



**ESPE**  
**UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS**  
**INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA**

**Análisis de un sistema de seguridad vehicular antirrobo, mediante un sistema de  
bloqueo aplicado a los pedales del vehículo**

Villamarin Cargua, Edison Fabricio

Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica

Carrera de Ingeniería Automotriz

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Ingeniero Automotriz

Ing. Torres Muñoz, Guido Rafael

16 de marzo el 2021

Latacunga



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**  
**CERTIFICACIÓN**

Certifico que el trabajo de titulación, **“Análisis de un sistema de seguridad vehicular antirobo, mediante un sistema de bloqueo aplicado a los pedales del vehículo”** fue realizado por el señor: **Villamarin Carga, Edison Fabricio**, el cual ha sido revisado y analizado en su totalidad por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que los sustenten públicamente.

**Latacunga, 16 de marzo del 2021**

A handwritten signature in blue ink, consisting of several overlapping loops and strokes, positioned above a dashed horizontal line.

**Ing. Torres Muñoz, Guido Rafael**

**C.C.: 0502509995**

## Reporte de urkund



### Urkund Analysis Result

**Analysed Document:** TESIS\_VILLAMARIN\_CARGUA\_EDISON\_FABRICIO.pdf (D98648694)  
**Submitted:** 3/17/2021 2:29:00 PM  
**Submitted By:** grtorres@espe.edu.ec  
**Significance:** 7 %

#### Sources included in the report:

TESIS\_AS\_RS\_ALMEIDA\_GÁLVEZ\_27 Sep 2020.docx (D80008648)  
Tesis Rumiguano- Aguilar.docx (D30048180)  
<https://aprendiendoarduino.wordpress.com/2016/12/18/sensores-y-actuadores/>  
<https://diccionarioactual.com/pedal-de-freno/#example>.  
<https://www.luisllamas.es/tipos-actuadores-lineales-proyectos-arduino/>  
<https://docplayer.es/83771324-Escuela-de-ingenieria-creacion-de-un-sistema-de-seguridad-vehicular-mediante-bloqueo-electronico-via-wifi.html>

#### Instances where selected sources appear:

20

A handwritten signature in blue ink, appearing to be "G. Torres Muñoz". The signature is somewhat stylized and overlaps itself.

**Ing. Torres Muñoz, Guido Rafael**

**C.C.: 0502509995**



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA**

**CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

**RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA**

Yo **Villamarin Cargua, Edison Fabricio**, con cédula de ciudadanía n° 1600832131, declaro que el contenido, ideas y criterios del trabajo de titulación: **“Análisis de un sistema de seguridad vehicular antirrobo, mediante un sistema de bloqueo aplicado a los pedales del vehículo”**, es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo los requisitos teóricos, científicos, técnicos, y metodológicos establecidos en la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

**Latacunga, 16 de marzo del 2021**

A handwritten signature in blue ink, which appears to read 'Edison Villamarin', is positioned above a horizontal line.

**Villamarin Cargua, Edison Fabricio**

**C.C.: 1600832131**



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA**

**CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

**AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN**

Yo **Villamarin Cargua, Edison Fabricio**, con cédula de ciudadanía n° 1600832131, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de titulación “**Análisis de un sistema de seguridad vehicular antirrobo, mediante un sistema de bloqueo aplicado a los pedales del vehículo**” en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.

**Latacunga, 16 de marzo del 2021**

---

**Villamarin Cargua, Edison Fabricio**

**C.C.: 1600832131**

**Dedicatoria**

*Este trabajo está dedicado a mis padres Marcos Villamarin & Laura Cargua y a mis hermanos, por su confianza y apoyo incondicional demostrados durante toda mi vida.*

***Edison Fabricio***

## **Agradecimiento**

*A mi padre Marcos Villamarin, a mi madre Laura Cargua y a mis hermanos que han sido mi ejemplo de superación, mi fortaleza y mi pilar incondicional en toda mi vida.*

*A Roberto Villamarin por estar pendiente de mis estudios y estar en los momentos más difíciles para brindarme su mano sin condición alguna.*

***Edison Fabricio***

**Tabla de contenido**

<b>Portada.....</b>	<b>1</b>
<b>Certificación.....</b>	<b>2</b>
<b>Reporte de urkund.....</b>	<b>3</b>
<b>Responsabilidad de autoría.....</b>	<b>4</b>
<b>Autorización de publicación.....</b>	<b>5</b>
<b>Dedicatoria.....</b>	<b>6</b>
<b>Agradecimiento .....</b>	<b>7</b>
<b>Tabla de contenido.....</b>	<b>8</b>
<b>Índice de tablas .....</b>	<b>13</b>
<b>Índice de figuras.....</b>	<b>14</b>
<b>Índice de ecuaciones .....</b>	<b>16</b>
<b>Resumen .....</b>	<b>17</b>
<b>Abstract.....</b>	<b>18</b>
<b>Planteamiento del problema de investigación .....</b>	<b>19</b>
<b>Antecedentes investigativos.....</b>	<b>19</b>
<b>Planteamiento del problema .....</b>	<b>21</b>
<b>Descripción resumida del proyecto.....</b>	<b>22</b>
<b>Justificación e importancia.....</b>	<b>24</b>
<b>Objetivos.....</b>	<b>25</b>



	9
<i>Objetivo general</i> .....	25
<i>Objetivos específicos</i> .....	25
<b>Metas</b> .....	26
<b>Hipótesis</b> .....	26
<b>Variables de investigación</b> .....	26
<i>Variable Independiente:</i> .....	27
<i>Variable Dependiente</i> .....	27
<b>Marco teórico</b> .....	28
<b>Pedal de freno</b> .....	28
<b>Arduino</b> .....	30
<i>Arduino Uno</i> .....	31
<b>Sensores</b> .....	32
<b>Actuadores</b> .....	34
<b>Software de control de Arduino</b> .....	35
<b>Tecnología RFID</b> .....	35
<b>TAGs</b> .....	37
<b>Aplicaciones de RFID</b> .....	37
<b>Señal</b> .....	38
<b>Requisitos para RFID</b> .....	38
<b>Módulo de RFID RC522</b> .....	39
<b>Conexión entre el módulo de RFID y Arduino uno</b> .....	40

	10
<b>Tipos de actuadores lineales para arduino uno .....</b>	<b>41</b>
<i>Electroimanes .....</i>	<i>41</i>
<i>Actuadores magnéticos.....</i>	<i>42</i>
<i>Actuadores lineales .....</i>	<i>43</i>
<i>Motores con tornillo sin fin y corredera .....</i>	<i>44</i>
<i>Motores lineales.....</i>	<i>45</i>
<b>Diseño, selección e implementación de sistemas mecánicos y electrónicos del sistema de bloqueo de frenos .....</b>	<b>47</b>
Ubicación del sistema de bloqueo en el habitáculo del vehículo.....	47
Activación y desactivación del sistema de bloqueo frenos.....	48
Alimentación y activación del sistema de control de bloqueo de frenos. ....	49
Encendido y apagado del sistema de control de bloqueo de frenos. ....	50
Diseño mecánico .....	51
<i>Cálculo del área del cilindro.....</i>	<i>51</i>
<i>Cálculo de fuerza a la salida del conjunto del pedal de freno .....</i>	<i>51</i>
<i>Cálculo del momento mínimo cuando <math>d = 0.02m</math>.....</i>	<i>52</i>
<i>Cálculo del esfuerzo cuando <math>d = 0.02m</math>.....</i>	<i>53</i>
<i>Cálculo del momento de inercia cuando <math>d = 0.02m</math>.....</i>	<i>54</i>
<i>Cálculo del factor seguridad cuando <math>d = 0.02m</math> .....</i>	<i>54</i>
<i>Cálculo del momento de inercia cuando <math>d = 0.025m</math>.....</i>	<i>55</i>
<i>Cálculo del esfuerzo cuando <math>d = 0.025m</math>.....</i>	<i>55</i>

	11
<i>Cálculo del factor seguridad cuando <math>d = 0.02m</math></i> .....	55
<b>Cálculo estructural del soporte del actuador</b> .....	<b>56</b>
<i>Cálculo de la carga</i> .....	56
<i>Cálculo de la cortante</i> .....	58
<i>Cálculo del momento</i> .....	59
<i>Cálculo de la pendiente</i> .....	60
<i>Cálculo de la deflexión</i> .....	61
<b>Simulación y análisis estructural del sistema de bloqueo antirrobo</b> .....	<b>62</b>
<i>Sistema mecánico</i> .....	62
<i>Simulación del sistema mecánico</i> .....	65
<b>Construcción e implementación del sistema</b> .....	<b>74</b>
<b>Construcción del sistema de mecánico</b> .....	<b>74</b>
<b>Construcción del sistema electrónico de control</b> .....	<b>76</b>
<b>Montaje de los sistemas mecánico y de control en el vehículo</b> .....	<b>77</b>
<i>Paso 1</i> .....	79
<i>Paso 2</i> .....	79
<i>Paso 3</i> .....	81
<i>Paso 4</i> .....	81
<i>Paso 5</i> .....	82
<i>Paso 6</i> .....	83
<i>Paso 7</i> .....	83

	12
<i>Paso 8</i> .....	<b>84</b>
<b>Pruebas y funcionamiento del sistema de seguridad vehicular antirrobo</b> .....	<b>86</b>
<b>Resultados obtenidos de pruebas de consumo de corriente</b> .....	<b>86</b>
<b>Resultados obtenidos de pruebas de periodos de operación</b> .....	<b>87</b>
<b>Resultados obtenidos de pruebas de alcance de operación</b> .....	<b>88</b>
<b>Marco administrativo</b> .....	<b>89</b>
<i>Recursos humanos</i> .....	<b>89</b>
<i>Recursos tecnológicos</i> .....	<b>89</b>
<i>Recursos materiales</i> .....	<b>90</b>
<i>Presupuesto</i> .....	<b>90</b>
<b>Conclusiones</b> .....	<b>92</b>
<b>Recomendaciones</b> .....	<b>93</b>
<b>Bibliografía</b> .....	<b>94</b>
<b>Anexos</b> .....	<b>96</b>

## Índice de tablas

<b>Tabla 1</b> <i>Características técnicas del Arduino Uno</i> .....	31
<b>Tabla 2</b> <i>Características técnicas del Arduino Uno</i> .....	40
<b>Tabla 3</b> <i>Matriz de selección de ubicación del sistema de bloqueo</i> .....	47
<b>Tabla 4</b> <i>Matriz de selección de activación y desactivación del sistema de bloqueo</i> .....	48
<b>Tabla 5</b> <i>Matriz de selección de alimentación y activación del sistema de control de bloqueo de frenos</i> .....	49
<b>Tabla 6</b> <i>Matriz de selección de encendido y apagado del sistema de control de bloqueo de frenos</i> .....	50
<b>Tabla 7</b> <i>Tabla de descripción de componentes del sistema de bloqueo de frenos</i> .....	66
<b>Tabla 8</b> <i>Tabla de descripción de componentes del sistema de bloqueo de frenos</i> .....	70
<b>Tabla 9</b> <i>Hoja de procesos base actuador lineal, embolo actuador lineal</i> .....	74
<b>Tabla 10</b> <i>Hoja de procesos base actuador lineal para el pedal de freno</i> .....	75
<b>Tabla 11</b> <i>Hoja de componentes eléctricos del sistema de control</i> .....	76
<b>Tabla 12</b> <i>Voltajes de operación de los componentes electrónicos</i> .....	86
<b>Tabla 13</b> <i>Periodos de operación de los componentes electrónicos</i> .....	87
<b>Tabla 14</b> <i>Alcance de operación de los componentes electrónicos</i> .....	88

## Índice de figuras

<b>Figura 1</b> <i>Pedales del automóvil en la antigüedad</i> .....	28
<b>Figura 2</b> <i>Tipos de sensores compatibles con el Arduino Uno</i> .....	33
<b>Figura 3</b> <i>Actuadores compatibles con arduino uno</i> .....	35
<b>Figura 4</b> <i>Tecnología RFID</i> .....	36
<b>Figura 5</b> <i>Módulo RFID RC522</i> .....	39
<b>Figura 6</b> <i>Módulo RFID RC522 conectado al arduino uno</i> .....	40
<b>Figura 7</b> <i>Electroimanes</i> .....	42
<b>Figura 8</b> <i>Actuadores magnéticos</i> .....	43
<b>Figura 9</b> <i>Actuadores lineales</i> .....	44
<b>Figura 10</b> <i>Motores con tornillo sin fin y corredera</i> .....	44
<b>Figura 11</b> <i>Motores lineales</i> .....	45
<b>Figura 12</b> <i>Diagrama de la carga</i> .....	56
<b>Figura 13</b> <i>Diagrama de la fuerza cortante</i> .....	58
<b>Figura 14</b> <i>Diagrama del momento máximo</i> .....	59
<b>Figura 15</b> <i>Diagrama de la pendiente</i> .....	60
<b>Figura 16</b> <i>Diagrama de la deflexión</i> .....	61
<b>Figura 17</b> <i>Análisis de esfuerzo máximo</i> .....	63
<b>Figura 18</b> <i>Análisis del factor de seguridad</i> .....	64
<b>Figura 19</b> <i>Análisis de deformación máxima</i> .....	65

	15
<b>Figura 20</b> <i>Simulación del pedal de freno</i> .....	66
<b>Figura 21</b> <i>Simulación del funcionamiento del pedal de freno</i> .....	67
<b>Figura 22</b> <i>Simulación del funcionamiento del actuador bloqueando el pedal del freno</i> .....	68
<b>Figura 23</b> <i>Sistema de seguridad antirrobo</i> .....	69
<b>Figura 24</b> <i>Diagrama de funcionamiento del circuito integrado LM7805</i> .....	70
<b>Figura 25</b> <i>Diagrama de flujo del montaje del sistema de bloqueo de frenos</i> .....	78
<b>Figura 26</b> <i>Habitáculo del vehículo</i> .....	79
<b>Figura 27</b> <i>Base superior del actuador lineal</i> .....	80
<b>Figura 28</b> <i>Base inferior del actuador lineal</i> .....	80
<b>Figura 29</b> <i>Eje del actuador lineal</i> .....	81
<b>Figura 30</b> <i>Ubicación del actuador lineal</i> .....	82
<b>Figura 31</b> <i>Módulo de control</i> .....	82
<b>Figura 32</b> <i>Ubicación del módulo de control</i> .....	83
<b>Figura 33</b> <i>Conexión del módulo de control a la batería</i> .....	84
<b>Figura 34</b> <i>Señal de encendido 12 V</i> .....	84

