante un puente de cobre, para evitar el contacto entre sí.

La PCB al estar conformada internamente por dos placas Arduino se diseñó un circuito con alimentación en paralelo para ambas placas, con el objetivo de alimentar externamente desde el regulador a un solo Arduino, y reducir la cantidad de pines de los sockets o conectores.

### 2.3.2.2 Pines de conexión

Luego de realizar la placa base para adecuar a los microcontroladores y actuadores, se la introdujo en una caja plástica de soporte y protección. También, se incorporaron los sockets pequeños para una conexión segura entre las líneas externas e internas del módulo prototipo.

En AutoCAD 2019, se realizó la vista frontal del módulo prototipo con los pines de conexión (Figura 53).



**Figura 53.** Vista de los conectores macho del módulo prototipo  
(Autor)

Al culminar el diseño físico del módulo prototipo, se obtuvo en la vista frontal una serie de sockets y pines que fueron especificados desde su diseño en el software. La descripción de cada pin de conexión se detalla en la Tabla 15.

**Tabla 15.** Descripción de pines del prototipo biométrico

Pin	Función	Detalle	Descripción	Observación
1	Entrada	9.07V	Alimentación positiva B+	Regulador
2	Salida	12V	Alimentación al ECM	Línea intervenida del ECM (Módulo relé - M1)
3	Entrada	12V	Alimentación del switch posición ON	
4	Salida	GND	Negativo a bobina del relé PNP	Línea intervenida del bobinado del relé PNP (Módulo relé - M2)
5	Entrada	GND	Proviene del selector de marchas (P - N)	
6	Entrada	GND	Masa del chasis	Regulador
7	Entrada	TX	Señal transmisora	Comunicación con lector de huellas dactilares
8	Salida	RX	Señal receptora	
9	Salida	3.3V	Alimentación	Masa de indicadores led
10	Salida	GND	Masa de Arduino	
13	Salida	GND	Masa de Arduino	Led naranja
14	Salida	5V	Huella correcta	
15	Salida	5V	Aviso para colocar huella	Led verde
16	Salida	5V	Comando de voz correcto	Led azul
17	Salida	5V	Contraseña correcta	Led rojo
18	Salida	5V	Contraseña errónea	Led azul
19	Salida	GND	Masa de Arduino	Comunicación con Reconocimiento de voz
20	Salida	5V	Alimentación	
21	Entrada	TX	Señal transmisora	Teclado matricial
22	Salida	RX	Señal receptora	
23	Salida	5V	R3 - Fila 3	
24	Salida	5V	R1 - Fila 1	
25	Entrada	0V	C3 - Columna 3	
26	Entrada	0V	C1 - Columna 1	
27	Salida	5V	R4 - Fila 4	
28	Salida	5V	R2 - Fila 2	
29	Entrada	0V	C4 - Columna 4	
30	Entrada	0V	C2 - Columna 2	
C1	Entrada	9V	Puerto USB tipo B 2.0	Arduino UNO R3
C2	Entrada	9V	Puerto USB tipo B 2.0	Arduino Mega 2560

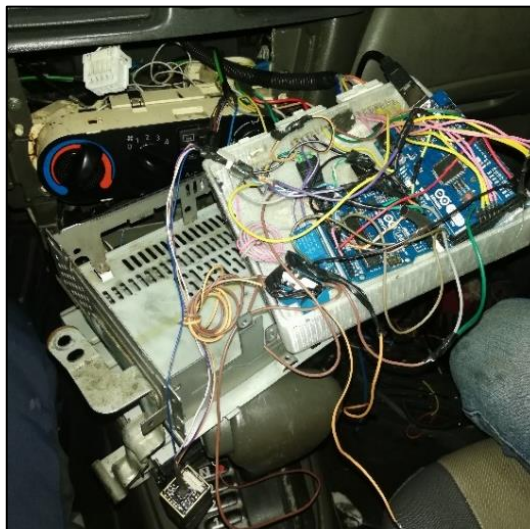
(Autor)

## 2.4 INCORPORACIÓN DE PROTOTIPO

### 2.4.1 DESARROLLO DE PRUEBA

Previamente, antes de diseñar la PCB del módulo prototipo, se montó un diseño provisional con todos los componentes de control y actuadores, conectados con cables jumper y cables eléctricos donde lo requería; con el fin de validar las acciones de las placas Arduino y el comportamiento de las variables dependientes que se intervinieron en el vehículo.

El montaje de la instalación de prueba se montó en el habitáculo donde sería colocada definitivamente (Figura 54).



**Figura 54.** Instalación de prueba para el prototipo  
(Autor)

Se mantuvo a prueba instalado este sistema previo, y a pesar de la conexión por cables dio muy buenos resultados, cumpliendo así con el objetivo de personalizar el encendido del vehículo Nissan Sentra B15.

En el programa, se registró las huellas de dos personas únicamente, mediante son las únicas que pueden activar el circuito y enclavar los módulos relés para que las líneas intervenidas se conecten nuevamente y cumpla con el encendido correspondiente del automotor.

### 2.4.2 INSTALACIÓN DE PROTOTIPO Y COMPONENTES

Para la etapa final del proyecto se determinó la incorporación de: un regulador de voltaje, un módulo prototipo de control, un sensor biométrico lector de huellas, un módulo reconocimiento de voz, un teclado matricial rígido y un panel de indicadores led. Cada uno de estos componentes, fueron montados en el habitáculo del automóvil.

El regulador de voltaje ocupó un lugar atrás de la fusiblera del habitáculo, con su respectiva caja de protección, conector macho/hembra y cableado.

El lector de huellas dactilares se lo ubicó a un costado de los pedales, sujeto a las cubiertas; para la comunicación con el prototipo se extendió su cableado hasta los conectores del módulo prototipo.

El módulo reconocimiento de voz, se lo colocó en el tapizado superior, cerca del retrovisor de vista trasera que se encuentra en el centro del habitáculo dejando visible el micrófono que le compone; cuenta con su respectivo conector macho/hembra y cableado de comunicación.

El teclado matricial, fue incorporado en la parte interna de la consola central del tablero, de tipo gaveta. Posee conexión para ser separada de la misma gracias a un conector, la misma que lleva a la comunicación con el prototipo.

Para los indicadores led, se adecuó al costado izquierdo del volante, un pequeño panel donde se colocó los diodos led; originalmente estos espacios vienen para agregar elementos de tipo accesorios. mientras el módulo prototipo fue situado atrás de la consola de tipo gaveta, la misma que contiene el control de calefacción y A/C, el radio original del vehículo y el radio auxiliar; la misma, también aloja al teclado matricial.

Para la incorporación del prototipo se procedió a retirar el radio original, por motivo que no se encontraba en funcionamiento y por ser generalmente estéreo (reproductor de casetes), el espacio fue idóneo para colocar el módulo prototipo; dadas sus dimensiones encajaron perfectamente en el espacio que se dispuso.

El módulo prototipo comprende así mismo una caja de protección, conectores para la conexión interna con la PCB y la externa con los dispositivos biométricos, teclado, indicadores y líneas intervenidas.

El módulo prototipo fue colocado conjuntamente con la respectiva instalación, internamente en el compartimiento del tablero de instrumentos (Figura 55).





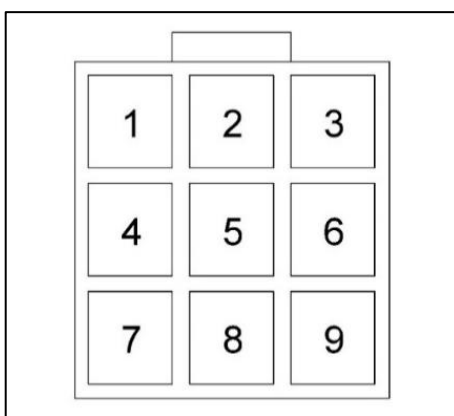
**Figura 55.** Montaje del dispositivo concluido  
(Autor)

### 2.4.3 PANEL DE INDICADORES LED

Se adecuó un espacio para colocar los indicadores led que reflejan las acciones que se ejecutan para el encendido del automotor. Provechosamente, en el habitáculo existe espacios que originalmente vienen para la colocación de accesorios donde se pueden manipular o recortar para la instalación adecuada de un elemento.

En el espacio o panel se perforó el plástico para que sean visibles una parte superficial de los diodos led, que generalmente se colocaron en la parte posterior del panel plástico, adecuando su conexión con un conector para el acoplamiento con la instalación. Entre el panel utilizado se adecuó una pequeña instalación con sockets de conexión para enlazar los indicadores led con la instalación proveniente del módulo prototipo.

El esquemático del socket hembra de conexión se elaboró en AutoCAD 2019 (Figura 56).



**Figura 56.** Vista de conectores hembra de indicadores Leds  
(Autor)

Cada uno de los pines fueron asignados para la respectiva conexión con los diodos led acordes a la posición que ocuparon y al color del led que se les dio por cada acción que se realice, como lo detalla la Tabla 16.

**Tabla 16.** Detalle de pines del socket de indicadores led

Pines	Detalle	Función y color led
1	5v	Positivo del regulador (rojo)
2	--	--
3	GND	Masa de Arduino
4	5V	Huella correcta (naranja)
5	5V	Comando de voz correcto (azul)
6	GND	Negativo del regulador
7	5V	Contraseña incorrecta (azul)
8	5V	Colocar huella (verde)
9	9V	Contraseña correcta (rojo)

(Autor)

## 2.5 CONTROL DE PROTOTIPO

El automóvil Nissan Sentra B15 presto al proyecto técnico, contaba instalado un sistema de alarma Chevystar, la misma que permanece fija en el sistema del vehículo; es la primera en actuar y luego proceder con los siguientes métodos adicionados que ofrece el prototipo para conseguir la ignición o puesta en marcha del motor.

