



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE MECÁNICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

**“IMPLEMENTACIÓN DE LA QUINTA RUEDA ÓPTICA PARA LA  
VALIDACIÓN DEL REQUISITO ESTABLECIDO EN EL INCISO  
5.2 DE LA NTE 1668 MEDIANTE LA REALIZACIÓN DEL  
ENSAYO DE ACELERACIÓN EN PLANO PARA LA CARRERA  
DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ”.**

**LEÓN MOLINA CRISTIAN PAUL**  
**GALLEGOS ROBALINO LUIS EDUARDO**

**TRABAJO DE TITULACIÓN**  
**TIPO: PROYECTO TÉCNICO**

Previa a la obtención del Título de:  
**INGENIERO AUTOMOTRIZ**

**RIOBAMBA – ECUADOR**  
**2018**

**ESPOCH**

Facultad de Mecánica

---

**APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

---

2018-07-19

Yo recomiendo que el Trabajo de Titulación preparado por:

**LEÓN MOLINA CRISTIAN PAUL**

Titulado:

**“IMPLEMENTACIÓN DE LA QUINTA RUEDA ÓPTICA PARA LA  
VALIDACIÓN DEL REQUISITO ESTABLECIDO EN EL INCISO 5.2 DE LA  
NTE 1668 MEDIANTE LA REALIZACIÓN DEL ENSAYO DE ACELERACIÓN  
EN PLANO PARA LA CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ”.**

Sea aceptado como parcial complementación de los requerimientos para el Título de:

**INGENIERO AUTOMOTRIZ**

---

Ing. Carlos José Santillán Mariño

**DECANO FAC. DE MECÁNICA**

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

---

Ing. Luis Fernando Buenaño Moyano

**DIRECTOR**

---

Ing. Wilson Javier Villagrán Cáceres

**MIEMBRO**

**ESPOCH**

Facultad de Mecánica

---

**APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

---

2018-07-19

Yo recomiendo que el Trabajo de Titulación preparado por:

**GALLEGOS ROBALINO LUIS EDUARDO**

Titulado:

**“IMPLEMENTACIÓN DE LA QUINTA RUEDA ÓPTICA PARA LA  
VALIDACIÓN DEL REQUISITO ESTABLECIDO EN EL INCISO 5.2 DE LA  
NTE 1668 MEDIANTE LA REALIZACIÓN DEL ENSAYO DE ACELERACIÓN  
EN PLANO PARA LA CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ”.**

Sea aceptado como parcial complementación de los requerimientos para el Título de:

**INGENIERO AUTOMOTRIZ**

---

Ing. Carlos José Santillán Mariño

**DECANO FAC. DE MECÁNICA**

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

---

Ing. Luis Fernando Buenaño Moyano

**DIRECTOR**

---

Ing. Wilson Javier Villagrán Cáceres

**MIEMBRO**

---

## EXAMINACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

---

**NOMBRE DEL ESTUDIANTE:** LEÓN MOLINA CRISTIAN PAUL

**TRABAJO DE TITULACIÓN:** “IMPLEMENTACIÓN DE LA QUINTA RUEDA ÓPTICA PARA LA VALIDACIÓN DEL REQUISITO ESTABLECIDO EN EL INCISO 5.2 DE LA NTE 1668 MEDIANTE LA REALIZACIÓN DEL ENSAYO DE ACELERACIÓN EN PLANO PARA LA CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ”.

**Fecha de Examinación:** 2018-07-19

**RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:**

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Ing. José Francisco Pérez Fiallos <b>PRESIDENTE TRIB.DEFENSA</b>			
Ing. Luis Fernando Buenaño Moyano <b>DIRECTOR</b>			
Ing. Wilson Javier Villagrán Cáceres <b>MIEMBRO</b>			

\* Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total.

**RECOMENDACIONES:** \_\_\_\_\_

---

El Presidente del Tribunal certifica que las condiciones de la defensa se han cumplido.

---

Ing. José Francisco Pérez Fiallos  
**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

---

## EXAMINACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

---

**NOMBRE DEL ESTUDIANTE:** GALLEGOS ROBALINO LUIS EDUARDO

**TRABAJO DE TITULACIÓN:** “IMPLEMENTACIÓN DE LA QUINTA RUEDA ÓPTICA PARA LA VALIDACIÓN DEL REQUISITO ESTABLECIDO EN EL INCISO 5.2 DE LA NTE 1668 MEDIANTE LA REALIZACIÓN DEL ENSAYO DE ACELERACIÓN EN PLANO PARA LA CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ”.

**Fecha de Examinación:** 2018-07-19

**RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:**

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Ing. José Francisco Pérez Fiallos <b>PRESIDENTE TRIB.DEFENSA</b>			
Ing. Luis Fernando Buenaño Moyano <b>DIRECTOR</b>			
Ing. Wilson Javier Villagrán Cáceres <b>MIEMBRO</b>			

\* Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total.