**Índice de ecuaciones**

<b>Ecuación 1</b> <i>Área del cilindro</i> .....	51
<b>Ecuación 2</b> <i>Presión ejercida sobre el pedal de freno</i> .....	51
<b>Ecuación 3</b> <i>Fuerza a la entrada aplicada por el conductor en la plataforma del pedal</i> .....	52
<b>Ecuación 4</b> <i>Fuerza media aplicada</i> .....	53
<b>Ecuación 5</b> <i>Momento máximo</i> .....	53
<b>Ecuación 6</b> <i>Esfuerzo</i> .....	53
<b>Ecuación 7</b> <i>Límite de resistencia a la fatiga corregido</i> .....	55
<b>Ecuación 9</b> <i>Reacción en el punto 1</i> .....	56
<b>Ecuación 10</b> <i>Reacción en el punto 2</i> .....	57
<b>Ecuación 11</b> <i>Carga aplicada</i> .....	57
<b>Ecuación 12</b> <i>Fuerza cortante</i> .....	58
<b>Ecuación 13</b> <i>Momento máximo</i> .....	59
<b>Ecuación 14</b> <i>Momento normal</i> .....	59
<b>Ecuación 15</b> <i>Pendiente</i> .....	61
<b>Ecuación 16</b> <i>Deflexión</i> .....	62



## Resumen

La presente investigación tiene por objetivo analizar un sistema de seguridad vehicular antirrobo, mediante la implementación de un sistema de bloqueo aplicado a los pedales del vehículo. Se diseñó el sistema mecánico aplicando programas de simulación como Inventor, Solid Works y para la programación del módulo de control se utilizó el software Arduino. Se construyó un elemento de seguridad aplicado al pedal del sistema de frenos para lo cual se utilizó un actuador lineal eléctrico 12v de corriente continua con una capacidad de 47Kgf, un microcontrolador ATMEGA 3605 el cual fue instalado en una placa Arduino UNO, un módulo RFID RC522, dos módulos relés que permiten controlar altas cantidades de corriente y dos reguladores de voltaje LM7805 con los cuales se obtiene una alimentación estable para el microcontrolador. En las pruebas realizadas al sistema de seguridad implantado en el vehículo Chevrolet Corsa 2002, se determinó su confiabilidad, lo cual permitió comprobar la hipótesis planteada para este estudio. Después de realizado el análisis de datos se concluyó que el sistema antirrobo construido e implantado en el vehículo ofrece un mayor nivel de seguridad del vehículo ante eventos de plagio vehicular. Recomendando así la implementación de este sistema de seguridad antirrobo ya que este ha demostrado ser altamente confiable.

Palabras clave:

- **DISEÑO MECÁNICO**
- **IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA**
- **SEGURIDAD VEHICULAR**
- **VEHÍCULO AUTOMOTOR**
- **ANTIRROBO VEHICULAR**

**Abstract**

The objective of this investigation is to analyze an anti-theft vehicle security system, through the implementation of a locking system applied to the vehicle pedals. The mechanical system was designed by applying simulation programs such as Inventor, Solid Works and the Arduino software was used to program the control module. A safety element applied to the brake pedal system was built using a 12v DC linear electric actuator with a capacity of 47Kgf, an ATMEGA 3605 microcontroller which was installed on an Arduino UNO board, an RC522 RFID module, two relay modules that allow controlling high amounts of current and two LM7805 voltage regulators with which a stable power supply for the microcontroller is obtained. In the tests carried out to the security system implemented in the Crevrolet Corsa 2002 vehicle, its reliability was determined, which allowed to prove the hypothesis proposed for this study. After the data analysis was performed, it was concluded that the anti-theft system built and implemented in the vehicle offers a higher level of vehicle security in the event of vehicle theft. Thus, recommending the implementation of this anti-theft security system since it has proven to be highly reliable.

Keywords:

- **MECHANICAL DESIGN**
- **SYSTEM IMPLEMENTATION**
- **VEHICLE SAFETY**
- **MOTOR VEHICLE**
- **VEHICLE THEFT**

## CAPÍTULO I

### 1. Planteamiento del problema de investigación

#### 1.1. Antecedentes investigativos

El índice de automotores sustraídos en el año 2019 en Ecuador ha incrementado en un 20% según datos obtenidos de La Policía Judicial (Policia Judicial, 2019), desde el mes de enero hasta noviembre del 2019, 4195 vehículos han sido sustraídos en el país. Estos datos son alarmantes ya que esto representa una pérdida económica para innumerables familias. Para evitar el robo de vehículos, la seguridad vehicular se ha desarrollado a la par de las nuevas tecnologías que integran la electrónica del vehículo, los sistemas de confort, comunicación y el motor, dando así espacio para la creación de dispositivos antirrobo del vehículo, en los cuales es preciso distinguir dos sistemas existentes por su función:

- Antirrobo pasivo: sistema que impide la puesta en marcha del motor o vehículo.
- Antirrobo activo: sistema que cumple la función de alarma, disuasión y localización remota en caso de robo.

En la tesis titulada “RECONOCEDOR AUTOMÁTICO DE COMANDOS POR MEDIO DEL HABLA PARA LAS FUNCIONES DE UN AUTOMÓVIL” (Bonnet, 2013) Tiene como objetivo principal de la investigación el diseñar un programa de reconocimiento de voz orientado a la implementación en un sistema de control de funciones básicas en un automóvil, la conclusión de esta investigación demuestra la eficiencia del reconocedor de comandos por medio del habla, el cual está orientado a la

implementación dentro de un automóvil. El proyecto se basó en comandos que los usuarios pueden utilizar dentro de un auto con la finalidad de facilitar el uso de este y por su comodidad; de acuerdo con los resultados obtenidos se observa que el sistema responde de manera más eficiente cuando es utilizado por la persona que grabó la base de datos. Si al programa existente se le adjuntan otros métodos de reconocimiento, este podría llegar a convertirse en un sistema de seguridad muy eficiente.

En la tesis titulada “DISEÑO DE UN SISTEMA DE ENCENDIDO AUTOMÁTICO E INMOVILIZADOR PARA UN VEHÍCULO ESTÁNDAR POR MEDIO DE LA ADAPTACIÓN DE UN DISPOSITIVO LECTOR DE HUELLA DIGITAL” (Torres, 2014). El objetivo de esta investigación es diseñar un sistema de encendido automático e inmovilizador para un vehículo estándar, por medio de la adaptación de un dispositivo lector de huellas digitales. Como resultado se diseñó el sistema de encendido automático para un vehículo por medio de huellas digitales, lo cual se adaptó el sistema de encendido a un motor estático Mazda B a carburador, se desarrolló pruebas obteniendo como resultados el correcto funcionamiento del sistema de encendido automático e inmovilizador con lector de huellas digitales.

En la tesis titulada “CONSTRUCCIÓN DE UN MÓDULO DE ENCENDIDO DE UN MOTOR MEDIANTE COMANDOS DE VOZ PARA EL LABORATORIO DE ELECTRICIDAD Y ELECTRÓNICA DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ” (Domingues, 2015). El objetivo general del trabajo desarrollado es construir un módulo de encendido de un motor mediante comando de voz, para el laboratorio de electricidad y electrónica de la Escuela de Ingeniería Automotriz. Como conclusión se logró construir un módulo de encendido mediante comando de voz,

después de haber determinado los parámetros necesarios para el correcto funcionamiento del equipo. Se escogió la mejor opción para que la seguridad del vehículo no se viera comprometida por el funcionamiento del módulo, ya que el reconocedor de voz podía encenderlo con libertad, para esto fue necesario insertar la llave del vehículo en el interruptor. Para el diseño del sistema de control se tomó en cuenta que el módulo estaría alimentado por la batería del vehículo, motivo por el cual se incorporaron circuitos de protección y regulación de voltaje. El módulo respondió positivamente a las pruebas realizadas en ambientes ruidosos los cuales fueron el principal obstáculo para el correcto funcionamiento de este.

En la tesis titulada “Diseño y construcción de un sistema de seguridad y anti-arranque a través de una tarjeta de reconocimiento a corta distancia” (Puente, 2005). El propósito general de este proyecto es eliminar las llaves del automóvil, utilizando la transmisión de datos a través de un emisor-receptor infrarrojo, utilizando PICS para la codificación respectiva de los datos a transmitir. Con esta transmisión se conseguirá abrir las puertas del vehículo y encenderlo, y ningún sistema podrá suplantar a la tarjeta emisora de datos. Se concluyó que el sistema opero de manera correcta al implementar un sistema de seguridad utilizando rayos infrarrojos, eliminando la utilización de las llaves, cumpliendo con el objetivo de la tesis planteada.

## **1.2. Planteamiento del problema**

El robo organizado de vehículos automotores es uno de los mayores problemas en la sociedad actual en el Ecuador, haciendo que el índice de robos en el año 2019 ha aumentado en un 20% según datos obtenidos de La Policía Judicial (Policia Judicial,

2019). Esto implica una gran pérdida económica para los propietarios de los vehículos, también genera una disminución de las utilidades de las empresas aseguradoras, así como también afecta la reputación de los fabricantes de automóviles.

Adicionalmente, se debe considerar el hecho que el robo de vehículos, generalmente están asociados a delincuencia organizada, que trafica con las piezas de recambio, pues esta actividad se convierte en una fuente lucrativa de ingresos ilegales, que constituyen un verdadero problema social (INTERPOL, 2019). Este fenómeno tiene un impacto económico en la industria automotriz, y a la vez pone en peligro vidas humanas, convirtiéndose en motivo de gran preocupación para los organismos encargados de la aplicación de la ley y fabricantes de automóviles. Debido a esto, se ve la necesidad de implementar un sistema alternativo de seguridad vehicular antirrobo de alta efectividad, que actúe de manera complementaria o independiente de otros sistemas de seguridad y que sea totalmente desconocido para este grupo delictivo de personas.

### **1.3. Descripción resumida del proyecto**

En el presente proyecto se propone analizar un sistema de seguridad vehicular antirrobo, el cuál debe ser más eficiente respecto a los demás sistemas de seguridad existentes en el mercado.

El sistema de seguridad vehicular antirrobo a implementar constará de un sistema de bloqueo a los pedales del sistema de embrague y del sistema de freno. Para la implementación se realizará un análisis mecánico y estructural al sistema existente en

el mecanismo de pedal, para no comprometer el funcionamiento de este. En la activación del sistema se propone utilizar electroválvulas que accionarán el mecanismo de bloqueo, el mismo será diseñado de manera que trabe el movimiento circular que se produce al momento de accionar el pedal. Este principio se lo aplicará de manera idéntica en el pedal del sistema de embrague y del sistema de frenos. El bloqueo se activará de manera

independiente a cada pedal o simultanea de acuerdo con las condiciones en las que se encuentre el vehículo, priorizando la seguridad e integridad de los ocupantes. A continuación, se realiza un listado de las posibles situaciones en las que se puede encontrar el sistema:

El vehículo está en movimiento, con el sistema de seguridad antirrobo vulnerado.

- Pérdida del mando de activación y desactivación del sistema implementado.
- Desactivación completa del sistema, en situaciones especiales.

Para mayor eficiencia del sistema, estará constituido de dos niveles de seguridad que se activarán de manera secuencial en caso de que el vehículo este en una situación de peligro, el primer nivel de seguridad será el bloqueo a los pedales, de manera complementaria se implementará un bloqueo al sistema de frenos. Este sistema impedirá el movimiento a las ruedas de un eje, todo esto como el segundo nivel de seguridad.

Para interrumpir el movimiento de las ruedas, se utilizará una bomba hidráulica adicional que será accionada por un actuador lineal, este producirá la presión requerida para detener el movimiento de las ruedas. El sistema estará anclado al sistema de frenos original del vehículo, y para evitar la modificación del circuito hidráulico original del sistema de frenos se incorporará electroválvulas hidráulicas que permitirán la activación independiente de ambos sistemas.

Para la activación del sistema de bloqueo se incorporará un sistema de control compuesto por microcontroladores, sensores y actuadores. Esto permitirá al usuario, y en caso de emergencia, activar o desactivar de manera automática el sistema de bloqueo, estando constituido por un sistema de activación remota.

#### **1.4. Justificación e importancia**

En el transcurso de los años anteriores, la Policía Judicial ha reportado el robo de 13271 vehículos automotores, de los cuales, según las autoridades el 66%, se realiza violando las seguridades de estos, debido a la existencia de elementos seguridad que son fácilmente vulnerables.

La finalidad del desarrollo de este proyecto de titulación tiene como objetivo principal aportar, generar conocimientos y proveer de alternativas nuevas de implementación de elementos de seguridad vehicular antirrobo para el automóvil, con el fin de disminuir el índice de hurto a vehículos que se han presentado en los últimos años.



La implementación del nuevo sistema antirrobo está directamente enfocado al beneficio del propietario, aseguradoras, fabricantes y comerciantes de vehículos, disminuyendo los costos que se generan al momento de la pérdida del automotor, debido a la ineficacia de los sistemas de seguridad antirrobo actuales. Por tal razón, se considera la necesidad de implementar un nuevo sistema de seguridad vehicular antirrobo alternativo, que mejore sustancialmente la eficiencia de los sistemas de seguridad convencionales y actuales, proporcionando así una mayor confiabilidad.

## **1.5. Objetivos**

### **1.5.1. Objetivo general**

- Analizar un sistema de seguridad vehicular antirrobo, mediante un sistema de bloqueo aplicado a los pedales del vehículo.

### **1.5.2. Objetivos específicos**

- Diseñar el sistema de bloqueo para el pedal de accionamiento de los sistemas de embrague y frenos.
- Implementar un sistema de bloqueo regulado a las ruedas del vehículo mediante actuadores.
- Diseñar el sistema de control utilizando componentes electrónicos.
- Implementar un sistema de activación remota mediante la utilización de elementos de identificación por radio frecuencia.

### **1.6. Metas**

- Recopilar información de tres sistemas de seguridad vehicular antirrobo existentes.
- Investigar tres métodos y software de compilación para el sistema de control.
- Investigar tres sistemas de activación remota, que nos permita controlar el sistema de bloqueo.
- Implementar sistemas de bloqueo sin que afecten el sistema electrónico de control y demás componentes mecánicos del vehículo.
- Incentivar la producción y comercialización nacional del nuevo sistema de seguridad antirrobo desarrollado, dando a conocer las ventajas que presenta en comparación a los sistemas actuales.

### **1.7. Hipótesis**

Mediante el análisis e implementación del sistema de seguridad pasivo se incrementará la seguridad del vehículo.

### **1.8. Variables de investigación**

Para el proyecto de investigación se aplicará las variables como son: variables dependientes y variables independientes.