### 2.5.1 MÉTODOS PARA ENCENDER EL VEHÍCULO

A continuación, se describe los procedimientos que se deben realizar para poder poner en marcha el automotor, mediante los rasgos biométricos prealmacenados y mediante el método alternativo con una contraseña.

#### 2.5.1.1 Método Biométrico

Es el primer método, mediante el cual únicamente las personas que cuentan con sus rasgos prealmacenados en la memoria de los sensores biométricos y en el programa, pueden ejecutar exitosamente el encendido del vehículo.

Luego de haber codificado la alarma Chevystar, se debe colocar con la llave de contacto (switch de encendido) en posición "ON", aquí el módulo prototipo se alimenta con los 9,07V del regulador y lo coloca en funcionamiento.

Al costado izquierdo del volante, donde se colocó el panel de indicadores se puede apreciar un led de color rojo (L1), el cual indica que la alimentación de 9,07V está entregada al prototipo. En el mismo panel, dos segundos después, se observa que enciendo un led color verde (L4), que generalmente indica que el sistema está preparado para escanear una huella dactilar. A continuación,

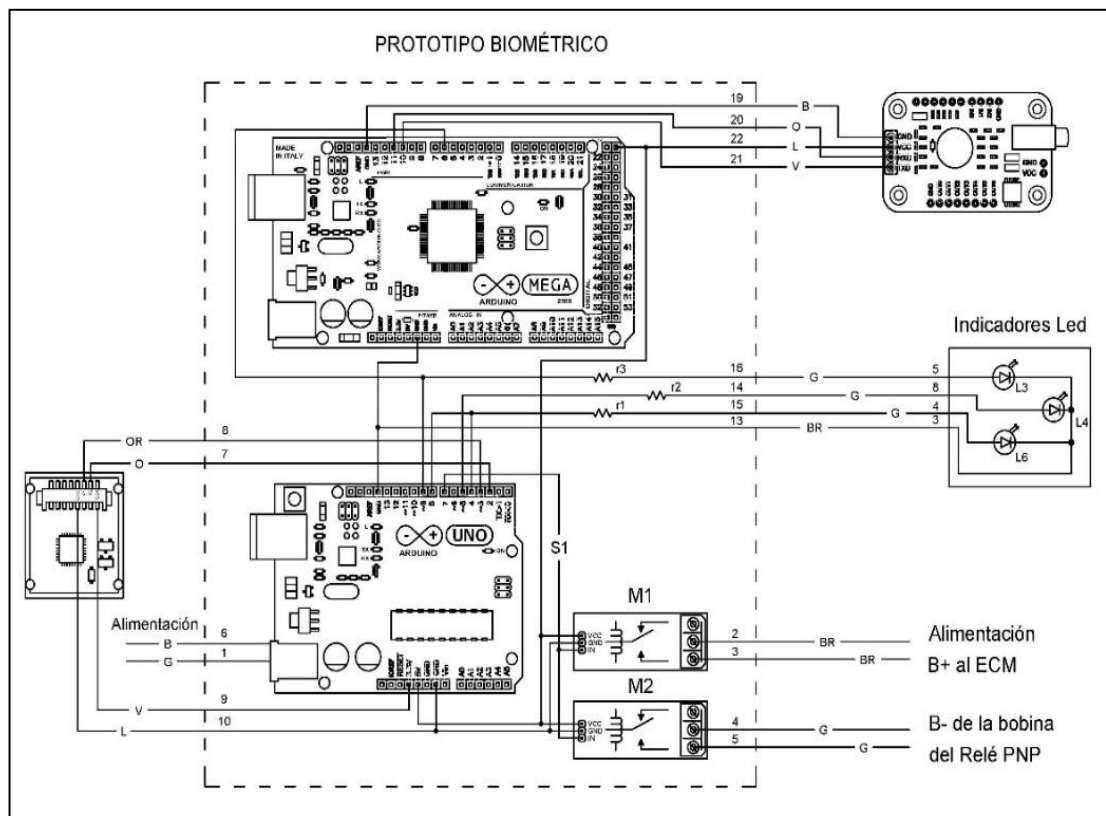
si se coloca un dedo que la huella haya sido previamente registrada, automáticamente el led verde se apagará y se encenderá un led naranja (L6) que indica que la huella si se encuentra registrada en la memoria del sensor. Caso contrario, de no existir la huella escaneada, el led verde no se apagará y no se podrá continuar con el procedimiento.

A continuación, se deberá decir el comando de voz que se registró, para ello, en el panel de indicadores se encenderá un led azul (L3), que indica que el comando dicho coincide con el asignado en el código.

Al cumplir con estos dos rasgos biométricos de la persona, automáticamente el microcontrolador enviará una señal de alimentación hacia los módulos relé para juntar los contactos aislados y habilitar la continuidad de las líneas intervenidas del sistema eléctrico del vehículo.

Finalmente, el usuario podrá girar con la llave el interruptor de encendido de posición "ON" a "START" y encender el automóvil correctamente; en caso de no coincidir con estos rasgos biométricos, el usuario podrá mover libremente la llave a la posición de "START", pero no podrá poner en marcha el motor, ni lograr que el motor de arranque accione.

El diseño esquemático general del módulo prototipo en conjunto con los sensores biométricos, fue elaborado en AutoCAD 2019 (Figura 57).



**Figura 57.** Esquemático del método biométrico.

(Autor)

La conexión de los dispositivos internos y externos que conforman el método biométrico en el prototipo biométrico, se detalla en la Tabla 17.

**Tabla 17.** Tabla descriptiva de E/S del método biométrico

Dispositivos	Pin	Función	Detalle	Observación
Arduino Mega 2560	GND	Salida	GND	Alimentación negativa
	5V	Salida	VCC	Alimentación positiva
	11	Salida	TX	Transmisión a RX del reconocimiento de voz
	10	Entrada	RX	Recepción de TX del reconocimiento de voz
	6	Salida	5V	Comando de voz correcto (L3)
Arduino UNO	GND	Salida	GND	Alimentación negativa
	3	Salida	RX	Transmisión a RX del lector de huellas dactilares
	2	Entrada	TX	Recepción de TX del lector de huellas dactilares
	3.3V	Salida	VCC	Alimentación positiva
	9	Entrada	5V	Comando de voz correcto
	8	Entrada	5V	Huella correcta
	7	Salida	5V	Señal de activación (S1)
	5	Salida	5V	Indicador colocar huella (L4)
Módulo Relé M1	4	Salida	5V	Huella correcta (L6)
	GND	Salida	GND	Masa de Arduino
	VCC	Salida	5V	Alimentación de Arduino
	IN	Entrada	5V	Señal de activación (S1)
	COM	Salida	12V	Alimentación al ECM
Módulo Relé M2	NO	Entrada	12V	Alimentación (Switch ON)
	GND	Entrada	GND	Masa de Arduino
	VCC	Entrada	5V	Alimentación de Arduino
	IN	Entrada	5V	Señal de activación (S1)
	COM	Salida	GND	Bobina del relé PNP
	NO	Entrada	GND	Señal del selector de marchas

(Autor)

### 2.5.1.2 Método alternativo

Semejante a un modo servicio, para que personas externas con consentimiento del propietario o usuario puedan encender el vehículo codificando una serie de números en el teclado matricial.

Este método es propicio cuando el automóvil se encuentre en establecimientos para sus mantenimientos periódicos o para situaciones emergentes.

El procedimiento empieza luego de codificar la clave Chevystar y colocar el interruptor de encendido en posición "ON". Luego se levanta la tapa de la gaveta donde se aloja el teclado matricial y se procede a digitar en las teclas el código o contraseña que se asignó en el código de programación del teclado en Arduino; finalmente, para validar la contraseña se debe pulsar la tecla (\*),

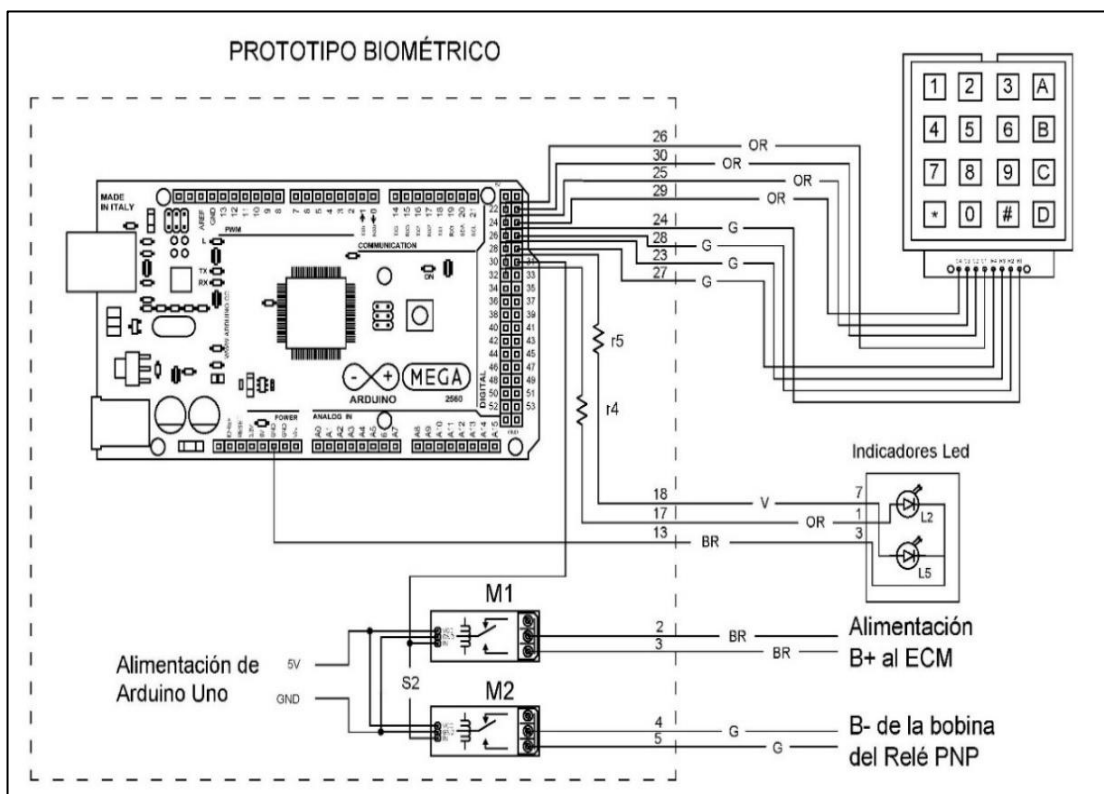
de ser el código correcto, mientras que en el panel de indicadores destellará por 3 veces un led rojo (L2) e indicará que la contraseña es válida.