**RECOMENDACIONES:** \_\_\_\_\_

---

El Presidente del Tribunal certifica que las condiciones de la defensa se han cumplido.

---

Ing. José Francisco Pérez Fiallos  
**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

## **DERECHOS DE AUTORÍA**

El Trabajo de Titulación que presentamos, es original y basado en el proceso de investigación y/o adaptación tecnológica establecido en la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. En tal virtud, los fundamentos teóricos-científicos y los resultados son de exclusiva responsabilidad de los autores. El patrimonio intelectual le pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

---

**Cristian Paul León Molina**

---

**Luis Eduardo Gallegos Robalino**

## **DECLARACION DE AUTENTICIDAD**

Nosotros, Cristian Paul León Molina y Luis Eduardo Gallegos Robalino, declaramos que el presente trabajo de titulación es de nuestra autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como autores, asumimos la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación.

---

**Cristian Paul León Molina**

Cedula de Identidad: 140043976-4

---

**Luis Eduardo Gallegos Robalino**

Cedula de Identidad: 060459704-7

## **DEDICATORIA**

Dedico este logro obtenido, primeramente, a Dios quien me ha dado la decisión, fortaleza, perseverancia y tenacidad para poder cumplir un paso más en mi vida.

A mis padres, Luis León y Martha Molina quienes han sido un apoyo fundamental y esencial en el transcurso de esta etapa académica y a lo largo de mi vida, que me hay ayudado tanto económica como moralmente, que siempre me han apoyado y me han ayudado en todos los problemas que han surgido en toda esta etapa, a mis hermanos Jessica y Luis quienes siempre me han aconsejado y apoyado y siempre han estado presentes en esta etapa tan importante de mi vida.

Y finalmente dedico este trabajo a todos los profesores que a lo largo de mi formación universitaria han sabido transmitir sus conocimientos tanto en el campo académico como en sus experiencias de vida que me han ayudado a reflexionar muchas veces y corregir mis acciones y decisiones.

**Cristian Paul León Molina**

A Dios por haberme permitido llegar hasta este punto de mi vida académica y por haberme brindado salud, sabiduría, constancia y perseverancia para lograr cada uno de mis objetivos.

A mi familia y amigos, principalmente a mis padres Luis Gallegos y Norma Robalino que han sido un pilar fundamental en mi formación como profesional, por brindarme confianza, consejos, oportunidad y recursos para lograrlo.

**Luis Eduardo Gallegos Robalino**



## **AGRADECIMIENTO**

Primeramente, agradezco a Dios por darme una gran fortaleza que me ayudo a cumplir con esta tan anhelada meta, a mis padres Humberto León y Martha Molina, a mis hermanos Jessica León y Luis León quienes siempre han confiado en mí y me han apoyado a lo largo de toda mi formación académica y jamás me han dejado solo.

A la prestigiosa institución Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, especialmente a la Carrera de Ingeniería Automotriz la cual me ha acogido y en la cual he adquirido tanto conocimientos teóricos como técnicos y en especial me ha enseñado valores éticos y morales que me han ayudado a ser una mejor persona y en la cual he conocido a muy buenos amigos.

Finalmente agradezco a todos los docentes que a lo largo de toda mi formación académica han sabido impartir sus conocimientos y enseñarnos tanto académicamente como personalmente y principalmente agradezco al Ing. Luis Buenaño y al Ing. Javier Villagrán quienes han sido una guía durante la realización del presente trabajo.

**Cristian Paul León Molina**

Agradezco a Dios quien ha forjado mi camino y me ha guiado por el sendero correcto, a mi padre Luis Gallegos por haberme transmitido desde pequeño el gusto y pasión por los autos, a mi madre Norma Robalino por haberme inculcado valores y principios que me servirán en el transcurso de toda mi vida profesional, a mis amigos quienes arrimaron el hombro día a día en el aula de clases para cumplir en conjunto este sueño.

A mi querida universidad la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, especialmente a la Carrera de Ingeniería Automotriz por haberme formado como profesional en la rama que tanto me apasiona.

**Luis Eduardo Gallegos Robalino**

## CONTENIDO

### CAPITULO I

<b>1.</b>	<b>GENERALIDADES</b> .....	<b>1</b>
1.1	Antecedentes.....	1
1.2	Planteamiento del problema.....	1
1.3	Justificación.....	2
1.3.1	<i>Justificación teórica</i> .....	2
1.3.1	<i>Justificación metodológica</i> .....	2
1.3.2	<i>Justificación práctica</i> .....	2
1.4	Objetivos.....	3
1.4.1	<i>Objetivo general</i> .....	3
1.4.2	<i>Objetivos específicos</i> .....	3