**1.8.1. Variable Independiente:**

- Sistemas de bloqueo para los pedales del embrague, freno y de las ruedas.

**1.8.2. Variable Dependiente**

- Sistema de control y activación.

## CAPÍTULO II

### 2. Marco teórico

#### 2.1. Pedal de freno

Según el (Diccionario Actual, 2019), el pedal de freno es aquel que permite que se detenga una maquinaria. Pero este indispensable dentro del sistema de un vehículo ya que es el que permite mediante su operación que se efectúe la acción de frenado o disminución de la velocidad de acuerdo con lo que requiera el usuario.

#### Figura 1

*Pedales del automóvil en la antigüedad*



*Nota.* El gráfico se muestra el modelo que tenían los pedales de freno, embrague y acelerador de los automóviles antiguos. (Diccionario Actual, 2019)

En los automotores generalmente se encuentra por debajo del volante, justo al frente al asiento del conductor y se encuentra diseñado de manera ergonómica al igual que los otros dos pedales lo que facilita su uso rápido y eficaz. (Diccionario Actual, 2019)

En cuanto a la definición de pedal de freno es un mando que se localiza en una palanca que se opera por el pie y mediante el cual se acciona el mecanismo que sirve para disminuir la velocidad o detener al sistema mecánico que está en movimiento. (Diccionario Actual, 2019)

En el caso del automóvil se encuentra justo en el centro del conjunto de pedales, siempre a la derecha del embrague y a la izquierda del acelerador. Tienen una distancia determinada unos de los otros, y una posición precisa entre el acelerador y el freno, que brinda facilidad al momento de efectuar la maniobra denominada punta-tacón.

Dentro del sistema de frenos, este pedal de freno es aquel que acciona el freno de marcha. Este es el sistema que manipula el usuario y que sirve para disminuir la velocidad o detenerlo. En este caso la fuerza de frenado depende de quien maneja de acuerdo con la presión que ejerza su pie sobre el pedal. (Diccionario Actual, 2019)

En cuanto al otro tipo de frenos que tienen los automotores está el freno de mano, que mantiene al vehículo detenido cuando no está en movimiento o cuando se lo deja estacionado. En la mayoría de los casos se acciona mediante una palanca, aunque puede ser también a pedal.

De acuerdo con el rozamiento de sus piezas, los frenos se clasifican en:

- Manual accionado a través de un cable de acero.
- Neumático el que usa aire comprimido.

- Hidráulico accionado con el apoyo de un líquido.
- Por combinación de los anteriores.

Entre los mecanismos que se utilizan para producir el rozamiento en la rueda existen:

- Frenos de disco
- Frenos de zapata
- Frenos de banda

En todos los casos su acción es a través de un pedal.

## **2.2. Arduino**

El Arduino es un sistema el cual se basa en una programación de código abierto esto lo hace que su uso y programación sea más amigable con el usuario.

Arduino es un microcontrolador desarrollado como un sistema de código abierto. Está alimentado por un chip y compuesto por diferentes componentes soldados en la placa. Se asemeja a una mini placa base utilizada en una serie de proyectos. Arduino también es programable según las funciones requeridas en un proyecto. Los programas se utilizan para asignar ciertos pines para ejecutar tareas específicas. Las partes y los pines se identifican utilizando las etiquetas impresas en la placa. (Savasgard, 2014), (p.7)

Ya que cuenta con una designación muy específica de cada uno de los pines hace que sea más versátil al momento de conectar los componentes que conformaran el circuito.

### 2.2.1. *Arduino Uno*

Según (Herrador, 2009), este tipo de arduino posee las siguientes características: “El Arduino Uno es una placa microcontroladora basada en el ATmega328p. Tiene 14 pines de entrada/salida digital (de los cuales se pueden usar 6 como salidas PWM), 6 entradas analógicas, además un oscilador de cuarzo a 16MHz, también una conexión USB, un conector para alimentación, una cabecera ICSP, y por último un botón de reset.” Lo cual lo hace la mejor opción a la hora de programar y por sus prestaciones para la realización de circuitos electrónicos. (p.11).

- **Características del Arduino Uno**

**Tabla 1**

*Características técnicas del Arduino Uno*

<b>Característica</b>	<b>Descripción</b>
Microcontrolador	ATmega328p
Voltaje de operación	5 V
Tensión de entrada (recomendada)	7 - 12 V
Tensión de entrada (límite)	6 - 20 V
Pines digitales de E/S	14 (de los cuales 6 proveen salidas PWM)
Pines de entrada analógicos	6

Característica	Descripción
Corriente DC por pin E/S	40 mA
Corriente DC para pin 3.3 V	50 mA
Memoria Flash	16 KB (de los cuales 2 KB usados para bootloader)
SRAM	1 KB
EEPROM	512 bytes
Frecuencia de reloj 16 MHz	

*Nota.* En esta tabla se muestran detalladas las principales características del Arduino Uno.

### 2.2.2. Sensores

Los sensores son componentes electrónicos los cuales nos ayudan a cuantificar diversas características físicas, las mismas son utilizadas como parámetros para poder ejecutar una acción o procedimiento.

Bajo este principio (Arduino, 2016) menciona que: “Un sensor es aquel dispositivo con la capacidad de detectar magnitudes físicas o químicas, que toman el nombre de variables de instrumentación, y transformarlas en variables eléctricas. Las variables de instrumentación pueden ser por ejemplo: humedad, temperatura, intensidad lumínica, inclinación, desplazamiento, distancia, aceleración, presión, fuerza, torsión, movimiento, pH, entre otras.”

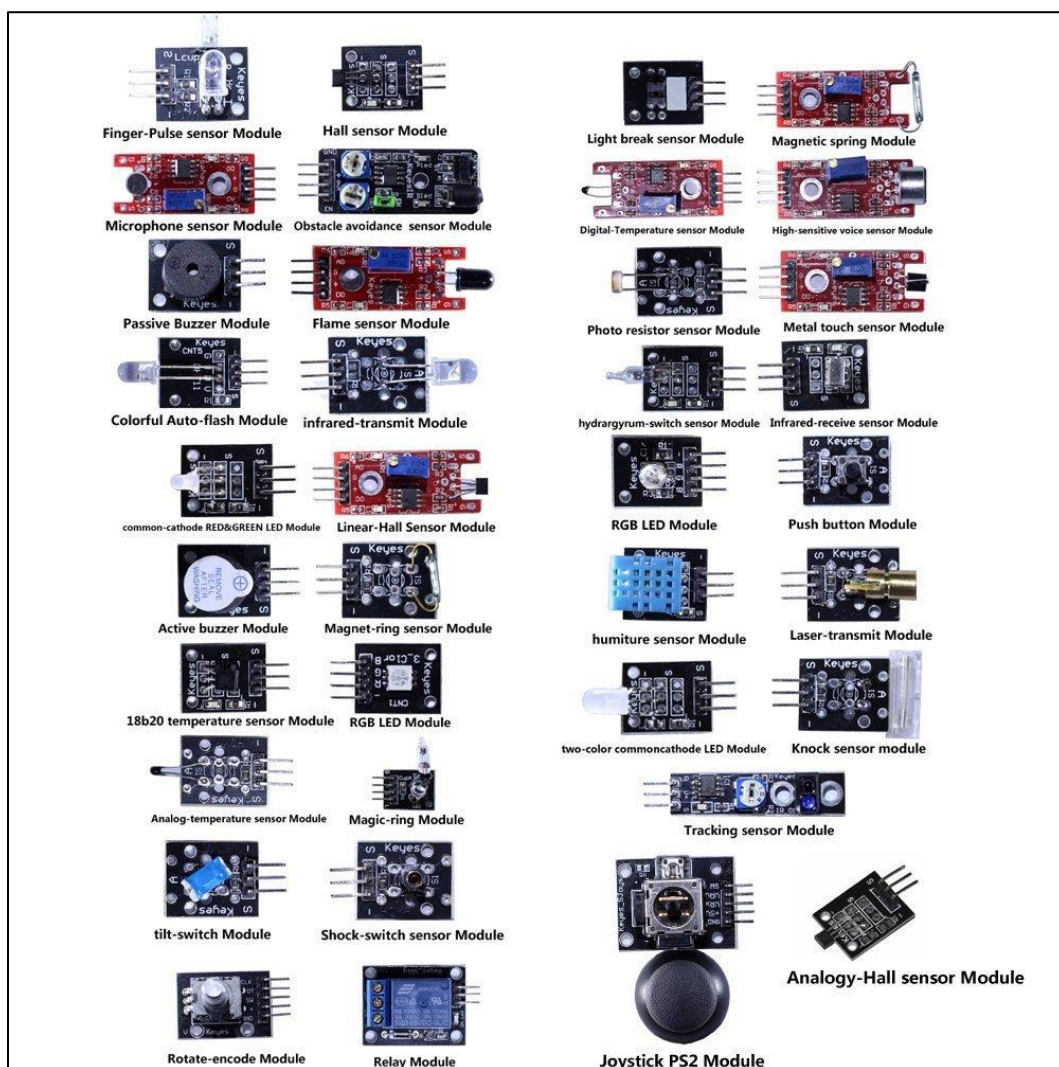
Los sensores se pueden clasificar en función de los datos de salida en:



- Digitales
- Analógicos
- Comunicación por Bus

**Figura 2**

*Tipos de sensores compatibles con el Arduino Uno*



*Nota.* El gráfico se muestran los diferentes sensores que son compatibles con el arduino uno para lograr realizar un sin número de actividades. (Arduino, 2016)

### **2.2.3. Actuadores**

Los actuadores son elementos los cuales realizan una función específica basándose en información antes recopilada y procesada por una unidad de control.

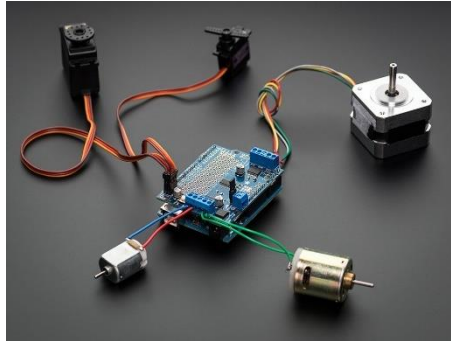
Teniendo en cuenta lo antes mencionado, (Arduino, 2016) nos menciona: “Un actuador es un dispositivo capaz de transformar energía hidráulica, neumática o eléctrica en la activación de un proceso cuya finalidad sea la de generar un efecto sobre elemento externo. Este recibe la orden proveniente del Arduino y en función a esta genera la orden con la que activa un elemento final de control.”

Existen varios tipos de actuadores como son:

- Electrónicos
- Hidráulicos
- Neumáticos
- Eléctricos
- Motores
- Bombas

**Figura 3**

*Actuadores compatibles con arduino uno*



*Nota.* En el gráfico se muestran los diferentes actuadores que son compatibles para ser utilizados con el arduino uno. (Arduino, 2016)

**2.2.4. Software de control de Arduino**

Debido a que el software de control es de código abierto, (Herrador, 2009) afirma: “El lenguaje puede ser expandido mediante librerías C++, mientras que la gente que quiera entender los detalles técnicos puede hacer el salto desde Arduino a la programación en lenguaje AVR C en el cual está basado.” (p.9). Esto hace que los métodos de programación que pueden ser utilizados sean más extensos aprovechando así todas las posibilidades que ofrecen cada uno de ellos.

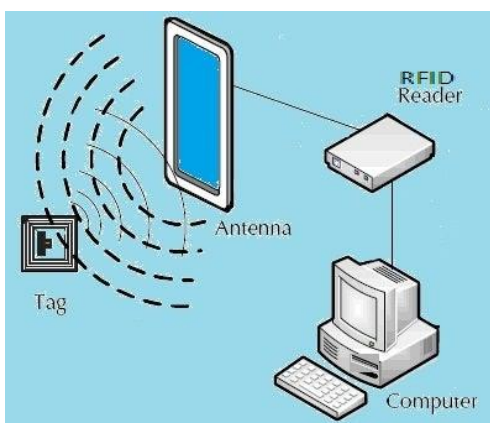
**2.3. Tecnología RFID**

De acuerdo con (Narayan, 2017), la identificación por radiofrecuencia (RFID) es el uso inalámbrico de campos electromagnéticos para transferir datos, con el propósito

de identificar y rastrear automáticamente las etiquetas adheridas a los objetos. Las etiquetas contienen información almacenada electrónicamente.

#### Figura 4

##### *Tecnología RFID*



*Nota.* En el gráfico se muestran los componentes necesarios para el uso de la tecnología RFID. (Narayan, 2017)

RFID es una tecnología que incorpora el uso de acoplamiento electromagnético o electrostático en la porción de radiofrecuencia (RF) del espectro electromagnético para identificar de forma única un objeto, animal o persona. (Narayan, 2017)

Un lector de identificación por radiofrecuencia (lector RFID) es un dispositivo que se utiliza para recopilar información de una TAG RFID, que se utiliza para rastrear objetos individuales. Las ondas de radio se utilizan para transferir datos desde la TAG a un lector. (Narayan, 2017)

### **2.3.1. TAGs**

Su principio de funcionamiento es muy sencillo y consiste en pasar un TAG, cerca de un lector RFID, con esto el TAG tiene la capacidad de enviar la información al lector, la cual puede ser desde un simple código hasta un gran paquete de información guardado en la memoria del Tag. (Naylamp Mechatronics, 217)

De acuerdo con (Naylamp Mechatronics, 217), Existen diferentes modelos de TAGs, entre los más comunes se encuentran las tarjetas y llaveros, pero también vienen como etiquetas adhesivas e incluso ya viene incrustados en algunos productos. Los Tags contienen en su interior una antena y un microchip, que son los encargados de realizar todo el proceso de comunicación, la energía se obtiene de la señal de radiofrecuencia, que aunque sea pequeña, es suficiente para hacer trabajar el microchip, es por esta razón que se necesita acercarlos a una distancia generalmente menor a 10 cm. Así mismo existen Tags activos, que incorporan baterías, estos tienen alcance de varios metros de distancia.

### **2.3.2. Aplicaciones de RFID**

- Las TAGs de rastreo de animales, insertadas debajo de la piel, pueden tener el tamaño de un arroz.
- Las TAGs pueden tener forma de tornillo para identificar árboles o elementos de madera.
- Forma de tarjeta de crédito para su uso en aplicaciones de acceso.

- Las TAGs de plástico duro antirrobo adheridas a la mercancía en las tiendas también son etiquetas RFID.
- Los transpondedores rectangulares de alta resistencia de 120 por 100 por 50 milímetros se utilizan para rastrear contenedores de envío o maquinaria pesada, camiones y vagones de ferrocarril.
- En laboratorios seguros, entradas de empresas y edificios públicos, se deben controlar los derechos de acceso.