Internamente, la placa Arduino Mega proporciona una señal para alimentar a los módulos relé y reconectar las líneas intervenidas del sistema de encendido. Caso contrario, si la contraseña es digitada erróneamente y se pulsa (\*) un led azul (L5) se encenderá fijamente en el panel, indicando que la contraseña es incorrecta.

Por consiguiente, se puede pulsar la tecla numeral (#) para restearla y digitarla correctamente, al hacerlo el led azul se apagará y se encenderá el led (L2) confirmando que la contraseña es correcta.

Finalmente, el usuario o persona externa puede girar la llave a posición "START" y el automotor conseguirá encender sin dificultad.

El diseño esquemático del método alternativo en el módulo prototipo, fue elaborado en AutoCAD 2019 (Figura 58).



**Figura 58.** Esquemático del método alternativo.  
(Autor)

La conexión interna y externa de dispositivos del método alternativo con el prototipo biométrico, se describe en la Tabla 18.

**Tabla 18.** Tabla descriptiva de E/S del modo alternativo

<b>Dispositivos</b>	<b>Pin</b>	<b>Función</b>	<b>Detalle</b>	<b>Observación</b>
Arduino Mega 2560	22	Entrada	0V	C1 - Columna 1
	23	Entrada	0V	C2 - Columna 2
	24	Entrada	0V	C3 - Columna 3
	25	Entrada	0V	C4 - Columna 4
	26	Salida	5V	R1 - Fila 1
	27	Salida	5V	R2 - Fila 2
	28	Salida	5V	R3 - Fila 3
	29	Salida	5V	R4 - Fila 4
	30	Salida	5V	Indicador - contraseña errónea
	31	Salida	5V	Señal de activación (S2)
	32	Salida	5V	Indicador - contraseña correcta
	Módulo Relé M1	GND	Entrada	GND
VCC		Entrada	5V	Alimentación positiva
IN		Entrada	5V	Señal de activación (S2)
COM		Salida	12V	Alimentación al ECM
NO		Entrada	12V	Alimentación con switch ON
Módulo Relé M2	GND	Entrada	GND	Alimentación negativa
	VCC	Entrada	5V	Alimentación positiva
	IN	Entrada	5V	Señal de activación (S2)
	COM	Salida	GND	Bobina del relé PNP
	NO	Entrada	GND	Negativo, selector de marchas

(Autor)

### **3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

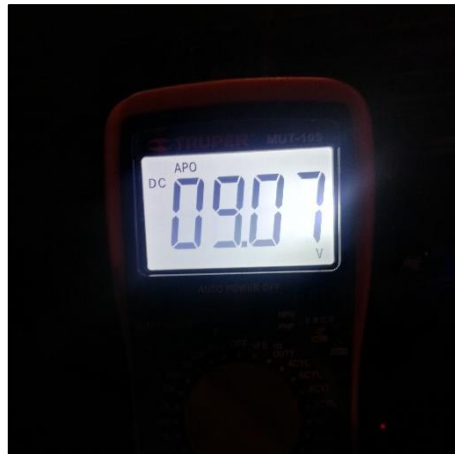
## 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 3.1 RESULTADOS

#### 3.1.1 ALIMENTACIÓN AL PROTOTIPO

En la prueba de alimentación se utilizó un multímetro digital automotriz para determinar el voltaje que entrega el regulador lineal al módulo prototipo. De tal modo, se logró descartar la probabilidad de que los microcontroladores llegaran quemarse en algún momento, ya que, el voltaje de salida no varió con el switch en posición “ON”, ya sea con el vehículo apagado o con el vehículo encendido.

El resultado obtenido con el regulador, es un voltaje estable de 9.07 voltios en todos los estados del motor (Figura 59).



**Figura 59.** Voltaje de salida del regulador reflejado en multímetro (Autor)

#### 3.1.2 CONSUMOS DEL PROTOTIPO

Es trascendental conocer la reacción que el prototipo pueda provocar al circuito eléctrico del automóvil, enfáticamente el consumo que produce cuando se encuentra en estado activo.

Cabe recalcar que el prototipo entra en funcionamiento desde el instante que el interruptor de encendido se lo coloca en posición “ON”. Al encenderse ya está consumiendo energía eléctrica, a causa de los dispositivos incorporados, pero ese consumo variará cuando entre en funcionamiento con los dispositivos biométricos.

Los datos obtenidos de consumo que tiene el módulo prototipo en sus diferentes estados conjuntamente con los dispositivos, se obtuvieron con pruebas físicas al módulo y se detallan para cada uno en la Tabla 19.



**Tabla 19.** Consumo del prototipo

Descripción	Estado	Voltaje	Corriente
Módulo Prototipo	Activo – Switch ON	9.07	187.6 mA
Modo Biométrico	Activo	5	195.4 mA
Modo Alternativo	Activo	5	193.5 mA

(Autor)

### 3.1.3 AUTONOMÍA DE LA BATERÍA

Para conocer que tan perjudicial es el consumo del circuito instalado al sistema eléctrico, se calculó la autonomía que la batería proporcionará referente a su capacidad.

Se calculó la autonomía de la batería para determinar si el dispositivo que se instaló (prototipo) será perjudicial o no en el sistema eléctrico del vehículo. Mediante, se tomó de referencia las especificaciones de la batería del automóvil, en los cálculos se comprobó el consumo que produce, la potencia y las horas en que el acumulador se agotaría con el prototipo operando. Por consecuente, se determinó las horas que duraría la batería si estuviera en sentido estacionaria, sin suministro de carga y sin consumos acompañantes. Con los datos obtenidos en la Tabla 19 se procede a realizar los respectivos cálculos para la obtención del total de horas de durabilidad que una batería tendría con este dispositivo incorporado.

#### 3.1.3.1 Potencia eléctrica

Para determinar la potencia de los diferentes estados que entrega el prototipo, se utilizó la siguiente fórmula para los cálculos respectivos: potencia eléctrica (Rinaldo, 1995).

$$P = V * I \quad [2]$$

Donde:

- P*: potencia en vatios
- V*: voltaje
- I*: intensidad de corriente en amperios.

Entonces, se calcula la potencia de los tres estados del módulo prototipo:

**Módulo prototipo:**

$$P = 9.07V * 0.1876A$$
$$P = 1.70 W$$

### Modo Biométrico:

$$P = 5V * 0.1954A$$

$$P = 0.98 W$$

### Modo Alternativo:

$$P = 5V * 0.1935A$$

$$P = 0.97 W$$

### 3.1.3.2 Horas de duración

Según los consumos que estén conectados a la batería del automóvil, se comprueba la autonomía del acumulador. Para ello existe una fórmula sencilla para calcular las horas que va a durar la batería conectada con el consumidor: fórmula para calcular la autonomía de una batería (Coelectrix, 2019)

$$Vb * Ib = Wb \quad [3]$$

$$Vb * Ic = Wc \quad [4]$$

$$\frac{Wb}{Wc} = H \quad [5]$$

Donde:

*Vb*: voltaje de batería  
*Ib*: intensidad de batería (Ah)  
*Ic*: corriente consumida  
*Wb*: potencia de batería  
*Wc*: potencia consumida  
*H*: horas de durabilidad.

Entonces se procede a calcular las horas que dura la batería al instalar el prototipo:

#### Potencia de batería:

$$Vb * Ib = Wb$$

$$12V * 70Ah = 840W$$

#### Potencia consumida:

$$Vb * Ic = Wc$$

La potencia consumida es varia en cuanto a cada modo de trabajo del prototipo:

**Módulo prototipo:**

$$12V * 0.1876A = 2.25W$$

**Modo biométrico:**

$$12V * 0.1954A = 2.34W$$

**Modo alternativo:**

$$12V * 0.1935 = 2.32W$$

Finalmente, se puede obtener las horas de durabilidad que el acumulador sobrelleva para cada estado de funcionamiento.

$$\frac{Wb}{Wc} = H$$

**Módulo prototipo:**

$$\frac{840W}{2.25W} = 373H$$

**Modo biométrico:**

$$\frac{840W}{2.34W} = 359H$$

**Modo alternativo:**

$$\frac{840W}{2.32W} = 362H$$

Los datos obtenidos son reflejados adecuadamente en la Tabla 20.

**Tabla 20.** Resultados de funcionamiento del prototipo

Definición	Estado	Corriente	Voltaje	Potencia	Duración
Módulo Prototipo	Switch ON	187.6 mA	9.07	1.70 W	373 H
Modo Biométrico	Activo	195.4 mA	5	0.98 W	359 H
Modo Alternativo	Activo	192.4 mA	5	0.96 W	362 H

(Autor)

### 3.1.4 ANÁLISIS COSTO BENEFICIO

Para deducir la rentabilidad que el prototipo emerge parcialmente ante la sociedad, se utilizó la técnica del Análisis Costo-Beneficio (ACB).

El ACB se basa en un principio muy simple que compara los beneficios y los costos de un proyecto particular y si los primeros exceden a los segundos

entrega un elemento de juicio final que indica su aceptabilidad. Si, por el contrario, los costos superan a los beneficios, el proyecto debe ser en principio rechazado (Cohen & Franco, 1992).