### CAPÍTULO II

<b>2.</b>	<b>MARCO TEÓRICO</b>	
2.1	<b>NTE INEN 1668:</b> .....	<b>4</b>
2.2	<b>Relación peso potencia</b> .....	<b>4</b>
2.2.1	<i>Cómo calcular relación entre peso y potencia</i> .....	<b>5</b>
2.2.2	<i>La importancia de la relación entre peso y potencia en coches</i> .....	<b>6</b>
2.3	<b>Autobús</b> .....	<b>6</b>
2.3.1	<i>Especificaciones Técnicas de Buses en Ecuador</i> .....	<b>8</b>
2.3.2	<i>Vida útil de los vehículos de transporte de pasajeros</i> .....	<b>9</b>
2.4	<b>Carrocería construida</b> .....	<b>10</b>
2.4.1	<i>Evolución de las Carrocerías</i> .....	<b>11</b>
2.4.2	<i>Producción de las carrocerías en Ecuador</i> .....	<b>13</b>
2.5	<b>Chasis AK</b> .....	<b>15</b>
2.5.1	<i>Ensamblaje del chasis AK en el Ecuador</i> .....	<b>18</b>
2.5.1.1	<i>Paso 1. La apertura total de las piezas del CDK</i> .....	<b>18</b>
2.5.1.2	<i>Paso 2. Colocación del bastidor y suspensión</i> .....	<b>18</b>
2.5.1.3	<i>Paso 3. Montaje del motor y la transmisión</i> .....	<b>18</b>

2.5.1.4	<i>Paso 4. Ubicación del piso y tablero de instrumentos</i>	19
2.5.1.5	<i>Paso 5. Pruebas de conducción</i>	19
<b>2.6</b>	<b>Ensayos</b>	<b>20</b>
<b>2.7</b>	<b>Quinta rueda óptica</b>	<b>20</b>
<b>2.8</b>	<b>Sensor óptico</b>	<b>21</b>

### **CAPÍTULO III**

<b>3.</b>	<b>DISEÑO DE LA QUINTA RUEDA ÓPTICA</b>	<b>23</b>
<b>3.1</b>	<b>Diseño parte mecánica de la quinta rueda óptica</b>	<b>23</b>
<b>3.1.1</b>	<i>Selección de componentes primarios</i>	<b>23</b>
<b>3.1.2</b>	<i>Estudio del acople del instrumento a la carrocería de un autobús y determinación de variables</i>	<b>24</b>
<b>3.1.3</b>	<i>Elección de medidas</i>	<b>26</b>
<b>3.1.4</b>	<i>Elección del material</i>	<b>28</b>
<b>3.1.5</b>	<i>Simulación de la estructura</i>	<b>29</b>
<b>3.2</b>	<b>Diseño parte electrónica de la quinta rueda óptica</b>	<b>34</b>
<b>3.2.1</b>	<i>Placa Electrónica</i>	<b>36</b>
<b>3.2.2</b>	<i>Diseño de la placa electrónica</i>	<b>38</b>
<b>3.2.3</b>	<i>Características de los componentes</i>	<b>39</b>
<b>3.2.3.1</b>	<i>Arduino Mega</i>	<b>39</b>
<b>3.2.3.2</b>	<i>Sensor fotoeléctrico FC- SPX303</i>	<b>40</b>
<b>3.2.3.3</b>	<i>Pantalla LCD 20x4</i>	<b>41</b>
<b>3.2.3.4</b>	<i>Teclado Matricial 4x4</i>	<b>41</b>
<b>3.2.3.5</b>	<i>Impresora térmica TTL</i>	<b>42</b>
<b>3.2.4</b>	<i>Funcionamiento de la quinta rueda óptica</i>	<b>43</b>

### **CAPÍTULO IV**

<b>4.</b>	<b>CONSTRUCCIÓN DE LA QUINTA RUEDA ÓPTICA</b>	<b>45</b>
<b>4.1</b>	<b>Construcción mecánica</b>	<b>45</b>
<b>4.2</b>	<b>Construcción electrónica</b>	<b>52</b>
<b>4.2.1</b>	<i>Armado del circuito en Project board</i>	<b>52</b>
<b>4.2.2</b>	<i>Desarrollo de programación</i>	<b>55</b>
<b>4.2.2.1</b>	<i>Elección del fabricante</i>	<b>55</b>

4.2.2.2 Elección del tipo de carrocería.....	56
4.2.2.3 Ingreso del año de fabricación.....	57
4.2.2.4 Ingreso de datos de la placa.....	58
4.2.2.5 Pruebas.....	59
<b>4.2.3 Desarrollo del circuito en EAGLE 6.3.0 PROFESSIONAL.....</b>	<b>60</b>
<b>4.2.4 Elaboración de la placa del circuito.....</b>	<b>62</b>
4.2.4.1 Obtención del diagrama.....	62
4.2.4.2 Preparación de la placa.....	63
4.2.4.3 Gravado de la placa.....	63
4.2.4.4 Lavado de la placa.....	64
4.2.4.5 Perforado de la placa.....	65
4.2.4.6 Montaje de componentes.....	66
<b>4.3 Ensamblaje.....</b>	<b>66</b>