### **2.3.3. Señal**

La señal es necesaria para despertar o activar la etiqueta y se transmite a través de la antena. La señal en sí es una forma de energía que se puede utilizar para alimentar la etiqueta. El transpondedor es la parte de la etiqueta RFID que convierte esa radiofrecuencia en energía utilizable, además de enviar y recibir mensajes. Las aplicaciones RFID para el acceso del personal suelen utilizar sistemas de baja frecuencia, 135 KHz, para la detección de credenciales. (Narayan, 2017)

### **2.3.4. Requisitos para RFID**

- 1.- Un lector, que está conectado (o integrado con)
- 2.- Una antena que envía una señal de radio.
- 3.- Una TAGs (o transpondedor) que devuelve la señal con información agregada.

El lector de RFID generalmente está conectado a una computadora / sistema de terceros que acepta (y almacena) eventos relacionados con RFID y utiliza estos eventos para desencadenar acciones. En la industria de la seguridad, ese sistema podría ser un sistema de control de acceso al edificio, en la industria del estacionamiento es más probable que sea un sistema de gestión de estacionamiento o control de acceso vehicular. En las bibliotecas, podría ser un sistema de gestión de bibliotecas. (Narayan, 2017)

#### 2.4. Módulo de RFID RC522

Este módulo utiliza un sistema de modulación y demodulación de 13.56MHz, que es la frecuencia que en la actualidad utiliza la tecnología RFID. (Naylamp Mechatronics, 217)

#### Figura 5

*Módulo RFID RC522*



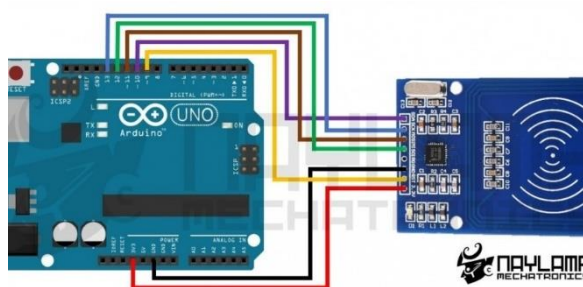
*Nota.* En el gráfico se muestra a detalle el módulo RC522 que utiliza tecnología RFID. (Naylamp Mechatronics, 217)

### 2.4.1. Conexión entre el módulo de RFID y Arduino uno

EL módulo se comunica por SPI, por lo que da la oportunidad de implementar a cualquier microcontrolador con interfaz SPI, como un Arduino. (Naylamp Mechatronics, 217)

**Figura 6**

*Módulo RFID RC522 conectado al arduino uno*



*Nota.* En el gráfico se muestra la conexión entre el módulo RC522 que utiliza tecnología RFID y el arduino uno. (Naylamp Mechatronics, 217)

**Tabla 2**

*Características técnicas del Arduino Uno*

Módulo RC522	Arduino Uno
SDA (SS)	10
SCK	13
MOSI	11
MISO	12
IRQ	No conectado
GND	GND
RST	9
3.3 V	3.3 V

*Nota.* En esta tabla se muestran detalladas las principales características del Arduino Uno.



Como se puede observar en la conexión, el módulo RFID trabaja con un voltaje de 3.3V, por lo que la parte lógica también debería trabajar con este mismo nivel de voltaje, para prueba y testeo se puede conectar directamente a los pines del Arduino (nivel TTL 5V), pero se recomienda usar conversores de niveles de voltaje. (Naylamp Mechatronics, 217)

## **2.5. Tipos de actuadores lineales para arduino uno**

De acuerdo con (Llamas, 2016), existen algunos tipos de actuadores que pueden trabajar con arduino uno y a continuación se observan las ventajas y desventajas de cada uno de ellos.

### **2.5.1. Electroimanes**

Se conoce como electroimán al dispositivo que permite atraer objetos ferromagnéticos, como el hierro así como algunas de sus aleaciones. (Llamas, 2016)

Está formado por una bobina enrollada en torno a un núcleo ferromagnético. Al aplicarle una corriente a la bobina se genera un campo magnético en su interior, lo que genera también una fuerza de atracción o repulsión sobre otros materiales. (Llamas, 2016)

## Figura 7

### *Electroimanes*



*Nota.* En el gráfico se muestran los diferentes modelos de electroimanes que se pueden utilizar con arduino uno. (Llamas, 2016)

El centro ferromagnético del electroimán aumenta la potencia del campo magnético, lo que las pérdidas por dispersión. (Llamas, 2016)

### **2.5.2. Actuadores magnéticos**

Los actuadores magnéticos son parecidos a un electroimán, solo que en estos el núcleo magnético es móvil, mientras que en el extremo frecuentemente se dispone de una pieza de plástico, por ejemplo, con una pequeña pinza. (Llamas, 2016)

Con la corriente circulando, el núcleo es atraído al interior del electroimán. Además cuenta con un muelle que devuelve el pasador interno a su posición original cuando cesa la corriente. (Llamas, 2016)

**Figura 8***Actuadores magnéticos*

*Nota.* En el gráfico se muestran los diferentes modelos de actuadores magnéticos que se pueden utilizar con arduino uno. (Llamas, 2016)

Este tipo de actuadores magnéticos son de los más usados por su rapidez aunque su desventaja es la de tener un recorrido pequeño. (Llamas, 2016)

### **2.5.3. Actuadores lineales**

Los actuadores lineales se encuentran formados por un motor de corriente continua y un vástago que es accionado por un torillo sin fin, todo esto en el interior de un integrado compacto. (Llamas, 2016)

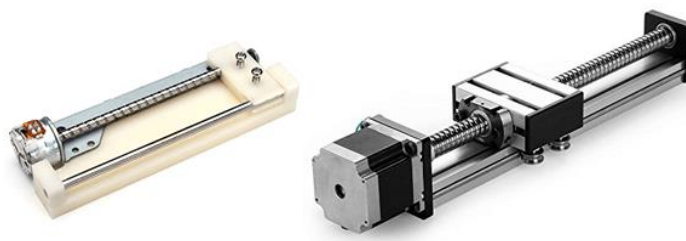
Estos actuadores se encuentran disponibles en una gran variedad de longitudes, resaltando que algunas de ellas son muy largas. Tienen la capacidad de ejercer grandes fuerzas sin embrago aquí el inconveniente es que son dispositivos bastante lentos. (Llamas, 2016)

**Figura 9***Actuadores lineales*

*Nota.* En el gráfico se muestran los diferentes modelos de actuadores lineales que se pueden utilizar con arduino uno.

#### **2.5.4. Motores con tornillo sin fin y corredera**

Similares a los anteriores, estos actuadores también están formados por un motor de corriente continua que acciona una corriente sin fin. Pero en este caso, se tiene un elemento intermedio que se puede desplazar a lo largo del recorrido. (Llamas, 2016)

**Figura 10***Motores con tornillo sin fin y corredera*

*Nota.* En el gráfico se muestran los diferentes modelos de motores con tornillos sin fin y corredera que se pueden utilizar con arduino uno. (Llamas, 2016)

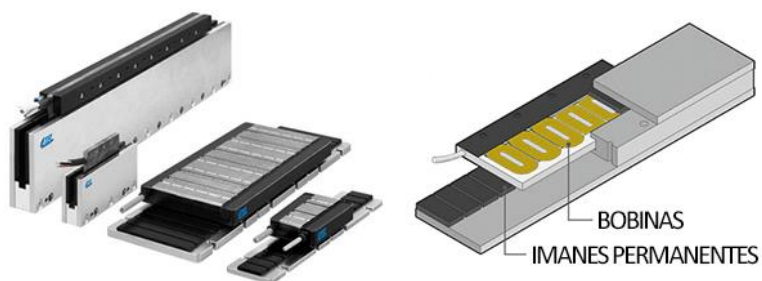
En este caso, las características de este actuador dependerán mucho del motor empleado, pudiendo encontrar un motor DC o un motor de paso a paso. (Llamas, 2016)

### 2.5.5. Motores lineales

Los motores lineales funcionan de forma parecida a un motor paso a paso, solo que en lugar de hacer girar un rotor se desplaza una corredera de forma lineal. (Llamas, 2016)

**Figura 11**

*Motores lineales*



*Nota.* En el gráfico se muestran los diferentes modelos de motores lineales que se pueden utilizar con arduino uno. (Llamas, 2016)

Están constituidos uno o varios railes, a lo largo de los cuales se encuentran imanes de polaridades alternas. Además de esto en función de la tipología del motor, sobre, entre, o alrededor del rail se tiene una corredera con bobinas que son controladas electrónicamente. (Llamas, 2016)

Los motores lineales presentan una alta velocidad, al igual que un alto par, y una alta precisión en los desplazamientos. estos se los emplea mayormente como sustitutos de las correderas de sin fin en máquinas de CNC industriales y en trenes de levitación magnética. (Llamas, 2016)

## CAPÍTULO III

### 3. Diseño, selección e implementación de sistemas mecánicos y electrónicos del sistema de bloqueo de frenos

En el presente capítulo además del diseño del sistema de bloqueo de frenos con los parámetros necesarios para garantizar el funcionamiento en conjunto del sistema de frenos y de bloqueo, se selecciona del tipo de activación y sistemas electrónicos a implementarse en el sistema de bloqueo de frenos, para lo cual se planteó alternativas de selección.

#### 3.1. Ubicación del sistema de bloqueo en el habitáculo del vehículo.

Para la instalación del sistema de bloqueo de frenos se consideró tres alternativas para la ubicación, las cuales no interfieren con el funcionamiento de los demás componentes del habitáculo y tampoco afectan algún sistema adyacente.

**Tabla 3**

*Matriz de selección de ubicación del sistema de bloqueo*

Factor de Selección	FP	Alternativa 1: Manteniendo la integridad del habitáculo	Alternativa 2: Modificar el habitáculo	Alternativa 3: Agregar nuevas partes notables al habitáculo
Estética	0.15	-	X	X
Confort	0.25	-	X	X
Ubicación	0.10	-	-	X
Versatilidad	0.10	-	-	-
Modo de instalación	0.15	X	-	X
Costo	0.25	X	-	-
<b>Total</b>	<b>1</b>	<b>0.4</b>	<b>0.4</b>	<b>0.65</b>

*Nota.* En la tabla se muestra los parámetros de selección para elegir la alternativa más

adecuada a los requerimientos de ubicación del sistema de bloqueo.

De acuerdo con los parámetros calificados la alternativa de agregar nuevas partes notables al habitáculo cuenta con mejores características para el diseño del sistema de bloqueo de frenos, en función a la ponderación estudiada se obtuvo el 65%.

### 3.2. Activación y desactivación del sistema de bloqueo frenos.

Para la activación y desactivación del sistema de bloqueo de frenos se tomó en cuenta las alternativas que son más viables y además no interfieren con el accionamiento de los otros pedales presentes en el habitáculo.

**Tabla 4**

*Matriz de selección de activación y desactivación del sistema de bloqueo*

<b>Factor de Selección</b>	<b>FP</b>	<b>Alternativa 1: Apretar pedal con el pie</b>	<b>Alternativa 2: Activar automáticamente</b>	<b>Alternativa 3: Apretar el pedal y botón</b>
<b>Estética</b>	0.15	-	X	X
<b>Confort</b>	0.25	-	-	-
<b>Ubicación</b>	0.10	-	X	-
<b>Versatilidad</b>	0.10	X	X	-
<b>Modo de instalación</b>	0.15	X	X	-
<b>Costo</b>	0.25	X	X	-
<b>Total</b>	<b>1</b>	<b>0.5</b>	<b>0.65</b>	<b>0.5</b>

*Nota.* En la tabla se muestra los parámetros de selección para elegir la alternativa más adecuada a los requerimientos de activación y desactivación del sistema de bloqueo.

De acuerdo con los parámetros de diseño la alternativa 3 cuenta con mejores características para la activación y desactivación del sistema de bloqueo de frenos, en función a la ponderación analizada se obtuvo el 65%.



### 3.3. Alimentación y activación del sistema de control de bloqueo de frenos.

Respecto alimentación y activación del sistema de control de bloqueo de frenos se tomó en cuenta alternativas que aprovechen los componentes que ya se encuentran presentes en el motor para evitar la necesidad de instalar elementos redundantes en el vehículo.

**Tabla 5**

*Matriz de selección de alimentación y activación del sistema de control de bloqueo de frenos*

<b>Factor de Selección</b>	<b>FP</b>	<b>Alternativa 1: Conectado a la batería del vehículo y a la computadora</b>	<b>Alternativa 2: Batería y sensores independientes</b>	<b>Alternativa 3: Batería independiente y switch manual</b>
<b>Estética</b>	0.15	-	-	-
<b>Confort</b>	0.25	X	-	-
<b>Ubicación</b>	0.10	X	-	-
<b>Versatilidad</b>	0.10	X	X	X
<b>Modo de instalación</b>	0.15	X	X	X
<b>Costo</b>	0.25	X	-	-
<b>Total</b>	<b>1</b>	<b>0.85</b>	<b>0.25</b>	<b>0.25</b>

*Nota.* En la tabla se muestra los parámetros de selección para elegir la alternativa más adecuada a los requerimientos de alimentación y activación del sistema de control de bloqueo de frenos.

De acuerdo con los parámetros calificados la alternativa de conectar el sistema de control a la batería del vehículo y a la computadora cuenta con mejores características para el diseño e instalación del sistema de bloqueo de frenos, en función a la ponderación estudiada se obtuvo el 85%.

### 3.4. Encendido y apagado del sistema de control de bloqueo de frenos.

Para la activación y desactivación del sistema de control de bloqueo de frenos se consideró las alternativas que son más viables tanto por su presencia en el mercado como también la efectividad de su modo de operación.

**Tabla 6**

*Matriz de selección de encendido y apagado del sistema de control de bloqueo de frenos*

Factor de Selección	FP	Alternativa 1: Señal convencional y chip RFID	Alternativa 2: Señal bluetooth y aplicación android	Alternativa 3: Señal NFC y activación manual
Estética	0.15	X	-	-
Confort	0.25	X	X	-
Ubicación	0.10	-	-	-
Versatilidad	0.10	X	-	-
Modo de instalación	0.15	X	X	X
Costo	0.25	-	-	X
<b>Total</b>	<b>1</b>	<b>0.65</b>	<b>0.40</b>	<b>0.45</b>

*Nota.* En la tabla se muestra los parámetros de selección para elegir la alternativa más adecuada a los requerimientos de encendido y apagado del sistema de control de bloqueo.