El valor en dólares de los costos para elaborar prototipo y el valor que se obtiene de los beneficios que el prototipo contribuye, lo describe la Tabla 21.

**Tabla 21.** Análisis del costo y beneficio

Costos		Beneficios	
Dispositivos Biométricos	\$72.75	Robo de vehículo (avalúo)	\$1775.00
Microcontroladores	\$46.00	Siniestros ocasionados por terceras personas (usuarios)	\$100.00
Otros dispositivos electrónicos	\$30.00	Robo o Intercambio de autopartes y accesorios	\$60.00
TOTAL	<b>\$148.75</b>	TOTAL	<b>\$1935.00</b>

(Autor)

En la tabla anterior, puntualmente, los beneficios son tomados monetariamente al costo del avalúo si el vehículo es robado en su totalidad o los costos que implicarían los siniestros o hurtos de las autopartes más codiciadas.

Aplicando la técnica ACB para tomar la decisión se calcula la razón Beneficio/Costo, donde las fórmulas expresan:

$$B/C > 1 = \text{Aceptable}$$

$$B/C = 1 = \text{Indiferente} \quad [6]$$

$$B/C < 1 = \text{Rechazable}$$

Mediante, se obtiene la razón de beneficios sobre costos:

$$\frac{\$1935.00}{\$148.75} = 13$$

### 3.1.5 RECEPCIÓN DE TECNOLOGÍA

Los rasgos biométricos son únicos de cada persona y para la lectura de los mismo interviene la tecnología biométrica, tecnología que incursiona el desarrollo y control en las empresas y en los distintos dispositivos que se manipulan en la actualidad. En automóviles de alta gama, la biometría ya está incorporada dentro de sus sistemas.

En el presente proyecto se adicionó dicha tecnología para encender un vehículo que no cuenta con esa tecnología incorporada originariamente.

Mediante las encuestas y entrevistas aplicadas a una determinada población en Santo Domingo, se logró concluir que hay un interés muy particular en aplicar esta tecnología a sus vehículos con el fin de personalizar y mantener la seguridad para permitir conducir el automotor.

A través de las entrevistas efectuadas a personas con discapacidad, jefes de taller de concesionarias de automóviles de la ciudad y personas con interés, se descartó que, aun siendo una tecnología avanzada, en el mercado local no es muy convencional como lo es para otros países más desarrollados, aquí se conoce poco de ella, lo que la vuelve interesante y novedosa aplicada al campo automotor.

## **3.2 DISCUSIÓN**

### **3.2.1 FUENTE DE ALIMENTACIÓN**

Se hace referencia a la alimentación que recibe el prototipo. En el presente proyecto, la misma se toma desde el sistema eléctrico del vehículo como es conocido que su funcionamiento es de 12 voltios con el vehículo apagado y cuando se encuentra encendido alcanza hasta 14 voltios gracias al suministro del alternador.

Para los microcontroladores utilizados específicamente su funcionamiento es de un rango de 5 hasta 9 voltios. Al no implementar una fuente externa para el prototipo, se manejó con la misma fuente del vehículo, adicionando un regulador L7809 que entrega el voltaje necesario y estable en todos sus estados del automóvil para ajustarse las necesidades del microcontrolador.

Pese a ser un regulador que se utiliza para experimentar proyectos, ha dado buenos resultados y larga duración en cuanto funcionalidad en el vehículo.

### **3.2.2 MICROCONTROLADORES UTILIZADOS**

En el mercado existen tres principales variantes de microcontroladores, como lo son: Intel, Microchip y Arduino. Estos son los más populares para programar tareas en distintos dispositivos.

Arduino fue el microcontrolador utilizado para el presente proyecto, cuenta con plataformas físicas y un entorno de desarrollo. También, es idóneo para quienes deseen iniciar en la programación gracias a su adaptabilidad a proyectos multidisciplinarios y bajos costos.

### **3.2.2.1 Modelos Arduino utilizados**

De la variedad de placas que ofrece Arduino como: Nano, Micro, Uno, Due, Leonardo, Mega 2560 y ADK, entre otros. Para la selección se tomó en consideración los dispositivos que hacen la función de sensores.

Se optó por implementar dos placas Arduino: Uno y Mega 2560, por razones de que los dispositivos trabajan a diferentes velocidades de datos y dando así la opción para incrementar o agregar otros dispositivos para el control de otros sistemas del mismo vehículo.

### **3.2.3 SELECCIÓN DE DISPOSITIVOS BIOMÉTRICOS**

Dentro del auge de los dispositivos biométricos, los seleccionados: lector de huellas y reconocimiento de voz, fueron elegidos por ser los más conocidos en el entorno y por las personas. Estos sistemas biométricos son convencionales en el diario vivir, gracias a su incorporación en teléfonos celulares y grandes empresas han sido reconocidos por las personas encuestadas y entrevistadas.

### **3.2.4 ERGONOMÍA**

La ubicación de los sensores biométricos en el habitáculo se rige a la necesidad de interactuar la lectura del rasgo a utilizar. Cada sensor debe ser accesible para la comunicación y ergonómico mientras se realiza la lectura, sin alterar la salud ocupacional del usuario.

Para el presente trabajo, al lector de huellas se lo situó en la parte lateral de los pedales, lo que implica que hay que inclinarse un poco para colocar el dedo en la pantalla del sensor. Por otro lado, la ubicación del módulo de reconocimiento de voz no enfatiza porque no es necesario un contacto físico con la persona.

Para el autor del presente proyecto técnico, propietario del vehículo, no presenta mayor inconveniente al instante de colocar el dedo en el lector hasta que la huella sea detectada. Además, es decisivo personalizar la ubicación de estos elementos como cada persona lo requiera.

### **3.2.5 OTRAS TECNOLOGÍAS**

La tecnología implementada al proyecto es la biométrica. Sin embargo, en la actualidad hay otras que conllevarían con confiabilidad para prevenir el encendido por personas ajenas un automóvil, dentro de las tecnologías que ayudarían a acceder al arranque del vehículo, se presentan en la Tabla 22.

**Tabla 22.** Otras tecnologías utilizables

<b>Tecnología</b>	<b>Descripción</b>
DATAMATRIX	Engloba la identificación de códigos de barras lineales y códigos QR.
RFID	Opera con la identificación por radiofrecuencia a distancias, esta tecnología ya es incorporada en la automoción de alta gama.
ECG	Identifica a personas utilizando algoritmos que leen electrocardiogramas y frecuencia cardíaca.
EEG	Detecta la acción u ondas eléctricas que tiene el cerebro, mediante dispositivos apropiados.

(Autor)

### **3.2.6 FIABILIDAD DEL PROYECTO**

La implementación del prototipo respecto al consumo de corriente en el automóvil, no representó diferencias significativas ante los demás consumidores, su estado de consumo es menor respecto a sistemas de seguridad convencionales del mercado. Gracias a su particularidad, sobresale su funcionamiento que se ejerce una vez puesto en contacto o switch “ON”; por tanto, cuando el vehículo se encuentra apagado, el sistema está deshabilitado.

Con respecto a la autonomía de la batería, el módulo prototipo no incita para realizar un incremento de la capacidad, por razón de que su consumo es mínimo y no se considera como un problema que ocasione el agotamiento de la misma.

### **3.2.7 OPINIONES Y ARGUMENTOS**

#### **3.2.7.1 Opiniones de entrevistados**

Ante la demostración física y presentación del proyecto técnico a personas entrevistadas como: jefes de taller de concesionarias de la ciudad y personas con discapacidad que cuentan con vehículo personal. Con el fin de obtener opiniones técnicas del diseño e implementación, como asimismo un punto de vista a quienes el prototipo beneficia.

Cada jefe de taller de las cuatro concesionarias visitadas: Quito Motors (Ford), NeoAuto (Hyundai), EmproMotor (Kia) y Grupo Mavesa (Hino, Citroën) tomaron el proyecto con un impacto novedoso ya que cumple con el objetivo principal del proyecto. También, parte de su argumento fue que es una buena

propuesta para mitigar los problemas expuestos y por cual el proyecto es enfocado, que se relacionan con el sector automovilístico.

Fueron también entrevistadas personas e integrantes de la Fundación Voluntad sin Límites, agrupación de personas con discapacidad. Dieron a conocer argumentos respecto y parte del problema que es concurrente en ellos. Víctor Herrera, Vocal de la institución, mencionó: “Existen personas escrupulosas que buscar beneficiarse de nuestros derechos, incluidas, familiares. Están dispuestas a pagar por ese beneficio. Las leyes reflejan la imposibilidad de realizar estos actos para beneficiar a terceras personas, pero, asimismo, no hay un control respectivo por parte de las autoridades competentes.”

En relación con lo expuesto, el sistema que se incorporó cumple con sus objetivos, tiene una muy buena aceptación por las personas. Comprende un alto grado de fiabilidad en su funcionamiento y operación. Además, cuenta con muy baja probabilidad de que el prototipo llegara a fallar o quemarse. En el tiempo de prueba que el autor ha realizado, no ha presentado ningún tipo de fallo u ocasionado interferencias en el habitáculo.

### **3.2.7.2 Argumentos de encuestados**

En cuanto a las personas incluidas como beneficiarias. De 93 personas un 84% están interesadas en implementar un sistema biométrico para aumentar la seguridad de sus automóviles, referente al conocimiento de tiene ante esta tecnología. Argumentan que en la actualidad se respalda como sistemas de privacidad, que lo hace común para una gran parte de ciudadanos obteniendo así el conocimiento de estas herramientas.

### **3.2.8 ASPECTO BENÉFICO**

Después del análisis realizado, se determinó que el proyecto es fiable y beneficioso porque influye con privacidad y seguridad, con gran aporte y aceptabilidad de los usuarios.

Al disponer del prototipo instalado el usuario puede obtener beneficios considerados. Por tanto, como los beneficios exceden a los costos de fabricación del proyecto, el prototipo es aceptable y fiable, ya que como resultado del análisis hay una diferencia de 13:1 en sentido benéfico, siendo así favorable para la incorporación en los vehículos del mercado.