## CAPITULO V

<b>5. RESULTADOS OBTENIDOS Y MANUAL DE USUARIO DE LA QUINTA RUEDA OPTICA.....</b>	<b>68</b>
<b>5.1 Resultados Obtenidos.....</b>	<b>68</b>
<b>5.2 Manual de Usuario.....</b>	<b>72</b>
<b>5.3 Plan de mantenimiento.....</b>	<b>85</b>
5.3.1 Ficha técnica del equipo.....	85
5.3.2 Banco de ejecución de tareas.....	87

## CAPITULO VI

<b>6. ANALISIS ECONÓMICO.....</b>	<b>96</b>
<b>6.1 Costos.....</b>	<b>96</b>
6.1.1 Costos Directos.....	96
6.1.2 Costos indirectos.....	99

## CAPÍTULO VII

<b>7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>101</b>
<b>7.1 Conclusiones.....</b>	<b>100</b>
<b>7.2 Recomendaciones.....</b>	<b>102</b>

## **BIBLIOGRAFÍA**

## **ANEXOS**

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1-2:</b> Cuadro de aplicación de vida útil total .....	9
<b>Tabla 2-2:</b> Motor Chasis AK .....	16
<b>Tabla 3-2:</b> Capacidades chasis AK .....	17
<b>Tabla 4-2:</b> Dimensiones chasis AK .....	17
<b>Tabla 1-3:</b> Medidas buses .....	26
<b>Tabla 2-3:</b> Dimensiones de estructuras y funiculares .....	29
<b>Tabla 3-3:</b> Coeficientes de Razonamiento aproximados .....	31
<b>Tabla 1-4:</b> Interfaz de la función .....	53
<b>Tabla 1-5:</b> Tabla de resultados (tiempo) .....	69
<b>Tabla 2-5:</b> Escala de interpretación de la magnitud del coeficiente de correlación. ....	70
<b>Tabla 3-5:</b> Ficha técnica del equipo. ....	85
<b>Tabla 4-5:</b> Banco de ejecución de tareas .....	87
<b>Tabla 1-6:</b> Costos directos.....	96
<b>Tabla 2-6:</b> Costos de mano de obra calificada.....	98
<b>Tabla 3-6:</b> Costos de equipos.....	98
<b>Tabla 4-6:</b> Costos totales directos.....	99
<b>Tabla 5-6:</b> Costos indirectos .....	99
<b>Tabla 6-6:</b> Costos totales .....	100

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 2-2:</b> Cronología de la evolución de la carrocería.....	12
<b>Gráfico 1-3:</b> Diagrama de cuerpo libre .....	33
<b>Gráfico 2-3:</b> Diagrama de bloques.....	35
<b>Gráfico 3-3:</b> Grafico de impresión de la placa electrónica .....	38
<b>Gráfico 1-4:</b> Diagrama elección del fabricante.....	55
<b>Gráfico 2-4:</b> Diagrama elección tipo de carrocería.....	56
<b>Gráfico 3-4:</b> Ingreso de datos .....	57
<b>Gráfico 4-4:</b> Ingreso de datos a la placa .....	58
<b>Gráfico 5-4:</b> Pruebas .....	59
<b>Gráfico 6-4:</b> Circuito.....	60
<b>Gráfico 7-4:</b> Disposición en la placa .....	61
<b>Gráfico 8-4:</b> Circuito.....	61
<b>Gráfico 9-4:</b> Circuito en la placa .....	62
<b>Gráfico 1-5:</b> Datos Informativos.....	71

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1-2:</b> Fórmula, relación entre peso y potencia .....	5
<b>Figura 2-2:</b> Primeros autobuses .....	7
<b>Figura 3-2:</b> Carrocerías .....	10
<b>Figura 4-2:</b> Chasis.....	14
<b>Figura 5-2:</b> Chasis AK.....	15
<b>Figura 6-2:</b> Sensor Encoder .....	21
<b>Figura 1-3:</b> Distancia horizontal .....	25
<b>Figura 2-3:</b> Distancia vertical. ....	25
<b>Figura 3-3:</b> Distancia Vertical .....	25
<b>Figura 4-3:</b> Distancia Y .....	27
<b>Figura 5-3:</b> Pieza adicional .....	28
<b>Figura 6-3:</b> Primer caso .....	30
<b>Figura 7-3:</b> Segundo caso .....	30
<b>Figura 8-3:</b> Modelado .....	34
<b>Figura 9-3:</b> Arduino .....	39
<b>Figura 10-3:</b> Teclado Matricial.....	42
<b>Figura 11-3:</b> Impresora térmica .....	42
<b>Figura 12-3:</b> Tercera rueda óptica aplicación .....	43
<b>Figura 13-3:</b> Aplicación tercera rueda óptica .....	43
<b>Figura 14-3:</b> Ingreso de datos .....	44
<b>Figura 15-3:</b> Inicio de pruebas.....	44
<b>Figura 16-3:</b> Resultados.....	44
<b>Figura 1-4:</b> Modelado quinta rueda óptica .....	45
<b>Figura 2-4:</b> Corte de tubo .....	46
<b>Figura 3-4:</b> Doble en el tubo .....	46
<b>Figura 4-4:</b> Soldado de piezas .....	47
<b>Figura 5-4:</b> Acoplamiento de la estructura .....	47
<b>Figura 6-4:</b> Elementos de acople .....	48
<b>Figura 7-4:</b> Elemento de adición .....	48
<b>Figura 8-4:</b> Perforación de elementos.....	49
<b>Figura 9-4:</b> Ensamble de elementos .....	49