Se seleccionó un sistema de control RFID porque permite activar y desactivar al sistema de bloqueo con la utilización de un chip que puede pasar desapercibido fácilmente, además es menos propenso a interferencias, teniendo en cuenta esto y los parámetros de análisis obtenemos un 65%.

### 3.5. Diseño mecánico

#### 3.5.1. Cálculo del área del cilindro

$$A = \pi * D^2$$

**Ecuación 1**

*Área del cilindro*

$$A = \pi * (0.02 \text{ m})^2$$

$$A = 1.256 * 10^{-3} \text{ m}^2$$

*A* : Área del cilindro de freno

*D*: Diámetro del cilindro de freno

#### 3.5.2. Cálculo de fuerza a la salida del conjunto del pedal de freno

$$P = \frac{F_{sp}}{A}$$

**Ecuación 2**

*Presión ejercida sobre el pedal de freno*

$$F_{sp} = P * A$$

$$F_{sp} = (2.1 * 10^6 \text{ Pa}) * (1.256 * 10^{-3} \text{ m}^2)$$

$$F_{sp} = 2637.6 \text{ N}$$

$P$  : Presión del cilindro de la bomba de freno

$F_{sp}$  : Fuerza de salida del pedal de freno

### 3.5.3. **Cálculo de fuerza a la entrada aplicada por el conductor en la plataforma del pedal**

$$F_{sp} = F_{ep} * \frac{L_2}{L_1}$$

#### **Ecuación 3**

*Fuerza a la entrada aplicada por el conductor en la plataforma del pedal*

$$F_{ep} = \frac{F_{sp} * L_1}{L_2}$$

$$F_{ep} = \frac{2637.6 \text{ N} * 0.05 \text{ m}}{0.25 \text{ m}}$$

$$F_{ep} = 527.52 \text{ N}$$

$F_{ep}$ : Fuerza de entrada aplicada en el pedal de freno

$L_1$ : Distancia comprendida entre la articulación del pedal de freno hasta la articulación del vástago de salida de accionamiento de la bomba.

$L_2$ : Distancia comprendida entre la articulación del pedal de freno hasta la plataforma de accionamiento

### 3.5.4. **Cálculo del momento mínimo cuando $d = 0.02m$**

$$F_{max} = 500 \text{ N}$$

$$F_{min} = 0 \text{ N}$$

$$F_m = \frac{F_{max} + F_{min}}{2}$$

**Ecuación 4***Fuerza media aplicada*

$$F_m = 250 \text{ N}$$

$$M_{max} = F \left[ \left(1 - \frac{a}{l}\right)x - (x - a)^1 \right]$$

**Ecuación 5***Momento máximo*

$$M_{max} = 52,5 \text{ Nm}$$

$$M_{min} = 0$$

$$M_a = M_{med} = 52,5 \text{ Nm}$$

**3.5.5. Cálculo del esfuerzo cuando  $d = 0.02\text{m}$** 

$$C = \frac{d}{2} = \frac{0,02}{2} = 0,01$$

$$\sigma_{a_{nom}} = \frac{M_a * C}{I}$$

**Ecuación 6***Esfuerzo*

$$\sigma_{a_{nom}} = \frac{52.5 * 0.01}{3.2501 \times 10^{-9}} = 161532408,1 \text{ Pa}$$

$$\sigma_{a_{nom}} = \sigma_{m_{nom}}$$

### 3.5.6. Cálculo del momento de inercia cuando $d = 0.02m$

$$I_x = \frac{\pi}{64} ((0.02)^4 - (0.0175)^4)$$

$$I_x = 3.2501 \times 10^{-9}$$

$$Kf = 1$$

$$Kfm = 1$$

$$\sigma_a = Kf * \sigma_{a_{nom}} = 1[161532408,1 \text{ Pa}]$$

$$\sigma_a = \sigma_m$$

$$\sigma_a = \sqrt{\sigma_{x0}^2 + \sigma_{y0}^2 - (\sigma_{x0} * \sigma_{x0}) + 3\tau_{xya}^2} = \sqrt{(161532408,1)^2} = 161532408,1 \text{ Pa}$$

$$S_{ut} = 524 \text{ MPa}$$

$$S_y = 290 \text{ MPa}$$

### 3.5.7. Cálculo del factor seguridad cuando $d = 0.02m$

$$Se' = 0.5 (S_{ut}) = 0.5 * (524) = 262 \text{ MPa}$$

$$C_{TAMAÑO} = 0.864 * (0.02^{-0.097}) = 1.270057$$

$$Se = C_{CARGA} * C_{TAMAÑO} * C_{SUT} * C_{TON} * C_{CUNF} * Se'$$

### Ecuación 7

*Límite de resistencia a la fatiga corregido*

$$A = 52.7$$

$$B = -0.718$$

$$C_{SUT} = A * Sut^B = 52.7 * (524)^{-0.718} = 0.5879$$

$$Se = 1 * 1.27004 * 0.5879 * 1 * 0.897 * 262$$

$$Se = 175.47 \text{ MPa}$$

#### 3.5.8. Cálculo del momento de inercia cuando $d = 0.025m$

$$I_x = \frac{\pi}{64} ((0.025)^4 - (0.0175)^4)$$

$$I_x = 1.5074 \times 10^{-8}$$

#### 3.5.9. Cálculo del esfuerzo cuando $d = 0.025m$

$$C_{TAMAÑO} = 1.2428$$

$$C = 0.0125$$

$$\sigma_{a_{nom}} = \frac{M_a * C}{I_x} = \frac{52.5 * 0.0125}{1.5074 \times 10^{-8}} = 43.5352 \text{ MPa}$$

#### 3.5.10. Cálculo del factor seguridad cuando $d = 0.02m$

$$Se = 171.47 \text{ MPa}$$

$$N = \frac{Se * Sut}{(\sigma_a * Sut) + (\sigma_m Se)} = \frac{173.718 - 524}{2 * (43.525 * 524)}$$

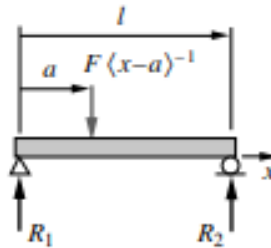
$$N = 1.97$$

### 3.6. Cálculo estructural del soporte del actuador

#### 3.6.1. Cálculo de la carga

#### Figura 12

Diagrama de la carga



*Nota.* El gráfico muestra las reacciones que están presentes en una viga simplemente apoyada con carga concentrada.

$$R_1 = F \left( l - \frac{a}{l} \right)$$

#### Ecuación 9

Reacción en el punto 1

$$R_1 = 500 \left( 0.5 - \frac{0,35}{0.5} \right)$$

$$R_1 = -100 \text{ N}$$



$$R2 = F\left(\frac{a}{l}\right)$$

**Ecuación 10***Reacción en el punto 2*

$$R2 = 500\left(\frac{0,35}{0,5}\right)$$

$$R2 = 350 \text{ N}$$

- Cuando  $x = 0$

$$q = R1(x)^{-1} - F(x - a)^{-1} + R2(x - l)^{-1}$$

**Ecuación 11***Carga aplicada*

$$q = 0 - 500(0 - 0.35)^{-1} + 350(0 - 0.5)^{-1}$$

$$q = 728.57 \text{ Nm}$$

- Cuando  $x = 0.35$

$$q = R1(x)^{-1} - F(x - a)^{-1} + R2(x - l)^{-1}$$

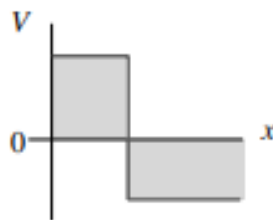
$$q = -100(0.35)^{-1} - 500(0.35 - 0.35)^{-1} + 350(0.35 - 0.5)^{-1}$$

$$q = -2619.04 \text{ Nm}$$

### 3.6.2. Cálculo de la cortante

**Figura 13**

*Diagrama de la fuerza cortante*



*Nota.* El gráfico muestra el comportamiento de la fuerza cortante presente en una viga simplemente apoyada con carga concentrada.

$$V = R1 - F(x - a)^0 + R2(x - l)^0$$

**Ecuación 12**

*Fuerza cortante*

$$V = F\left(1 - \frac{a}{l} - (x - a)^0\right)$$

$$V = R1 - F + R2$$

$$V = -100 - 500 + 350$$

$$V = -250 \text{ N}$$

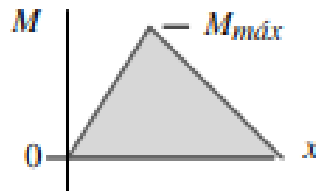
$$V = 500\left(1 - \frac{0.35}{0.5} - (0.35 - 0.35)^0\right)$$

$$V = -350 \text{ N}$$

### 3.6.3. Cálculo del momento

**Figura 14**

*Diagrama del momento máximo*



*Nota.* El gráfico muestra el cómo actúa el momento presente en una viga simplemente apoyada con carga concentrada.

$$M_{max} = Fa\left(1 - \frac{a}{l}\right)$$

**Ecuación 13**

*Momento máximo*

$$M_{max} = (500 * 0.35)\left(1 - \frac{0.35}{0.5}\right)$$

$$M_{max} = 52.5 \text{ N}$$

- Cuando  $x = 0$

$$M = R1(x) - F(x - a)^1 + R2(x - l)^1$$

**Ecuación 14**

*Momento normal*

$$M = 0 - 500(0 - 0.35)^1 + 350(0 - 0.5)^1$$

$$M = 0$$

- Cuando  $x = 0.35$

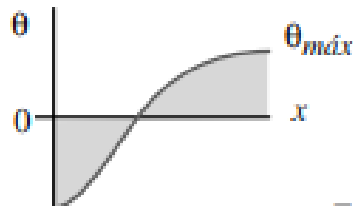
$$M = -100(0.35) - 500(0.35 - 0.35)^1 + 350(0.35 - 0.5)^1$$

$$M = -87.5 \text{ Nm}$$

#### 3.6.4. Cálculo de la pendiente

**Figura 15**

*Diagrama de la pendiente*



*Nota.* El gráfico muestra el comportamiento de la pendiente presente en una viga simplemente apoyada con carga concentrada.

- Cuando  $x = 0$

$$\theta = \frac{F}{2EI} \left\{ \left(1 - \frac{a}{l}\right) x^2 - (x - a)^2 + \frac{a}{3l} (-a^2 + 3al - 2l^2) \right\}$$

**Ecuación 15***Pendiente*

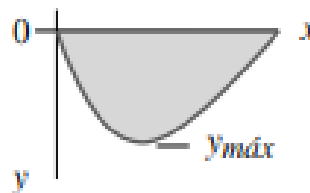
$$\theta = \frac{500}{2(2.06 \times 10^{11})(1.5 \times 10^{-8})} \left\{ \left( 1 - \frac{0.35}{0.5} \right) 0^2 - (0 - 0.35)^2 \right. \\ \left. + \frac{0.35}{3 * 0.5} (-0.35^2 + 3(0.35 * 0.5) - 2 * 0.5^2) \right\}$$

$$\theta = -0.011 \text{ Radianes}$$

- Cuando  $x = 0.35$

$$\theta = \frac{500}{2(2.06 \times 10^{11})(1.5 \times 10^{-8})} \left\{ \left( 1 - \frac{0.35}{0.5} \right) 0.35^2 - (0.35 - 0.35)^2 \right. \\ \left. + \frac{0.35}{3 * 0.5} (-0.35^2 + 3(0.35 * 0.5) - 2 * 0.5^2) \right\}$$

$$\theta = 1.12 \times 10^{-3} \text{ Radianes}$$

**3.6.5. Cálculo de la deflexión****Figura 16***Diagrama de la deflexión*

*Nota.* En el gráfico se aprecia el índice de deflexión presente en una viga simplemente apoyada con carga concentrada.

$$Y_{max} = \frac{F}{3EI} \left( 2a^3 - \frac{a^4}{l} - la^2 \right)$$

**Ecuación 16**

*Deflexión*

$$Y_{max} = \frac{500}{3(2.06 \times 10^{11})(1.5 \times 10^{-8})} \left( 2(0.35)^3 - \frac{0.35^4}{0.5} - (0.5 * 0.35^2) \right)$$

$$Y_{max} = 7.5 \times 10^{-3} \text{ m}$$

### **3.7. Simulación y análisis estructural del sistema de bloqueo antirrobo**

En este punto se va a realizar la simulación en programas CAD, permitiendo de esta forma evidenciar el comportamiento estructural del ensamble correspondiente al actuador lineal.

Como primer punto se tiene el análisis estructural en Solid Works de la viga que soportara el trabajo del actuador, en segunda instancia la simulación en Inventor de la parte mecánica del sistema antirrobo y por último la simulación em Live Wire del sistema de control.

#### **3.7.1. Sistema mecánico**

Este análisis se realizó basado en los cálculos anteriores, el cual se obtuvo datos de las propiedades mecánicas de los materiales que se ingresó en el programa

Solid Works, para así determinar el esfuerzo máximo, la deformación total y el factor de seguridad del diseño.

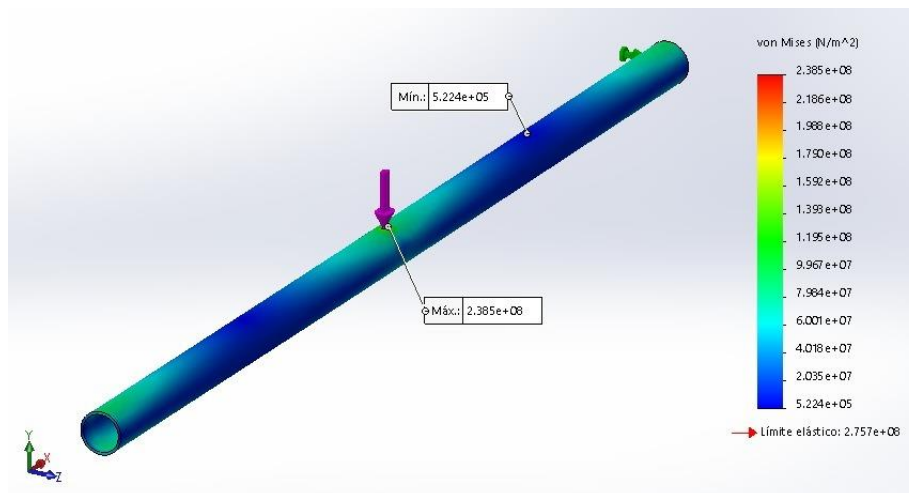
- **Análisis de esfuerzo máximo**

En la figura siguiente se observa los resultados obtenidos en el software SolidWorks después de haber realizado el análisis estático de la viga que soportara al actuador.