## **4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 4.1 CONCLUSIONES

- En consideración del tiempo desde que se incorporó el módulo prototipo al vehículo en fechas del mes de agosto de 2020 hasta la actualidad, su funcionalidad respecto al objetivo del proyecto, ha sido exitoso, seguro con un alto carácter de fiabilidad y seguridad implementada; gracias a la implementación del prototipo se ha receptado buenas críticas referente a opiniones de especialistas de la materia automotriz y de personas que se les ha dado a conocer del sistema adicionado, al ser un sistema de seguridad personal con tecnología novedosa y segura para los usuarios.
- De las variadas posibilidades que se tenía para intervenir el sistema de encendido del automotor, inicialmente en el proceso de pruebas se optó por interrumpir la línea de señal que los sensores de posición del árbol de levas (CMP) y posición del cigüeñal (CKP) que emiten hacia el módulo de control electrónico; no se consiguió éxito, a causa de que al incrementar la longitud del cableado hasta el prototipo la línea quedó expuesta, sin el blindaje a masa que ayuda a eliminar las interferencias parásitas y ocasionó que el motor presente inestabilidad repentina.
- Se colocó dos microcontroladores en el módulo prototipo, por razones de que: la operación o velocidad de datos del puerto serie de cada sensor biométrico es diferente a la velocidad de datos del puerto serie del equipo PC, que ocasionó un desliz en el sketch; asimismo, por cuestión de diseño propio para expandir y fortalecer el proyecto a futuro para luego rediseñar la estructura interna y adicionar más equipos, sensores o elementos externos porque el prototipo estará disponible en el vehículo por tiempo indefinido.
- Dentro de la funcionalidad de los sistemas de seguridad, se consideró el protocolo de mantenimiento rutinario del automotor. Durante estos mantenimientos el automotor debe ser manipulado y accionado por una persona no registrada en el sistema biométrico, por lo cual es necesario proveer de un segundo método de acceso, el cual se activa previa autorización del dueño y con confirmación de una contraseña alfa numérica, para este motivo se incorporó un sistema para omitir el encendido por rasgos físicos y facilitar a terceras personas que bajo consentimiento del propietario puedan poner en marcha el automotor para los respectivos mantenimientos del mismo.

- Para la conexión y comunicación del prototipo con los dispositivos biométricos de reconocimiento de voz, lector de huellas dactilares y el teclado matricial se empleó el tipo de cable utilizado para telecomunicaciones; el mismo que se conforma de cables por par trenzado UTP, debido a la comunicación de datos entre dispositivos biométricos y microcontroladores, este tipo de cable es oportuno para anular interferencias eléctricas que pueden producirse en el vehículo gracias a su pequeña capa de aislamiento protector que lo recubre.
- Mediante software se diseñó digitalmente las placas de circuito impreso; posterior, se las fabricó físicamente mediante el método de planchado para contar con soportes físicos, posterior de montó los actuadores y dispositivos electrónicos de control, por lo cual se descartó la posibilidad de adicionar cables jumper o cables eléctricos para la conexión entre estos elementos; por tanto, facilitó colocar el prototipo en una caja de plástico similar a un módulo convencional con sus respectivos conectores para la conexión de entradas y salidas de los elementos externos, como los dispositivos biométricos, las líneas intervenidas del sistema de encendido y la alimentación.
- En el montaje del prototipo dentro del habitáculo se inspeccionó las áreas para considerar la instalación y colocación de cada componente, físicamente sin cambiar la apariencia estética del habitáculo; para la comunicación entre el microcontrolador y los dispositivos biométricos se desmontó completamente el tablero de instrumentos para pasar el cableado de comunicación por las líneas originales del sistema eléctrico, mediante, dio la posibilidad de colocar el prototipo sustituyendo el radio original que ya no se encontraba habilitado y los dispositivos biométricos colocados en lugares accesibles bajo la aprobación del propietario.
- El presente prototipo implementado como sistema de seguridad biométrica intervino el sistema de encendido del vehículo y provee un consumo relativamente por debajo de 1 Amperio, desde el instante que se enciende el prototipo al colocar en posición ON, el interruptor de encendido y mediante los consumos de los métodos para el encendido donde se adhieren los dispositivos biométricos, por tanto, lo hace imperceptible, como sucede en la mayoría de sistemas de alarmas que existen en el mercado local.

## 4.2 RECOMENDACIONES

- Analizar previamente en comportamiento que ocasionaría su intervención con dispositivos adicionales externos ante la variedad de opciones que presenta el sistema de encendido para implementar e intervenir con seguridad biométrica como respecta el presente proyecto.
- Unificar métodos alternativos confiables de seguridad para tener una opción de omitir en sistema de seguridad instalado ante una adversidad superior, que cada propietario conozca y comparta con personas de su confianza para disponer de un encendido instantáneo, ya sea con las llaves o sin ellas.
- Examinar la posibilidad y reacción de adicionar el sistema de seguridad biométrica en vehículos que poseen modelos de interconexión o distintas configuraciones de redes, también conocidos como sistemas inteligentes de comunicación.
- Fortalecer el sistema de seguridad adicionando otros dispositivos biométricos que contengan gradualmente mejor precisión en la toma rasgos físicos de personas para potenciar la seguridad, privacidad del encendido y conducción del vehículo.
- Diseñar un sistema que incorpore auto alimentación con modo reposo, para no depender de alimentación de la batería del vehículo, de tal manera que ofrezca total garantía con un cero consumo del acumulador que por fallos del circuito u otras razones llegaran a agotar la batería del automóvil.
- Adecuar microcontroladores avanzados que sean capaces que trabajar y receptar diferentes velocidades de datos en comunicación serial con los sensores biométricos para simplificar el diseño del prototipo.

## **BIBLIOGRAFÍA**

## BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar, G., & otros, y. (2008, Junio 30). *Reconocimiento de Huellas Dactilares Usando*. Retrieved from [SciElo]: <http://www.scielo.org.co/pdf/rfiua/n46/n46a10.pdf>
- Arias, P. (2019, Julio 08). *¿Que es el Fuel Injection?* Retrieved from Todorefacciones [blog] : <https://todorefacciones.mx/blogs/news/que-es-el-fuel-injection>
- ARRIOLA, H. (2011). *Programa de formación continua a docentes de educación física*. Hawaii: Atlantic International University .
- Boon Edam Inc. (2019, Marzo 22). *Sistemas de acceso biométrico para la identificación, autenticación y verificación*. Retrieved from BOOM EDAM AMÉRICA LATINA: <https://www.boonedam.mx/opcion/biometricos>
- Borja, N. (2014, Noviembre 09). *Inyección del combustible: qué es y cuáles son los tipos principales*. Retrieved from Noticias.Coches: <https://noticias.coches.com/consejos/inyeccion-del-combustible-que-es-y-cuales-son-los-tipos-principales/148976>
- Bosch. (2014, Marzo 18). *Sistemas de Inyección Electrónica*.
- Camilla, L. (2007). Autotrónica: Electrónica en los vehículos. *Electro Industria*.
- Carrillo, A. B. (2016, Noviembre 04). *¿Qué es Biometría? Concepto y Tendencias en Movilidad*. Retrieved from [viafirma]: <https://www.viafirma.com/blog-xnoccio/es/que-es-biometria/>
- Casadomo. (2019, Enero 22). *La plataforma basada en la biometría de voz profunda de Pindrop se expande a los edificios inteligentes*. Retrieved from CASADOMO - Todo sobre edificios inteligentes: <https://www.casadomo.com/2019/01/22/plataforma-basada-biometria-voz-profunda-pindrop-expande-edificios-inteligentes>
- Ceballos, J. (2009). *Enciclopedia del lenguaje C++*. 2ª Edición. Madrid: RAMA Editorial.
- Chicaiza, L., & Martínez, C. (2010, Junio). *Diseño y construcción de un circuito electrónico comandado por huella digital para la puesta en marcha de un vehículo Jeep Grand Cherokee 5.2 Lt*. Retrieved from ResearchGate: [https://www.researchgate.net/publication/277091481\\_Disenyo\\_y\\_construccion\\_de\\_un\\_circuito\\_electronico\\_comandado\\_por\\_huella\\_digital\\_para\\_la\\_puesta\\_en\\_marcha\\_de\\_un\\_vehiculo\\_Jeep\\_Grand\\_Cherokee\\_52\\_Lt](https://www.researchgate.net/publication/277091481_Disenyo_y_construccion_de_un_circuito_electronico_comandado_por_huella_digital_para_la_puesta_en_marcha_de_un_vehiculo_Jeep_Grand_Cherokee_52_Lt)
- Coelectrix. (2019, Octubre 20). *Calcular la Autonomía de una Batería*. Retrieved from COELECTRIX: <https://coelectrix.com/calcular-la-autonomia-de-una-bateria>
- Cohen, E., & Franco, R. (1992). *Evaluación de proyectos sociales*. Mexico: Siglo Veintiuno Editores.