<b>Figura 10-4:</b> Acoplamiento de la rueda al neumático .....	50
<b>Figura 11-4:</b> Arreglos estéticos .....	50
<b>Figura 12-4:</b> Estructura pintada .....	51
<b>Figura 13-4:</b> Estructura Pintada.....	51
<b>Figura 14-4:</b> Conexión teclado-Arduino .....	53
<b>Figura 15-4:</b> Ensamblaje de piezas.....	54
<b>Figura 16-4:</b> Placa final .....	63
<b>Figura 17-4:</b> Gravado en la Placa .....	64
<b>Figura 18-4:</b> Lavado de la placa .....	65
<b>Figura 19-4:</b> Placa perforada .....	65
<b>Figura 20-4:</b> Montaje de componentes .....	66
<b>Figura 21-4:</b> Ensamblaje.....	67
<b>Figura 22-4:</b> Ensamblaje Final .....	67
<b>Figura 1-5:</b> Ensayo con la quinta rueda óptica .....	70
<b>Figura 2-5:</b> Recolección de datos .....	72
<b>Figura 3-5:</b> Ubicación de elementos.....	73
<b>Figura 4-5:</b> Modo de operación .....	75
<b>Figura 5-5:</b> Modo de uso .....	76
<b>Figura 6-5:</b> Navegación .....	76
<b>Figura 7-5:</b> Selección de opciones.....	77
<b>Figura 8-5:</b> Opciones correspondiente al fabricante.....	77
<b>Figura 9-5:</b> Pasos para la selección .....	78
<b>Figura 10-5:</b> Opción dos.....	78
<b>Figura 11-5:</b> Selección del tipo de carrocería.....	78
<b>Figura 12-5:</b> Ingreso de datos (carrocería) .....	79
<b>Figura 13-5:</b> Ingreso de datos (año).....	79
<b>Figura 14-5:</b> Ingreso de datos (carrocería) .....	80
<b>Figura 15-5:</b> Ingreso de datos (carrocería) .....	80
<b>Figura 16-5:</b> Ingreso de datos (carrocería) .....	81
<b>Figura 17-5:</b> Ingreso de datos (carrocería) .....	81
<b>Figura 18-5:</b> Ingreso de datos (carrocería) .....	81
<b>Figura 19-5:</b> Ingreso de datos (carrocería) .....	82
<b>Figura 20-5:</b> Ingreso de datos (carrocería) .....	82
<b>Figura 21-5:</b> Ingreso de datos (carrocería) .....	83

<b>Figura 22-5:</b> Ingreso de datos (carrocería) .....	83
<b>Figura 23-5:</b> Ingreso de datos (carrocería) .....	83
<b>Figura 24-5:</b> Ingreso de datos (carrocería) .....	84
<b>Figura 25-5:</b> Ingreso de datos (carrocería) .....	84

## **ÍNDICE DE ANEXOS**

**Anexo A** Programación

**Anexo B.** Pruebas de validación

## RESUMEN

El presente trabajo de titulación tuvo como objetivo la implementación de un elemento electrónico que tiene como finalidad comprobar el cumplimiento del inciso 5.2 de la NTE INEN 1668, el mecanismo electrónico esta descrito en la norma antes mencionada como "Quinta Rueda Óptica", este elemento tiene como finalidad comprobar que la relación peso-potencia de los buses construidos en el país sean la adecuada, es decir, los buses deben alcanzar una velocidad de 40 Km/h en 22,5 s. Este proyecto tuvo como finalidad construir un prototipo conocido como "Quinta Rueda Óptica" conformado de dos cuerpos, una parte electrónica y una mecánica que puedan trabajar en conjunto y así obtener el mejor resultado posible en cada una de las pruebas realizadas. Para la realización del circuito se optó por los elementos más adecuados para que en un futuro no existan problemas, realizando pruebas del circuito y de cada uno de sus componentes, para la fabricación del soporte se consideró el diseño más adecuado para que este no influya en el funcionamiento del vehículo, por esta misma razón se optó como mejor opción que el mecanismo sea autónomo, para la realización de las pruebas del mecanismo se tomó en consideración todas las condiciones establecidas en la NTE INEN 1668 como que se debe realizar esta prueba en una superficie plana con todos los líquidos como combustible, refrigerante y demás deben encontrarse en sus niveles máximos permitidos ya que esto dará resultados más exactos. Al realizar las pruebas de campo laboral se pudo apreciar que el diseño del soporte del mecanismo es el adecuado y no presenta ningún fallo en sus puntos de soldadura, además la parte electrónica funcionó correctamente dando muy buenos resultados en cada una de las prácticas.