Aquí se observa que el esfuerzo máximo de Von Mises arroja un valor de  $2.385e+08$  N/m<sup>2</sup> como máximo y de  $5.224e+05$  N/m<sup>2</sup> como mínimo. Este valor no supera el esfuerzo último a fluencia del material de  $2.757e+08$  N/m<sup>2</sup>.

### Figura 17

#### *Análisis de esfuerzo máximo*



*Nota.* En la figura se muestra los resultados obtenidos para el análisis de esfuerzo máximo de Von Mises.

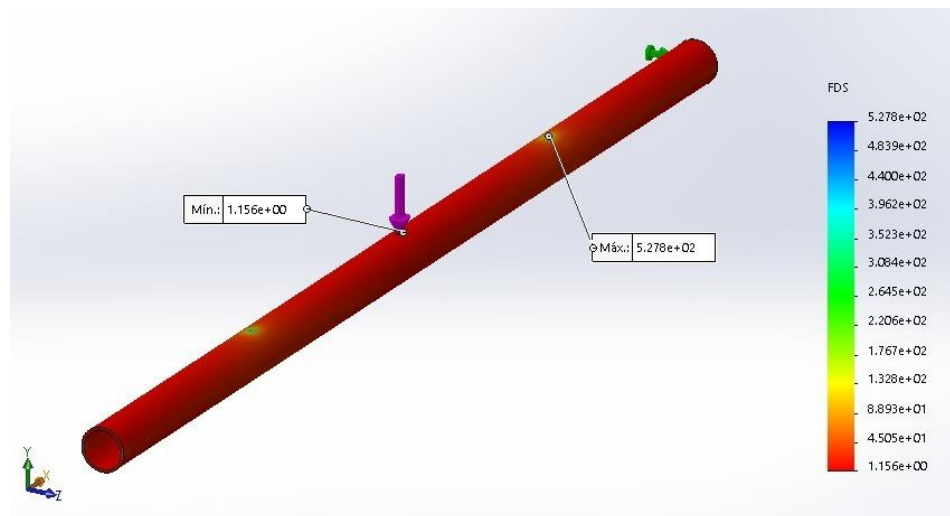
A continuación, se evidencia los factores de seguridad obtenidos en la comparación del esfuerzo máximo de Von Mises y el esfuerzo último de fluencia.

- **Factor de seguridad**

En la figura a continuación se resalta los puntos críticos donde la estructura será más resistente o tienda para fallar, siendo el máximo cerca de los extremos de la viga en donde resulta  $5.272e+02$  y como punto mínimo tenemos la parte central de la viga que soporta al actuador lineal de 1.156.

### Figura 18

#### *Análisis del factor de seguridad*



*Nota.* En la figura se muestra los resultados obtenidos para el análisis del factor de seguridad.

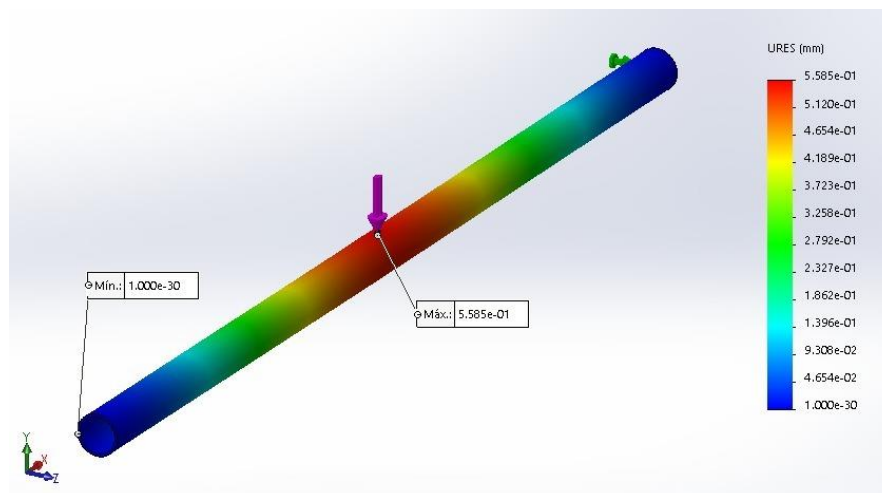


- **Deformación máxima**

La figura siguiente muestra la deformación máxima en la viga con un valor máximo de  $5.585e-01$  mm, se obtuvo una deformación mínima en la parte de los extremos de la viga con un valor de  $1.000e-30$  mm, esto se debe a que el mayor esfuerzo se encuentra en el centro por efecto del trabajo de actuador lineal.

### Figura 19

#### *Análisis de deformación máxima*



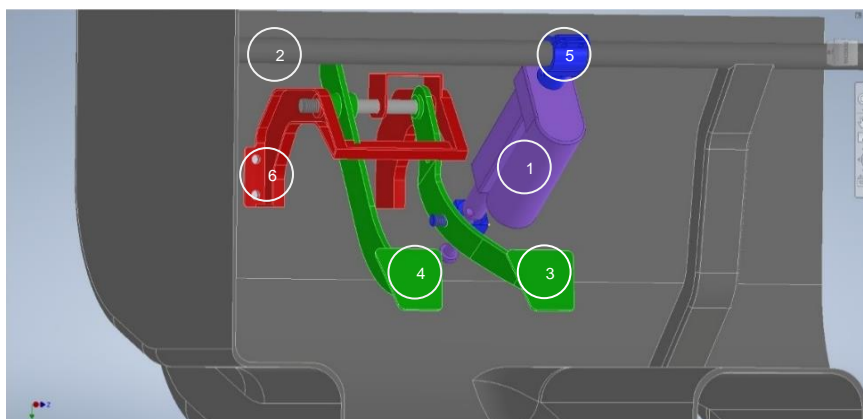
Nota. En la figura se muestra los resultados obtenidos para el análisis de la deformación máxima.

### **3.7.2. Simulación del sistema mecánico**

Cuando el vehículo se encuentra en movimiento, el sistema de bloqueo antirrobo se encuentra desactivado, por este motivo el pedal del sistema de frenos se encuentra en su posición inicial de funcionamiento con el actuador lineal retraído.

**Figura 20**

*Simulación del pedal de freno*



*Nota.* En el gráfico se muestra la posición del habitual del pedal de freno.

El pedal de freno tiene libre movimiento para así cumplir con su función de frenado cuando lo requiera el usuario ya que el sistema de bloqueo de freno no interfiere con el funcionamiento habitual del sistema de freno.

**Tabla 7**

*Tabla de descripción de componentes del sistema de bloqueo de frenos.*

<b>N. Componente</b>	<b>Descripción</b>
1	Actuador lineal
2	Viga de soporte.
3	Pedal de freno
4	Pedal de embrague
5	Base del actuador lineal
6	Base de pedales

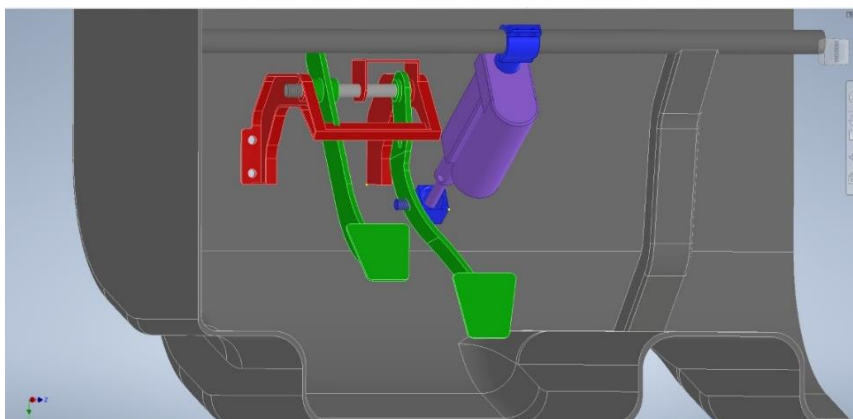
*Nota.* En la tabla se muestra los componentes que conforman el sistema de bloqueo de freno.

Todos los componentes que constituyen el sistema de bloqueo de freno son desmontables haciendo que sea más versátil su adaptación a diferentes configuraciones de habitáculos existentes.

Cuando el conductor considere prudente la activación del sistema lo realizara de manera sencilla puesto que el actuador lineal trabaja juntamente con los sensores presentes en el vehículo.

### Figura 21

*Simulación del funcionamiento del pedal de freno*



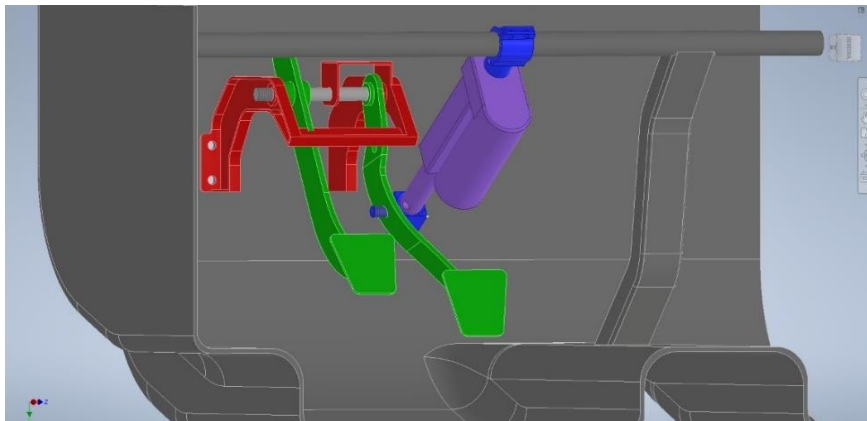
*Nota.* En el gráfico se muestra el funcionamiento normal de pedal de freno cuando el usuario está haciendo uso de este.

Gracias a que el actuador lineal se encuentra ubicado en una zona donde no entorpece el funcionamiento de ningún sistema del vehículo adyacente, el usuario no corre ningún riesgo cuando se encuentre conduciendo el vehículo.

Una vez que el usuario detiene el vehículo, el sistema de control lo detecta y acciona el sistema de bloqueo antirrobo immobilizando totalmente el automóvil.

### Figura 22

*Simulación del funcionamiento del actuador bloqueando el pedal del freno*



*Nota.* En el gráfico se muestra el funcionamiento del actuador al bloquear el pedal de freno.

Cuando el sistema es activado, el actuador acciona el embolo y este presiona el pedal del freno lo que imposibilita el movimiento del vehículo hasta que el usuario coloque el switch de encendido en la posición ON y sea detectada la tarjeta de desbloqueo.

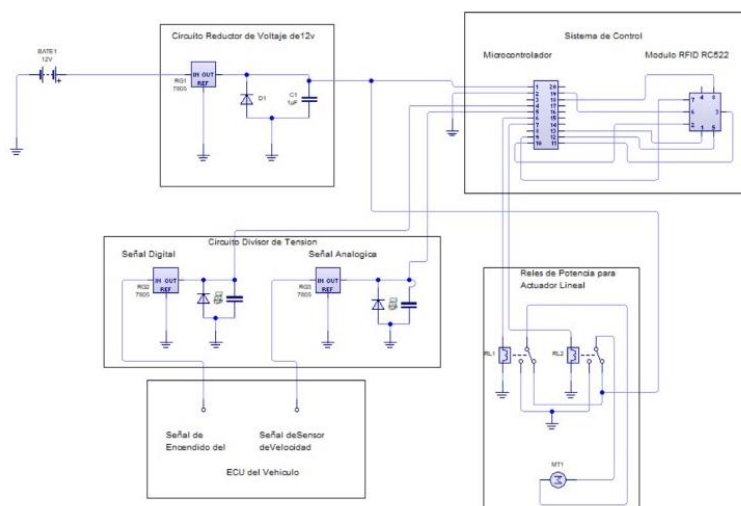
#### **a. Sistema electrónico de control.**

En la siguiente figura se visualiza el circuito electrónico que será parte del sistema de seguridad antirrobo en donde se observa que la batería del vehículo servirá

como fuente principal de alimentación de este sistema, además de enviar 12 V directamente al actuador lineal.

### Figura 23

#### *Sistema de seguridad antirrobo*



*Nota.* En el gráfico se muestra el funcionamiento del actuador al bloquear el pedal de freno.

El sistema está constituido por los siguientes subsistemas:

#### **b. Circuito reductor de voltaje de 12 V.**

El circuito reductor de voltaje permite alimentar el microcontrolador arduino con 5 V de corriente continua, el mismo que trabajará en sincronía con el módulo RFID para accionar el actuador lineal que bloqueará al sistema de frenos del vehículo.

Para el cálculo de voltaje y corriente de polarización se van a utilizar los valores que se logró obtener en los catálogos que nos facilitan los fabricantes de los diferentes elementos electrónicos utilizados.

**Tabla 8**

*Tabla de descripción de componentes del sistema de bloqueo de frenos.*

Integrado	Voltaje	Osciloscopio	Numero de pines	Corriente
ATMEGA 328P	5v	4MHz	28	46 mA
RFID RC522	3.3 v	13.56 MHz	7	13 mA
MÓDULO RELE	5v	-----	6	90 mA

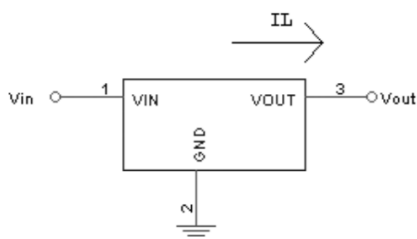
*Nota.* En la tabla se muestra los componentes que conforman el sistema de bloqueo de freno.

### ***Disipacion de potencia en el regulador LM7805.***

Al empezar el funcionamiento el regulado eleva su temperatura, esto debido a que un porcentaje de la potencia utilizada en el rectificador es disipada en el regulador. Esta potencia disipada varia en funcion de la corriente que se este suministrando a la carga y de la caida de tension que exista en el regulador.

**Figura 24**

*Diagrama de funcionamiento del circuito integrado LM7805*



*Nota.* En el gráfico se muestra el funcionamiento del circuito integrado LM7805.

En la figura se visualiza el regulador en funcionamiento. La corriente que proporciona a la carga es  $I_L$ . Hay que tener presente que para un correcto funcionamiento del regulador la tensión de entrada  $V_{in}$  tiene que ser mayor que la tensión de salida  $V_{out}$ . Por consiguiente  $I_L$  está definido como:

$$I_L = I_A + I_R + I_M$$

$$I_L = 46mA + 13mA + 180mA$$

$$I_L = 236mA$$

La caída de tensión es:

$$V_r = V_{in} - V_{out}$$

$$V_r = 12v - 5v$$

$$V_r = 7v$$

Con estos datos obtenidos podemos calcular la potencia disipada:

$$PD = V_r * I_L$$

$$PD = 12v * 236mA$$

$$PD = 1.652W$$

Los reguladores son capaces de disipar una potencia de 2 o 3 W como máximo.