- Concesur. (2017, Octubre 13). *Los 10 avances tecnológicos que cambiarán tu coche para siempre*. Retrieved from Grupoconcesur Automoción: <https://grupoconcesur.es/avances-tecnologicos/>
- Cremades, A., & Bianchi, M. (2016, Abril). *El mercado de repuestos para automóviles en Ecuador*. Retrieved from ICEX España Exportación e Inversiones : <http://www.siicex.gob.pe/siicex/documentosportal/alertas/documento/doc/884641079radBFA4B.pdf>
- Crowder, A. (2017, Julio 21). *¿Qué es un relé del interruptor de la bomba de la gasolina?* Retrieved from Puro Motores: <https://www.puromotores.com/13161738/que-es-un-rele-del-interruptor-de-la-bomba-de-la-gasolina>
- elEconomista.es. (2014, Diciembre 10). *La era de la Tecnología: una nueva revolución industrial que desata viejos fantasmas*. Retrieved from elEconomista.es: <https://www.economista.es/tecnologia/noticias/6315309/12/14/La-tercera-revolucion-industrial-los-robots-sustituiran-al-hombre-y-la-desigualdad-sera-mayor.html>
- ExClé S.A. (2018, Febrero 21). *Biometría sobre ruedas*. Retrieved from ExClé: <http://www.ex-cle.com/biometria-sobre-ruedas/>
- Farías, R. (2016, Agosto). *Nissan Sentra 1.8 Exclusive: Actualización contundente de un clásico sedán*. Retrieved from Noticias by destacados.cl: <http://noticias.autosusados.cl/2016/08/23/nissan-sentra-1-8-exclusive-actualizacion-contundente-de-un-clasico-sedan/>
- Flores, J. A. (2020, Febrero 24). *Módulo de Reconocimiento de Voz V3.1*. Retrieved from Scribd: [https://www.google.com/search?q=scribd&source=lmns&rlz=1C1AVFC\\_enEC879EC879&hl=es&ved=2ahUKEwj4ur2Vs8joAhXMs1MKHSo\\_DclQ\\_AUoAHoECAEQAA](https://www.google.com/search?q=scribd&source=lmns&rlz=1C1AVFC_enEC879EC879&hl=es&ved=2ahUKEwj4ur2Vs8joAhXMs1MKHSo_DclQ_AUoAHoECAEQAA)
- García, G. (2016, Enero 4). *Sistema de alimentación de combustible*. Retrieved from Prueba de ruta.com [blog]: <https://www.pruebaderuta.com/alimentacion-de-combustible.php>
- INTERPOL. (s.f.). *Delincuencia relacionada con los vehículos*. Retrieved from INTERPOL: <https://www.interpol.int/es/Delitos/Delincuencia-relacionada-con-los-vehiculos>
- Jones, D. (2017). *Arduino: Simple and Effective Strategies to Learn Arduino Programming: Volume 3*. Reino Unido: CreateSpace Independent Publishing Platform.
- López Aldea, E. (2016). *Arduino. Guía práctica de fundamentos y simulación*. Madrid: RA-MA Editorial.
- Noroña, M., & Gómez, M. (2019, Febrero 26). *Desarrollo e innovación de los sistemas mecatrónicos en un automóvil: una revisión*. Retrieved from SciELO:

- [http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1390-65422019000100117](http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1390-65422019000100117)
- Norza, E., Duarte, Y., Castillo, L., & Torrez, G. (2013, Mayo 14). *Hurto de automotores y estrategias contra el delito: una mirada desde la academia, el victimario y la Policía*. Retrieved from SciELO: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1794-31082013000200004](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1794-31082013000200004)
- Núñez, A. (2019, Enero 12). *La biometría podría acabar con las llaves del coche*. Retrieved from TICbeat: <https://www.ticbeat.com/seguridad/la-biometria-podria-acabar-con-las-llaves-del-coche/>
- Paredes, D. (2020, Octubre 17). Ni un taxi más, señala estudio. *Diario Centro*, p. 6. Retrieved Octubre 17, 2020
- Peralta, D. (2014, Febrero). *Sistema de seguridad anti atraco y automatización a través de un Biométrico - Huella Dactilar*. Retrieved from Repositorio Dspace: <http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/handle/21000/7740>
- Pizarro Peláez, J. (2019). *Internet de las cosas (IoT) con Arduino. Manual práctico*. Madrid: Paraninfo.
- Porcuna López, P. (2016). *Robótica y domótica básica con Arduino*. Madrid: RA-MA, S.A.
- Raffino, M. E. (2020, Febrero 12). *¿Qué es Prevención?* Retrieved from [Concepto.de]: <https://concepto.de/prevencion/>
- Rinaldo, P. (1995). *Guía Internacional del Radioaficionado*. Barcelona: Marcombo S.A.
- Rovira de Antonio, A., & Muñoz, M. (2015). *Motores de Combustión Interna*. Madrid: ISBN.
- Sommerville, I. (2005). *Ingeniería del Software. Séptima edición*. Madrid: Pearson Addison Wesley.
- Tolosa, C., & Giz, Á. (2007, Diciembre 19). *Sistemas Biométricos*. Retrieved from [https://www.dsi.uclm.es/personal/MiguelFGraciani/mikicurri/Docencia/Bioinformatica/web\\_BIO/Documentacion/Trabajos/Biometria/Trabajo%20Biometria.pdf](https://www.dsi.uclm.es/personal/MiguelFGraciani/mikicurri/Docencia/Bioinformatica/web_BIO/Documentacion/Trabajos/Biometria/Trabajo%20Biometria.pdf)
- Torrente Artero, Ó. (2013). *ARDUINO. Curso práctico de formación*. Madrid: RC Libros.
- Torrente, Ó. (2013). *ARDUINO Curso práctico de formación*. Madrid: RC Libros.
- Valero, j. (2016, Diciembre 20). *¿Abrir tu coche con la llave? Eso es el pasado y así podría ser el futuro*. Retrieved from Hipertextual: <https://hipertextual.com/2016/12/sistemas-biometricos-coches>



**ANEXOS**

## ANEXO 1.

### GLOSARIO DE TÉRMINOS APLICADOS

ABREVIACIÓN	SIGNIFICADO
Sw	Switch o Interruptor de encendido
r	Resistencias para indicadores led (330Ω)
L1	Indicador led - regulador en buen estado
L2	Indicador led - contraseña correcta
L3	Indicador led - comando de voz confirmado
L4	Indicador led - colocar huella
L5	Indicador led - contraseña incorrecta
L6	Indicador led - huella dactilar confirmada
S1	Señal de activación - modo biométrico
S2	Señal de activación - modo alternativo
MR1	Módulo relé para línea de alimentación B+ al ECM
MR2	Módulo relé para línea negativa del relé de posición NPN
C1	Puerto USB - Arduino UNO
C2	Puerto USB - Arduino MEGA
PB	Prototipo biométrico

## ANEXO 2.

### ABREVIATURAS DE CABLEADO AUTOMOTRIZ

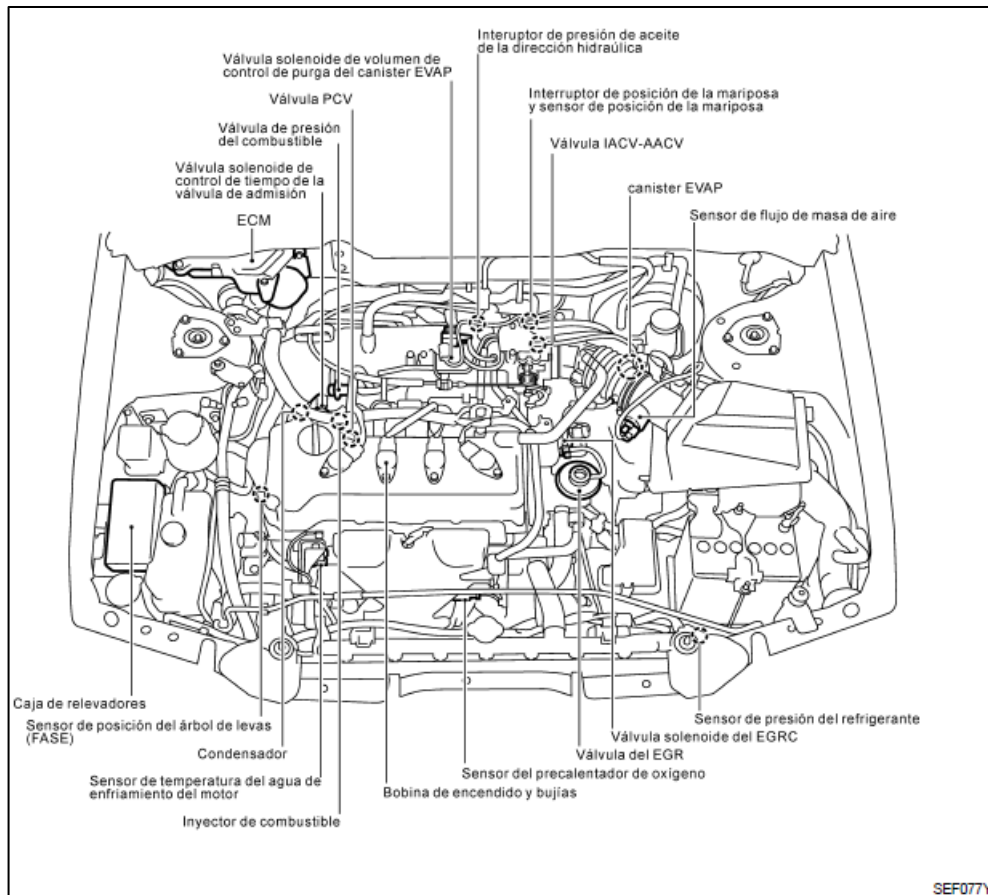
COLOR	ABREVIACIÓN
Negro	B
Azul	L
Rojo	R
Blanco	W
Verde	G
Amarillo	Y
Café	BR
Plomo	OR
Naranja	OG
Violeta	V