**Palabras clave:** <TECNOLOGÍAS Y CIENCIAS DE LA INGENIERÍA>, <MECÁNICA AUTOMOTRIZ>, <QUINTA RUEDA ÓPTICA>, <CAPACIDAD DE ACELERACION EN PLANO>, <COMPROVACION PESO POTENCIA>, <QUINTA RUEDA MANUAL>, <VALIDACION DE CARROCERIA>

## ABSTRACT

The objective of this degree work was the implementation of an electronic element that aims to verify compliance with subsection 5.2 of the NTE INEN 1668, the electronic mechanism is described in the aforementioned standard as "Fifth Optical Wheel", this element has as a purpose to check that the weight-power ratio of the buses built in the country are adequate, that is, the buses must reach a speed of 40 km / h in 22.5 s. The purpose of this project was to build a prototype known as the "Fifth Optical Wheel" consisting of two bodies, an electronic part and a mechanic that can work together to obtain the best possible result in each of the tests carried out. For the realization of the circuit, the most suitable elements were chosen so that in the future there are no problems, making tests of the circuit and each of its components, for the manufacture of the support the most suitable design was considered so that this does not influence the operation of the vehicle, for this reason it was chosen as the best option for the mechanism to be autonomous, for the realization of the tests of the mechanism all the conditions established in the: NTE INEN 1668, as this test should be performed on a flat surface with all fluids as fuel, refrigerant and others should be at their maximum levels allowed as this will give more accurate results. When performing the labor field tests it was possible to appreciate that the design of the mechanism support is adequate and does not show any failure in its welding points, in addition the electronic part worked correctly giving very good results in each of the practices.

**Keywords:** <TECHNOLOGIES, AND ENGINEERING SCIENCES>, <AUTOMOTIVE MECHANICS>, <FIFTH OPTICAL WHEEL>, <ACCELERATION CAPACITY IN PLANE>, <POWER WEIGHT TRANSFER>, <FIFTH MANUAL WHEEL>, <BODY VALIDATION>

## **CAPITULO I**

### **1. GENERALIDADES**

#### **1.1 Antecedentes**

En el país no existe ningún elemento o mecanismo con el cual se pueda realizar la prueba de “Aceleración en plano” descrita en la NTE INEN 1668. Por lo tanto, no se cumple con este requisito que se establece en dicha norma y por lo cual se ha optado por realizar este mecanismo y así contribuir con el desarrollo en la industria carrocera.

#### **1.2 Planteamiento del problema**

La NTE INEN 1668 indica los requisitos que deben cumplir los vehículos de transporte público de pasajeros intrarregionales, interprovinciales e intraprovinciales, existe un requisito estipulado en el inciso 5.2 descrito como “Capacidad de aceleración en plano” que indica que “El tren motriz debe tener la potencia, torque y relación de transmisión necesarias que le permita alcanzar una velocidad mínima de 40 Km/h, partiendo de una condición de reposo y en una superficie plana, en un lapso de 22,5 s a Peso Bruto Vehicular (PBV).

Este requisito debe cumplirse de acuerdo a las especificaciones descrita en el Anexo B de la NTE 1668, el cual es muy importante para la validación de la carrocería que se producen en el país, debe mencionarse que el ensayo que pide la norma no se realiza en ningún lugar del país debido a que no existe el equipo necesario conocido como “Quinta rueda óptica” por lo cual ninguna empresa carrocera cumple con el ensayo.

Por lo tanto, se requiere de un equipo el cual permita realizar este ensayo y por la cual se pueda cumplir con el requisito establecido en la norma y con ello mejorar la calidad de las carrocerías realizadas en el país permitiendo competir además con los fabricantes extranjeros.

## **1.3 Justificación**

### ***1.3.1 Justificación teórica.***

En la actualidad la escuela de Ingeniería Automotriz de la ESPOCH ofrece la materia optativa denominada Diseño de Carrocerías, en la cual el tema principal de estudio es la construcción nacional de carrocerías de buses urbanos, interprovinciales e intraprovincial. En dicha materia se evidencio que las empresas carroceras del país no cumplen totalmente las normas INEN a las que están sujetas debido a que no se cuenta con los equipos necesarios, por este motivo se decidió realizar la construcción del equipo denominado quinta rueda óptica para que todas las empresas carroceras del país puedan cumplir con el requisito conocido como “Ensayo de aceleración en plano” descrito en la NTE 1668, mediante la realización de esta prueba se podrá evidenciar si el tren motriz tiene la potencia, torque y relación de transmisión adecuada que permita comprobar que el vehículo alcance una velocidad de 40 Km/h en 22,5 s.