**c. Circuito regulador de tensión.**

Para la lectura de la señal analógica y digital se utiliza un divisor de tensión que permite disminuir el voltaje de 12 V proveniente del switch de encendido a 5 V evitando así que el microcontrolador arduino sufra problemas de funcionamiento.

**d. Arduino.**

Este microcontrolador recibe una señal de 5 V que indica que el motor del vehículo se encuentra encendido y una alimentación de 12 V que es reducida a 5 V por el regulador de voltaje, con las que podrá enviar los parámetros de operación previamente programados, tanto al módulo RFID RC522 como al módulo relé.

**e. Módulo RFID RC522.**

El módulo RFID trabaja con un voltaje de 3.3V que llegan desde el arduino. Este lee el código único de la TAG y lo envía al arduino para que mediante el procesamiento de datos se ejecute el trabajo del actuador lineal.

**f. Módulo Relé.**

Para el funcionamiento de actuador lineal se utiliza un módulo relé que permiten controlar un alto consumo de corriente proveniente de la batería.



**g. Actuador Lineal SOVik.**

Para la ejecución del proceso de bloqueo recibe una señal desde el microcontrolador cuando este detecte que el switch está en la posición de apagado, imposibilitando totalmente el movimiento del vehículo.

Mientras que para el proceso de desbloqueo necesita recibir una señal digital que indica que el motor se encuentra encendido y una señal de verificación del código único de la TAG.

## CAPÍTULO IV

### 4. Construcción e implementación del sistema

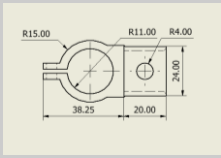
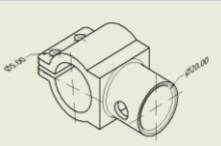
El objetivo de la presente capítulo es construir las bases que sujetaran al actuador en el habitáculo, así como al pedal de freno para obtener un diseño correcto del sistema de seguridad antirrobo.

#### 4.1. Construcción del sistema de mecánico

Para el proceso de construcción de una base y embolo para actuador lineal se plasmó una hoja de procesos en donde están detallados los parámetros de mecanizado, la operación, material que se va a utilizar y el tiempo en que se efectuara la manufactura de cada elemento.

**Tabla 9**

*Hoja de procesos base actuador lineal, embolo actuador lineal*

Nº 1		HOJA DE PROCESO					
ELEMENTO(S): BASE ACTUADOR LINEAL, EMBOLO ACTUADOR LINEAL		DENOMINACIÓN: Construcción		OBSERVACIONES			
RESPONSABLES		Edison Villamarin					
CANTIDAD		1					
TIEMPO ESTIMADO: 6 horas		MATERIAL: Eje y placa de acero ASTM A36					
TIEMPO REAL: 7 horas		TRATAMIENTO TÉRMICO: Ninguno		Base que acopla el actuador lineal a la biga del habitáculo del vehículo.			
Nº	PIEZAS	FASE	OPERACIÓN	CROQUIS	PARÁMETROS DE MECANIZADO	HERRAMIENTAS E.P.M	TIEMPO (h)
1	BASE ACTUADOR LINEAL.	TORNADO	REFRENTADO TALADRADO		REFRENTADO: 500 RPM 10cm/min TALADRADO: 300RPM 6 cm/min	TORNADO MARGA	2
		TORNADO	TALADRADO		TALADRADO: 300RPM 6 cm/min	TORREFUR	1

2	EMBOLO ACTUADOR LINEAL	TORNO	REFRENTADO		REFRENTADO: 500 RPM 10cm/min	TOR REF BUR	M A G A G U	2
		TORNO	TALADRADO		TALADRADO: 300RPM 6 cm/min	F R T R R E F B U R	M A G A G U	1
DESIGNACIÓN DE CODIGO A HERRAMIENTAS		UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS ESPE – LATACUNGA DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ						
TOR: TORNO REF: REFRIGERA NTE BUR: BURIL AM : AM OLA DORA TR:TRONZA DORA BA:BAROLA DORA M A:M ANDIL GA :GA FAS GU:GUANTES E.P.P: EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL E.P.M : EQUIPO DE PROCESOS DE MANUFACTURA		PROYECTO DE TITULACIÓN: Análisis de un sistema de seguridad vehicular antirrobo, mediante un sistema de bloqueo aplicado a los pedales del vehículo LUGAR Y FECHA: PUYO, 4 DE MARZO DEL 2021 REALIZADO POR: Villamarín Edison FECHA: 04/03/2021 REVISADO POR: ING. TORRES FECHA: 04/03/2021 MASA TOTAL: SOLDADURA: SM AW APROBADO						

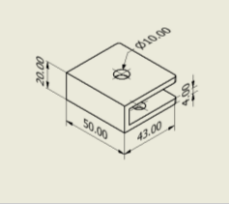
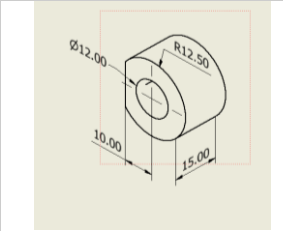
Nota. En la tabla se muestra los procesos de mecanizados que se realizaron para la obtención del componente requerido: base actuador lineal, embolo actuador lineal.

De la misma manera el proceso de construcción de una base y corredera para actuador lineal se plasmó una hoja de procesos en donde están detallados los parámetros de mecanizado, la operación, material que se va a utilizar y el tiempo en que se efectuara la manufactura de estos elementos.

Tabla 10

Hoja de procesos base actuador lineal para el pedal de freno

Nº 2		HOJA DE PROCESO					
ELEMENTO(S): BASE ACTUADOR LINEAL PARA EL PEDAL DE FRENO, CORREDERA		DENOMINACIÓN: Construcción					
RESPONSABLES Edison Villamarin		OBSERVACIONES					
CANTIDAD 1		MATERIAL: Eje y placa de acero ASTM A36					
TIEMPO ESTIMADO: 6 horas		Tratamiento Térmico: Ninguno					
TIEMPO REAL: 7 horas		Base que acopla el actuador lineal al pedal de freno del vehículo.					
Nº	PIEZAS	FASE	OPERACIÓN	CROQUIS	PARÁMETROS DE MECANIZADO	HERRAMIENTAS E.P.M	TIEMPO (h)


1	BASE ACTUADOR LINEAL PARA EL PEDAL DE FRENO	FRESADO		FRESADO: 500 RPM 10cm/min	FRESEABUR	MAGAGU	2
2	CORREDERA	TORNADO REFRENTADO TALADRADO		TALADRADO: 300RPM 6 cm/min REFRENTADO: 500 RPM 10cm/min	TORREBUR	MAGAGU	2
DESIGNACIÓN DE CODIGO A HERRAMIENTAS		UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS ESPE – LATACUNGA DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ					
TOR: TORNO REF: REFRIGERANTE BUR: BURIL AM : AMOLA DORA TR: TRONZA DORA BA: BAROLA DORA M A: MANDIL GA: GA FAS GU: GUANTES E.P.P.: EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL E.P.M.: EQUIPO DE PROCESOS DE MANUFACTURA		PROYECTO DE TITULACIÓN: Análisis de un sistema de seguridad vehicular antirrobo, mediante un sistema de bloqueo aplicado a los pedales del vehículo LUGAR Y FECHA REALIZADO POR: PUYO, 5 DE MARZO DEL 2021 Villamarín Edison FECHA: 05/03/2021 MASA TOTAL: SOLDADURA: SM AW REVISADO POR: ING. TORRES FECHA: 05/03/2021 APROBADO					



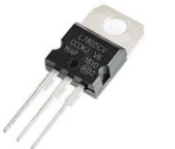




*Nota.* En la tabla se muestra los procesos de mecanizados que se realizaron para la obtención del componente requerido: base actuador lineal para el pedal de freno.

## 4.2. Construcción del sistema electrónico de control

**Tabla 11**

*Hoja de componentes eléctricos del sistema de control*

HOJA DE COMPONENTES ELECTRICOS						
Nº 1						
ELEMENTO(S):	RESPONSABLES			DENOMINACIÓN: Construcción		OBSERVACIONES
	Edison Villamarín			MATERIAL: No especificado.		
CANTIDAD	1			NINGUNO		Ninguna
TIEMPO ESTIMADO: 6 horas				TRATAMIENTO TÉRMICO:		
TIEMPO REAL: 7 horas				NINGUNO		
Nº	ELEMENTO	CANTIDAD	Grafico	DIMENSIONES	CARACTERÍSTICAS	
1	ARDUINO UNO	1		50X75X10 mm	5v dc alimentación	

2	Módulo RFID	1		40X60X5 mm	3.3 v dc alimentación
3	Módulo relé 5v	2		25X35X18 mm	5v dc alimentación 250 v, 10 A
4	LM7805	2		-----	5.5 v a 30 v de ingreso 5v de salida
5	Capacitor E.	2		-----	100 uf 50v dc
6	Bornera	4		-----	5 a 10 Amperios
7	Terminal Redondo	4		-----	5 a 10 Amperios
8	Caja para componentes electrónicos.	1		70X180X40	Material aislante.
DESIGNACIÓN DE CODIGO A HERRAMIENTAS		UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS ESPE – LATACUNGA DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ			
V voltaje DC corriente continua A amperios mm milímetros uf micro faradios		PROYECTO DE TITULACIÓN	Análisis de un sistema de seguridad vehicular antirrobo, mediante un sistema de bloqueo aplicado a los pedales del vehículo		
		LUGAR Y FECHA REALIZADO POR:	Villamarin Edison	PUYO, 08 DE MARZO DEL 2021	FECHA: 08/03/2021
		REVISADO POR:	ING. TORRES	FECHA:	08/03/2021

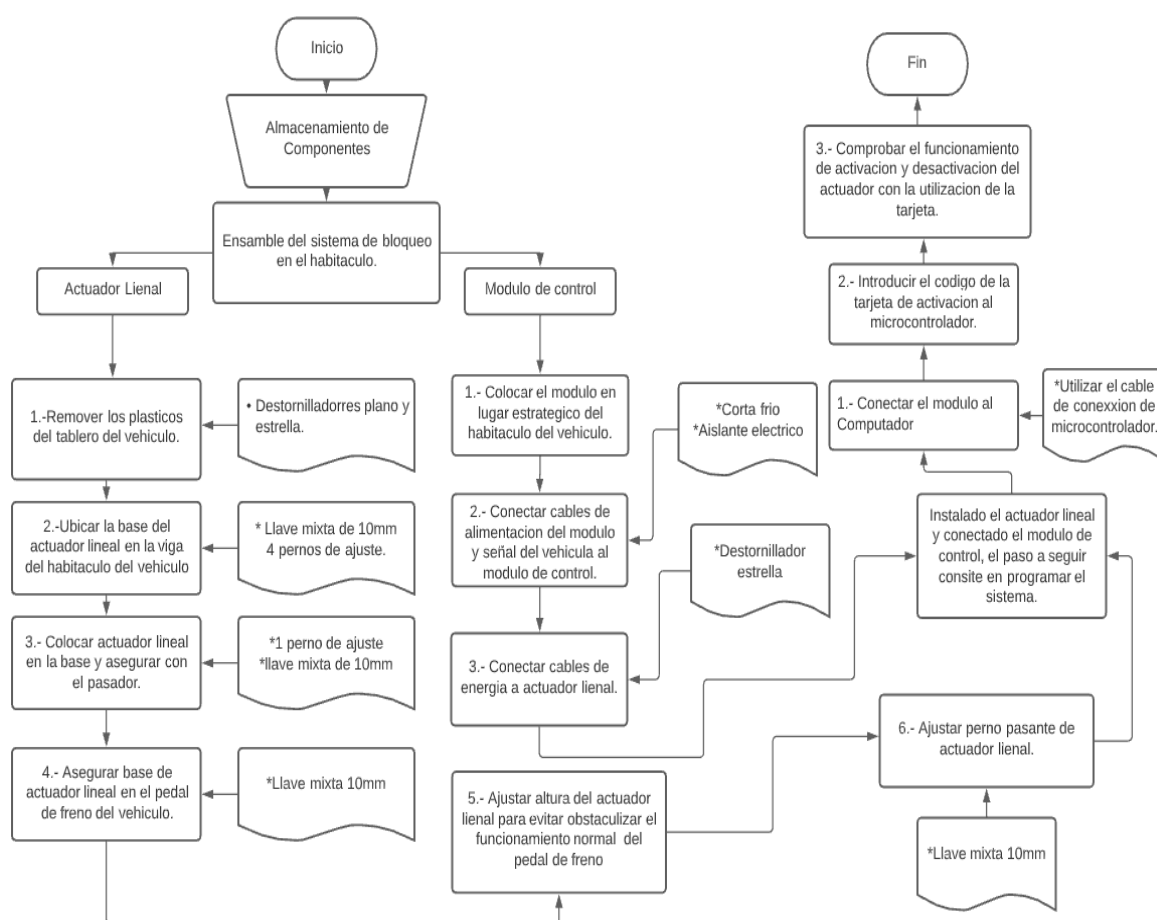
*Nota.* En la tabla se muestra los diferentes componentes eléctricos necesarios para la construcción del sistema electrónico de control.

### 4.3. Montaje de los sistemas mecánico y de control en el vehículo

Para el montaje del sistema vehicular antirrobo en el vehículo se realizó el flujograma de la imagen donde se especifica el respectivo proceso, herramientas y componentes que se utilizaron para el correcto montaje de este sistema.

**Figura 25**

*Diagrama de flujo del montaje del sistema de bloqueo de frenos*



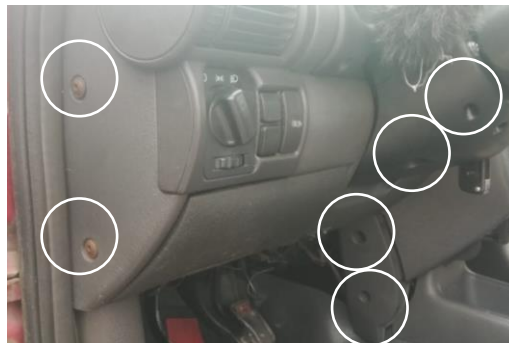
*Nota.* En el gráfico se muestra el proceso a seguir para la instalación del sistema mecánico y electrónico del sistema de bloqueo de frenos.

#### 4.3.1. Paso 1

Para la implementación del actuador lineal en la viga del habitáculo así como en el pedal del sistema de frenos, se verifican los elementos que conforma el sistema mecánico. Se procede a desmontar los protectores y plásticos que cubren la viga en el habitáculo en donde se va a colocar el actuador lineal.