**ANEXO 3.**  
**VEHÍCULO INTERVENIDO**



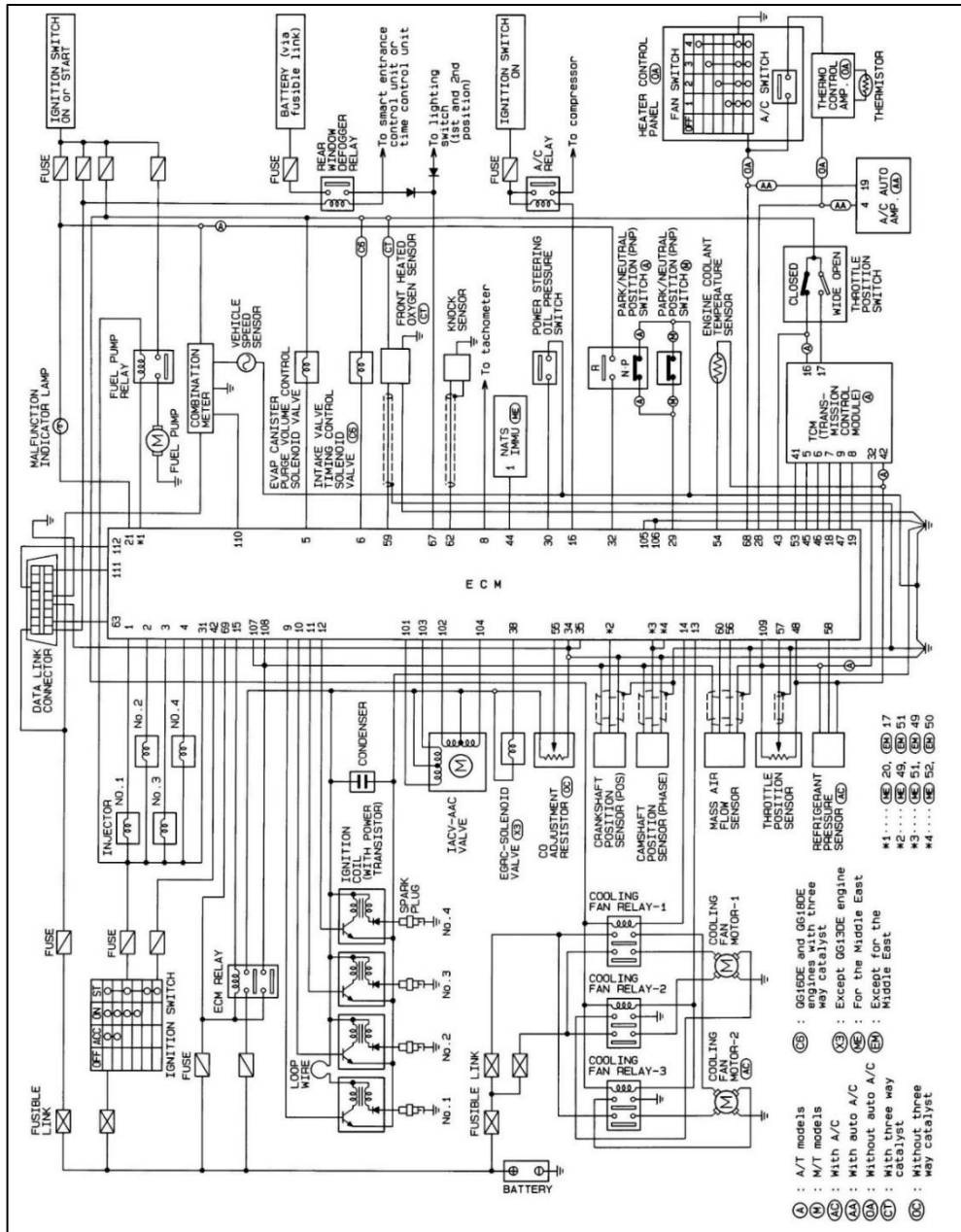
# ANEXO 4.

## COMPONENTES DE CONTROL DEL MOTOR



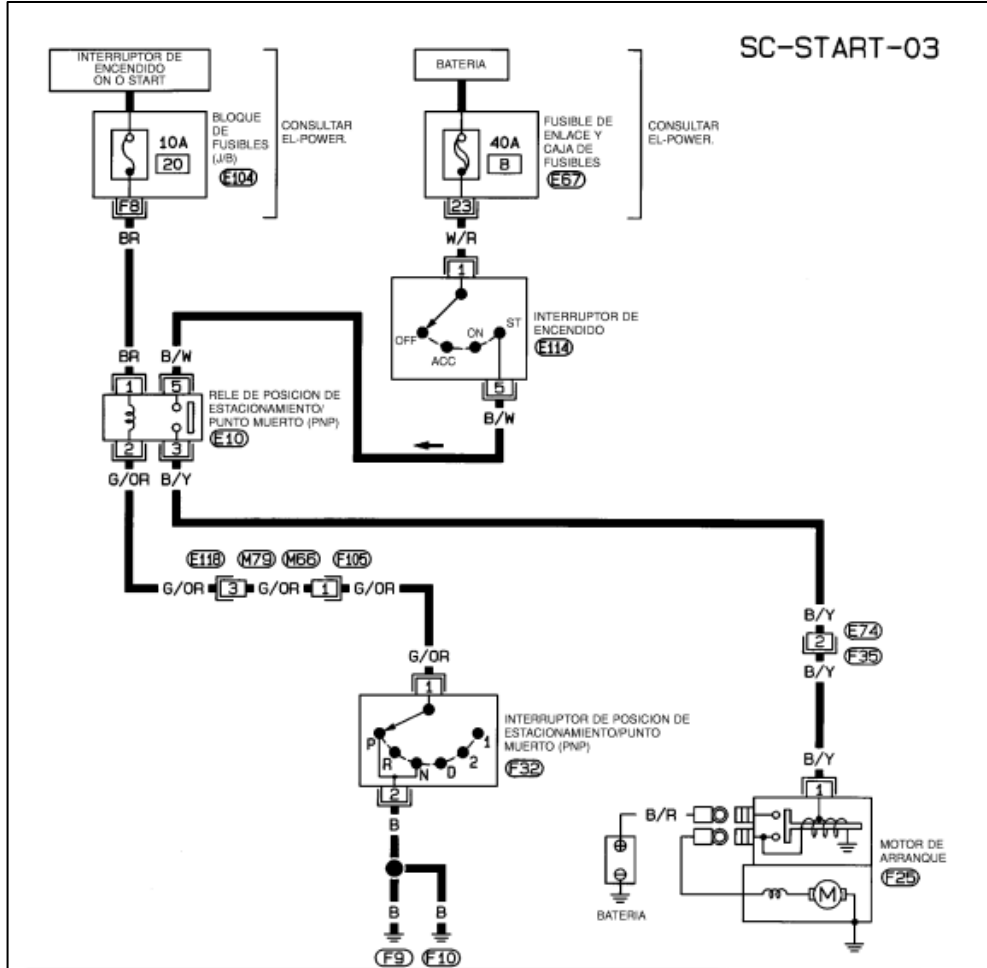
# ANEXO 5.

## ESQUEMA DE CIRCUITO GENERAL DEL MOTOR



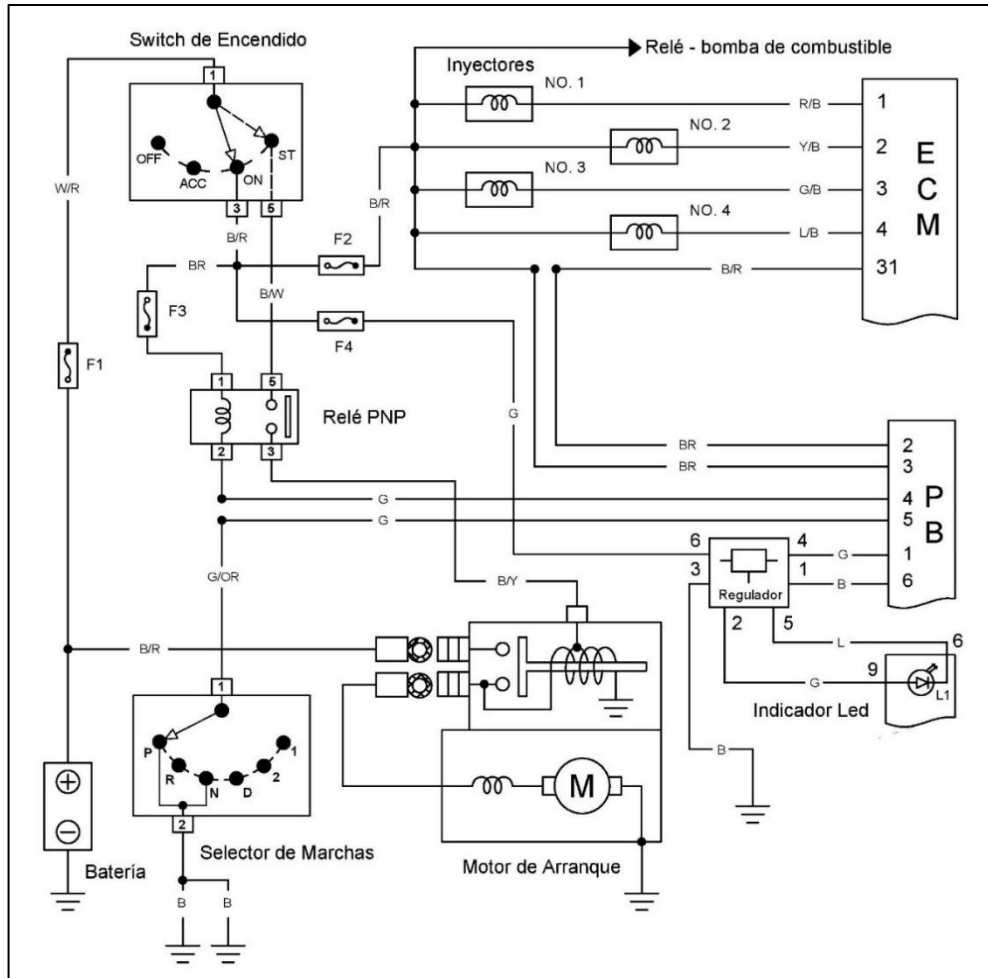
# ANEXO 6.