### ***1.3.1 Justificación metodológica***

Para alcanzar los objetivos planteados en el presente proyecto de titulación se utilizará fuentes bibliográficas que contengan información referente las especificaciones de cada uno de los componentes electrónicos utilizados, así como también a procesos de conformado de material, soldadura y acabados, para que no exista ningún tipo de inconveniente o falla al momento de acoplarlos.

El análisis documental es una técnica que ayuda a recopilar y clasificar la información que se necesitará para lograr cumplir con todos y cada uno de los objetivos del proyecto de titulación. Toda la información recopilada vendrá de fuentes primarias como artículos científicos y fuentes secundarias que constan en libros, revistas y documentos en general.

### ***1.3.2 Justificación práctica.***

El docente tendrá la facilidad de transmitir a sus estudiantes el conocimiento referente a como se realiza el ensayo de aceleración en el plano en un bus carrozado de una forma teórica y lo podrá comprobar de una forma práctica con la utilización del equipo, de esta

manera los estudiantes entenderán la importancia del cumplimiento de un reglamento técnico y también de la relación peso potencia es un vehículo.

Mediante el diseño y construcción de este mecanismo se pretende ayudar a los constructores nacionales de carrocerías a cumplir con lo estipulado en la norma y mejorar la calidad de sus productos, de esta manera se brinda un producto de calidad a sus clientes, otorgando una mayor seguridad a las personas que utilizan estos medios de transporte en el país.

## **1.4       Objetivos**

### **1.4.1      *Objetivo general***

Implementar la quinta rueda óptica mediante un ensayo experimental para realizar el ensayo de validación de carrocerías de bus construidas en el país.

### **1.4.2      *Objetivos específicos***

- Revisar material bibliográfico respecto a la quinta rueda óptica y la NTE 1668 inciso 5.2 adquiriendo información acorde a las necesidades del proyecto para poder fundamentar los mismos en el desarrollo de la propuesta técnica.
- Diseñar la quinta rueda óptica mediante software CAD y electrónico para determinar las mejores alternativas de materiales y componentes electrónicos.
- Construir un prototipo del equipo la quinta rueda óptica mediante procesos de manufactura para que este pueda ser utilizado como mecanismo de ensayo según la norma INEN 1668.
- Evaluar el funcionamiento de la quinta rueda óptica mediante ensayos de validación de carrocerías de buses interprovinciales e intraprovinciales.



## **CAPÍTULO II**

### **2. MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 NTE INEN 1668:**

El objetivo de la NTE INEN 1668 es establecer los requisitos que deben cumplir los vehículos de transporte público de pasajeros intrarregional, interprovincial e interprovincial. Esta norma aplica a los vehículos diseñados y equipados para el transporte ya descrito de un solo piso, sean importados, ensamblados o fabricados en el país. (INEN, 2015)

Entre los requisitos requeridos para el cumplimiento de la NTE INEN 1668 se encuentra el requisito establecido como “Capacidad de aceleración en plano”, la cual describe que El tren motriz debe tener la potencia, torque y relación de transmisión necesaria que le permita alcanzar una velocidad mínima de 40 Km/h, partiendo de una condición de reposo y en una superficie plana, en un lapso de 22,5 s a Peso Bruto Vehicular (PBV). El ensayo debe realizarse de acuerdo al Anexo B, el cual se encuentra descrito en la misma norma y consta de los siguientes puntos. (INEN, 2015)

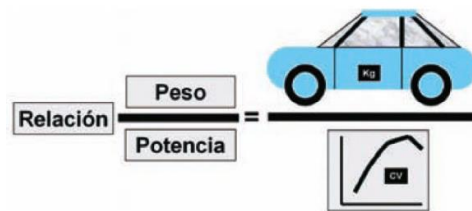
#### **2.2 Relación peso potencia**

La relación entre peso y potencia es uno de los datos que siempre se debe tener en cuenta para conocer el comportamiento en términos de aceleración y potencia que un vehículo tendrá en la carretera. De poco sirve disponer de un vehículo que cuente con muchos HP, si el peso es demasiado elevado, ya que el resultado final será que el motor sea incapaz de asumir el peso del conjunto. (AutoScout24)

Esta relación se centra exclusivamente en ofrecer una información detallada sobre el peso que tendrá que asumir cada uno de los HP que ofrezca el motor. Este sencillo dato es el que se usa habitualmente para determinar el comportamiento de un coche en la carretera o en cualquier otra situación. Debe notarse que el dato de la potencia del motor por sí solo no sirve para conocer el rendimiento de un propulsor y del vehículo en su conjunto, por lo que no está de más saber cómo calcular una relación que puede mostrar de manera clara la respuesta que un modelo concreto tendrá durante su uso. (AutoScout24)