#### Figura 26

*Habitáculo del vehículo*



*Nota.* En el gráfico se muestran los diferentes pernos que se debe desmontar para tener acceso a la viga que se utilizara como soporte para el actuador lineal.

#### 4.3.2. Paso 2

Se procede a colocar la base del actuador lineal en la viga de apoyo, colocando y apretando los 4 pernos M6 x 1.25 que aseguran la base a la viga de apoyo. A continuación se asegura el actuador lineal a la base utilizando el respectivo perno pasante M6 x 1.25.

**Figura 27***Base superior del actuador lineal*

*Nota.* En el gráfico se muestra la base del actuador lineal colocada en la viga de apoyo.

Se ubica la segunda base del actuador lineal y la colocamos en el pedal del del sistema de frenos, tomando en consideración, no obstaculizar el movimiento normal del pedal. Utilizamos los 2 pernos M6 x 1 para fijar la base al pedal de freno.

**Figura 28***Base inferior del actuador lineal*

*Nota.* En el gráfico se muestra la base inferior del actuador lineal sujeta en el pedal de freno.



### 4.3.3. Paso 3

Una vez colocada la base que sitúa al actuador lineal en el pedal del sistema de frenos, se ubica el eje en la corredera donde posteriormente se acoplara el actuador lineal.

### Figura 29

*Eje del actuador lineal*



*Nota.* En el gráfico se muestra al eje del actuador lineal colocado en la corredera de la base inferior.

### 4.3.4. Paso 4

Se procede a la instalación del actuador lineal en las dos bases destinadas para esto junto con los pernos pasantes M6 x 1.25, colocándolo en el lugar donde realizara su trabajo de tal manera que no afecte el libre funcionamiento del pedal de freno.

**Figura 30**

*Ubicación del actuador lineal*



*Nota.* En el gráfico se muestra el actuador lineal colocado en sus respectivas bases de apoyo.

**4.3.5. Paso 5**

Se arma el módulo de control en su respectiva caja plástica especialmente diseñada para contener estos circuitos electrónicos, ubicándolos de una manera que facilite la conexión entre ellos.

**Figura 31**

*Módulo de control*



*Nota.* En el gráfico se muestra el módulo de control correctamente ubicado para proceder a armarlo en su caja.

#### **4.3.6. Paso 6**

Para la implementación de módulo de control en el habitáculo del vehículo se procede a determinar el lugar idóneo de acuerdo con el modelo del vehículo y se lo sujeta con tornillos auto perforantes logrando de esta manera que el usuario tenga un fácil acceso a este.

#### **Figura 32**

*Ubicación del módulo de control*



*Nota.* En el gráfico se muestra la ubicación adecuada que se determinó para el módulo de control.

#### **4.3.7. Paso 7**

Para la conectar los cables de alimentación con 12v dc, para el funcionamiento del módulo de control se puede realizar de dos maneras, conectando directamente con un cable al positivo de la batería o a su vez conectar a un cable con 12v dc ubicado en la caja de fusibles del vehículo.

**Figura 33**

*Conexión del módulo de control a la batería*



*Nota.* En el gráfico se muestra la conexión directa de la batería al módulo de control.

**4.3.8. Paso 8**

Para la conexión del cable de señal que indica el estado del vehículo se procede a ubicar el conector que ingresa a la caja de fusibles con 12v dc, al momento de poner la llave del SWICH en la posición de ON. Se conecta el cable de color rojo que sale del módulo de control al conector seleccionado.

**Figura 34**

*Señal de encendido 12 V*



*Nota.* En el gráfico se muestra el voltaje proveniente del switch en la posición de encendido.



## CAPÍTULO V

### 5. Pruebas y funcionamiento del sistema de seguridad vehicular antirrobo

#### 5.1. Resultados obtenidos de pruebas de consumo de corriente

Los diferentes componentes que conforman el circuito de control de la activación del sistema de bloqueo de frenos necesitan un voltaje de alimentación y consumo de corriente acorde a la función que desempeña en el circuito.

**Tabla 12**

*Voltajes de operación de los componentes electrónicos*

N°-	Componente	Voltaje de alimentación (Volt)	Voltaje de activación (Volt)	Consumo de corriente (Amp)
1	Arduino UNO	5	5.3	46 mA
2	Módulo RFID	3.3	3.3	13mA
3	Módulo relé 5v	5	5.1	90 mA
5	Actuador lineal	12	11.8	3 A

*Nota.* En la tabla se describe los diferentes componentes del sistema electrónico de control y los voltajes de operación de cada uno de ellos.

Cada uno de los componentes electrónicos que forman parte del sistema de control tiene un consumo de corriente en particular, teniendo esto en cuenta se puede apreciar que el actuador lineal es el componente que más corriente requiere ya que por la función a la que está destinada es la que mayor energía demanda en comparación a los demás componentes del circuito.

## 5.2. Resultados obtenidos de pruebas de periodos de operación

Para la obtención de los datos, el procesamiento de la información y el envío de la señal al actuador es necesario un cierto periodo de tiempo para cada uno de estos procesos, estos lapsos de tiempo pueden variar dependiendo de la información que procesen y la función que ejecuten.

**Tabla 13**

*Periodos de operación de los componentes electrónicos*

N°-	Componente	Tiempo de activación (seg)	Tiempo de desactivación (seg)
1	Actuador lineal	3.5	3.5
2	Módulo RFID	0.1	0.1
3	Arduino UNO	0.1	0.1
4	Módulo relé 5v	0.3	0.3

*Nota.* En la tabla se describe los diferentes componentes del sistema electrónico de control y los periodos de tiempo para la operación de cada uno de ellos.

En los componentes que están destinados a la recepción de señal y el procesamiento de esta información se puede notar que el tiempo de ejecución de estos es una fracción de segundo puesto que su capacidad de interpretación de datos es más que aceptable, no obstante el actuador es el componente que mayor tiempo requiere debido a la operación que está destinado a llevar a cabo.

### 5.3. Resultados obtenidos de pruebas de alcance de operación

Para que este circuito funcione apropiadamente, tenga un método de activación y desactivación adecuado y que solo sea de uso del conductor, fue necesaria la implementación de un sistema de reconocimiento que se lleva a cabo mediante una tarjeta de identificación y un módulo de reconocimiento, los cuales trabajando en conjunto realizaran el proceso de bloqueo y desbloqueo para la activación del actuador.

**Tabla 14**

*Alcance de operación de los componentes electrónicos*

N°-	Componente	Alcance máximo de señal (m)	Distancia mínima de activación (m)	Distancia de activación recomendada (m)
1	Módulo RFID	0.15	0.01	0.05-0.1
2	Tarjeta de activación	0.15	0.01	0.05-0.1

*Nota.* En la tabla se describe los diferentes componentes eléctricos del sistema electrónico de control y los alcances de operación de cada uno de ellos.

Debido a que estos componentes trabajan en conjunto, es lógico que los resultados obtenidos de la distancia de activación y desactivación sean similares pero si se desea obtener una correcta interpretación de la señal emitida por la tarjeta y que el módulo la reconozca apropiadamente es necesaria una distancia recomendada de activación, de esta manera se garantiza que el proceso se lleve a cabo con total eficacia.



## CAPÍTULO VI

### 6. Marco administrativo

#### 6.1. Recursos

El análisis y estudio planteados en la presente tesis establece objetivos y metas a cumplir, para lo cual se requiere de diferentes recursos como: humanos, tecnológicos y materiales, con el fin de que el proyecto se desarrolle normalmente.

##### 6.1.1. Recursos humanos

El recurso humano para el desarrollo del proyecto es el siguiente:

**Tabla 15**

*Recurso humanos*

Ord.	Descripción	Función
1	Ing. Guido Torres	Especialista en diseño de elementos
2	Edison Villamarin	Investigador

*Nota.* En esta tabla se pueden observar el recurso humano indispensable para el desarrollo del proyecto de titulación.

##### 6.1.2. Recursos tecnológicos

Para la realización de cada una de las etapas del proyecto se hizo uso de diferentes recursos tecnológicos como son: Softwares Microsoft Word, Inventor, Arduino y Live Wire, además computador, internet, celular.

Los mismos que permitieron el ingreso y procesamiento de toda la información adquirida en el estudio del sistema de seguridad por bloqueo del pedal de freno del automóvil.

### 6.1.3. Recursos materiales

Estos recursos tuvieron un papel importante para la culminación del proyecto ya que ayudaron a despejar diferentes dudas que fueron presentado en el transcurso de la investigación.

### 6.1.4. Presupuesto

El costo total del proyecto es auto financiado por los investigadores, y su valor es de 726,00 USD.

**Tabla 16**

*Presupuesto*

Detalle	Cantidad	Valor unitario (USD)	Valor total (USD)
<b>Suministros</b>			
Formatos	100	0.50	50
Fotocopias	3000	0.02	60
Gastos de movilización	10	10	100
Imprevistos	1	250	250
<b>Equipos</b>			
Alquiler torno	1	40	40
Actuador lineal	1	103	103
Arduino	1	18	18
Módulo RCFID	1	12	12

<b>Detalle</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor unitario (USD)</b>	<b>Valor total (USD)</b>
Módulo Relé 10A	2	5	10
Eje de Acero AISI 1040	1	8	8
Materiales	10	5	50
Cable	10	0.50	5
Caja de plastico	1	20	20
<b>SUMA TOTAL</b>			<b>726</b>

*Nota.* En esta tabla se puede observar el desglose de los diferentes costos del

presupuesto necesario para realizar este proyecto.

### Conclusiones

- Se diseñó el sistema de bloqueo para el pedal de accionamiento del sistema de freno, el mismo que después de las pruebas realizadas permite elevar el sistema de seguridad antirrobo del vehículo.
- Con la utilización de un actuador lineal que nos permite aplicar 47Kgf, se implementó un sistema de bloqueo regulado que actúan sobre las ruedas del vehículo, esto se logra con la activación del sistema mediante el uso de sistema de control del dispositivo, mismo que pone en marcha cuando se apaga el vehículo y se desactiva cuando se enciende el automotor.
- Para la implementación del sistema antirrobo se diseñó un módulo de control con los siguientes componentes electrónicos: Microcontrolador con una placa Arduino uno, módulo relé y regulador LM7805.
- Se implementó un sistema de activación remota para lo cual se empleó un módulo RFID RC 522, el mismo que permite la activación de los otros componentes del sistema antirrobo mediante el uso de radiofrecuencias.
- Se analizó el sistema de seguridad vehicular determinándose que los sistemas de seguridad que viene incorporado en el vehículo no son suficientes, por lo que se diseñó e implementó un sistema de seguridad adicional, mismo que aplicado al pedal de sistemas de frenos permite incrementar significativamente los niveles de seguridad antirrobo del vehículo.
- Para controlar el alto consumo de corriente se construyó un módulo relé, mismo que permite la activación y desactivación del actuador lineal.

## Recomendaciones

- A los usuarios se recomienda siempre implementar un sistema de seguridad adicional que permita garantizar la seguridad de su inversión, ya que los sistemas de seguridad que incorpora los vehículos por defecto son altamente vulnerables.
- Se recomienda continuar con esta línea de investigación respecto del uso de sistemas de seguridad basados en radiofrecuencias, ya que esto permitirá desarrollar más y mejores sistemas antirrobo de los vehículos.
- Con base en las pruebas realizadas, se recomienda la implementación de este sistema antirrobo, pues ha demostrado ser altamente confiable.

## Bibliografía

- Arduino, A. (18 de Diciembre de 2016). *Aprendiendo Arduino*. Obtenido de <https://aprendiendoarduino.wordpress.com/2016/12/18/sensores-y-actuadores/>. Recuperado 15 de febrero de 2021
- Bonnet, A. (2013). *RECONODOR AUTOMÁTICO DE COMANDOS POR MEDIO DEL HABLA PARA LAS FUNCIONES DE UN AUTOMOVIL*. México, D.F: J.G. Dicionario Actual. (1 de Enero de 2019). *Diccionario Actual*. Obtenido de Dicionario Actual Web Site: <https://diccionarioactual.com/pedal-de-freno/#example>. Recuperado 08 de marzo de 2021
- Domingues, O. (2015). *CONSTRUCCIÓN DE UN MÓDULO DE ENCENDIDO DE UN MOTOR MEDIANTE COMANDOS DE VOZ PARA EL LABORATORIO DE ELECTRICIDAD Y ELECTRÓNICA DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA*. Riobamba.
- Herrador, R. E. (2009). En R. E. Herrador, *Guía de Usuario de Arduino* (pág. 9). Buenos Aires.
- INTERPOL. (29 de 11 de 2019). *INTERPOL*. Obtenido de INTERPOL: <https://www.interpol.int/es/Delitos/Delincuencia-relacionada-con-los-vehiculos>. Recuperado 12 febrero de 2021
- Llamas, L. (9 de Agosto de 2016). *Luis Llamas*. Obtenido de Luis Llamas Web Site: <https://www.luisllamas.es/tipos-actuadores-lineales-proyectos-arduino/>. Recuperado 08 de marzo de 2021

- Narayan, R. (31 de Enero de 2017). *Instructables*. Obtenido de Instructables Web site:  
<https://www.instructables.com/Access-Control-Using-RFIDRC522-and-Atmega32-MCU/>. Recuperado 08 de marzo de 2021
- Naylamp Mechatronics. (1 de Marzo de 217). *Naylamp Mechatronics*. Obtenido de Naylamp Mechatronics Web Site:  
[https://naylampmechatronics.com/blog/22\\_tutorial-modulo-lector-rfid-rc522.html](https://naylampmechatronics.com/blog/22_tutorial-modulo-lector-rfid-rc522.html).  
Recuperado 08 de marzo de 2021
- Policia Judicial. (28 de 12 de 2019). *Policia Judicial*. Obtenido de Policia Judicial:  
<https://www.policiaecuador.gob.ec/dnpj/>. Recuperado 01 de marzo de 2021
- Puente, E. (2005). *Diseño y construcción de un sistema de seguridad y anti-arranque a través de una tarjeta de reconocimiento a corta distancia*. Latacunga.
- Savasgard, E. (2014). ARDUINO 101 BEGINNERS GUIDE. En E. Savasgard, *ARDUINO 101 BEGINNERS GUIDE* (pág. 7).
- Tórres, P. (2014). *DISEÑO DE UN SISTEMA DE ENCENDIDO AUTOMATICO E INMOVILIZADOR PARA UN VEHICULO ESTÁNDAR, POR MEDIO DE LA ADAPTACION DE UN DISPOSITIVO LECTOR DE HUELLAS DIGITALES*. Riobamba.

# **ANEXOS**