## ESQUEMA DEL SISTEMA DEL ARRANQUE

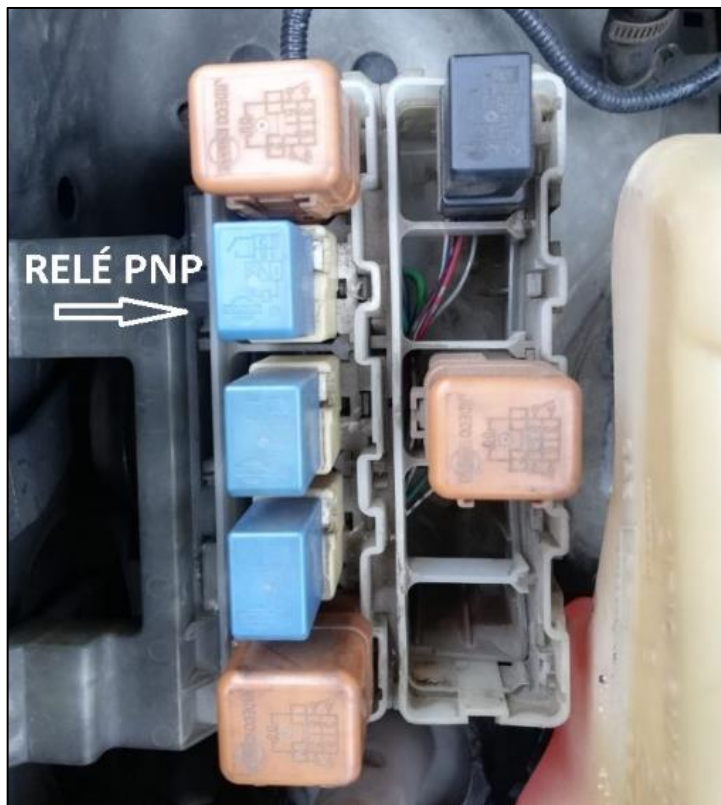


# ANEXO 7.

## ESQUEMA CON EL PROTOTIPO INCORPORADO



**ANEXO 8.**  
**INTERVENCIÓN DE LÍNEAS DEL ECM Y DEL RELÉ PNP**

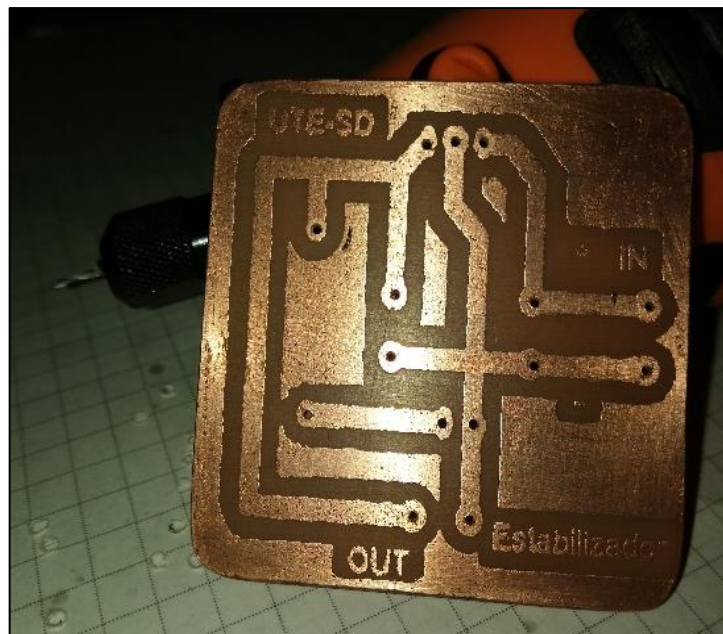
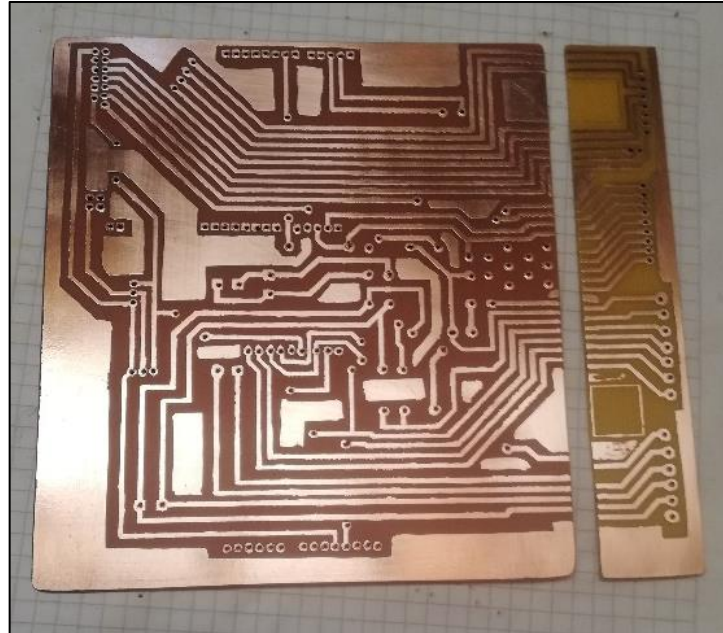




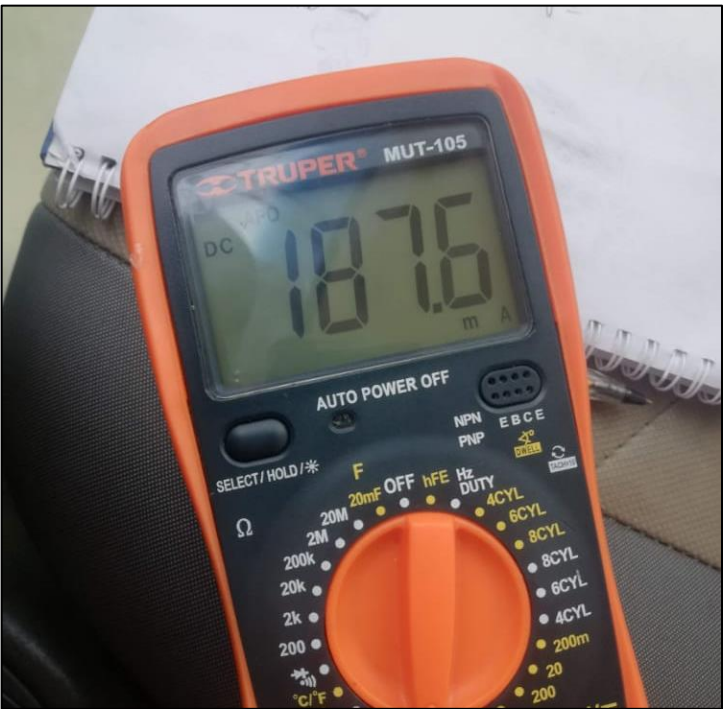
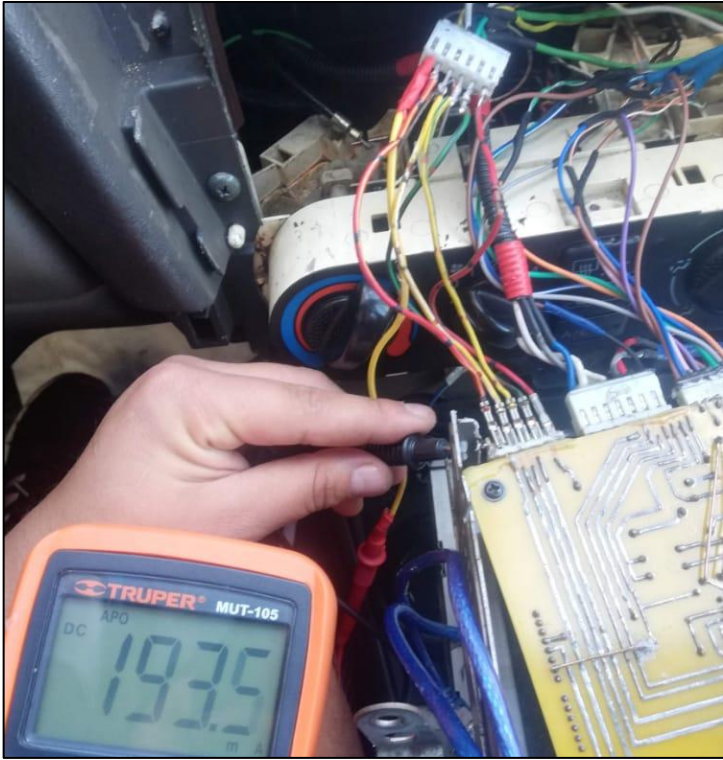
## ANEXO 9. MONTAJE DE INSTALACIÓN PARA EL PROTOTIPO



**ANEXO 10.**  
**CIRCUITOS IMPRESOS PCB**



**ANEXO 11.**  
**INSPECCIÓN DE CONSUMOS**



## ANEXO 12. UBICACIÓN DE DISPOSITIVOS EN EL HABITÁCULO





# ANEXO 13.

## EVIDENCIA DE APLICACIÓN DE ENCUESTAS

Seguridad biométrica vehicular - x +  
forms/d/1bm6W7t6git05QJixH7\_McQFgrtojxAuvDg39F181a54/edit

a vehicular [icon] ☆ [help] [visibility] [settings] **Enviar**

Preguntas Respuestas **93**

¿Cuál es el uso habitual de su vehículo? \*

- Personal
- Servicio público
- Otros

¿Cómo considera el uso y trato que recibe su automóvil por parte de chóferes o de usuarios bajo su consentimiento? \*

- Muy adecuado
- Poco adecuado
- Inadecuado

a vehicular [icon] ☆ [help] [visibility] [settings] **Enviar**

Preguntas Respuestas **93**

93 respuestas [plus icon] [menu icon]

Se aceptan respuestas

Resumen **Pregunta** Individual

¿Cuál es el uso habitual de su vehículo? ▾

< 1 de 10 >

¿Cuál es el uso habitual de su vehículo? [Opciones de visualización](#) ▾

Personal

59 respuestas

## ANEXO 14. EVIDENCIA DE ENTREVISTADOS









## LINK URKUND

<https://secure.arkund.com/view/84226014-660300-761320>