### 2.2.1 *Cómo calcular relación entre peso y potencia*

No es muy complicado realizar el cálculo de esta relación, aunque antes de inicial con la operación es conveniente decidir cómo se tomara el peso del vehículo, ya que se puede tomar con el PBV o tomar este peso con el vehículo totalmente vacío, es recomendable utilizar el PBV ya que nos dará un valor más aproximado. La fórmula principalmente consiste en dividir el peso del vehículo en kilogramos y la potencia del motor en HP, este dato se puede obtener en la información del vehículo a ser analizado. De esta manera se obtiene una cifra aproximada de la masa que tiene que mover cada HP de un vehículo, mientras más bajo sea el valor resultante mejor será. (AutoScout24)



**Figura 1-2:** Fórmula, relación entre peso y potencia.

Fuente: (AutoScout24)

Este dato mide cuantos kilos han de mover cada HP y aportan información sobre la aceleración y prestaciones del automóvil, cuanto menor sea el resultado, más rápido será. Se mide en Kg/HP. (Orovio Astudillo, 2010 pág. 122)

### **2.2.2**      *La importancia de la relación entre peso y potencia en coches*

Si se requiere saber detalladamente el comportamiento que tendrá cada vehículo en carretera, el método más adecuado es mediante el cálculo de la relación peso potencia. Saber qué capacidad de aceleración tendrá o la fuerza requerida para mover grandes pesos en marchas reducidas es un dato de suma importancia al momento de la adquisición de un vehículo. Sin embargo, este dato también tiene otro beneficio, este dato permite comprender el consumo de combustible que tendrá el vehículo, el consumo de combustible usualmente está relacionado más con la potencia del motor y su cilindrada, pero conociendo este dato se puede determinar si el vehículo tendrá más o menos consumo de combustible ya que es más fácil para una máquina mover menos peso y mientras mayor sea el peso el vehículo deberá realizar un mayor esfuerzo representando así en un mayor consumo de combustible. (AutoScout24)

### **2.3**          **Autobús**

El autobús es un medio de transporte muy utilizado en América Latina debido a su bajo precio y a que no es muy popular el uso de otros transportes, en Ecuador se lo utiliza para el traslado de personas ya sea en el casco urbano como rural y principalmente en el transporte interprovincial.

En sus inicios el autobús era denominado Omnibus debido a que en frente de la parada de autobuses se encontraba una sombrera llamada Omnes, este nombre fue unido con un término latín que daba como resultado Omnibus que significa todo para todos. Este nombre sufrió variaciones a través de los años y dependiendo de la región. (Tixce, 2016)

Sus orígenes datan en 1826 en la ciudad Nantes, donde el francés Stanislav Braudy suple la necesidad de transportar a varias personas por distancias considerables. En 1828 Braudy funda la primera compañía autobuses “Enterprise Générale des Omnibus”. No fue sino hasta 1895 que Karl Benz introduce los autobuses motorizados. En 1906 en Francia se crea la primera línea de autobuses de este tipo. En 1929 en Londres y Nueva York empiezan a circular los primeros autobuses de servicio público. (Tixce, 2016)

En autobús más grande de la historia del autobús como medio de transporte, se hizo en 1981 por Gottlob Auwärter. Se trataba de un autobús de dos pisos, con cuatro ejes, y con unas dimensiones de 17 x 4,5 X 4,5 metros. Tenía capacidad para unos 342 pasajeros. Este autobús se pensó para llevar a la gente desde el aeropuerto hasta el avión. (Beevoz, 2015)

Los primeros autobuses motorizados recorrían distancias cortas de hasta 5,8 Km. Con el pasar del tiempo surge la necesidad de transportar a los usuarios por distancias más largas lo cual generaba dificultades para los transportistas pues se necesitaban varias estaciones de servicio en distancias prudentes para que los autobuses sigan su recorrido normal, pero para la época eran escasas y no contaban con la cantidad de combustible para abastecer a las unidades.

Otro inconveniente que se encontraba eran las carreteras en malas condiciones lo que ocasionaba estancamientos cuando se presentaban lluvias torrenciales, razón por la cual se recurría a los caballos para sacar a los autobuses estancados. (Tixce, 2016)



**Figura 2-2:** Primeros autobuses

**Fuente:** Motor y Racing (2016)

Los primeros autobuses utilizaban un motor mono-cilíndrico de cuatro tiempos el cual accionaba las ruedas por medio de una cadena, todas las unidades utilizaban gasolina. Con el transcurso del tiempo Benz realiza mejoras en sus diseños, haciéndolos más estilizados y se deja de lado la semejanza con las carrozas. (Tixce, 2016). En 1938 los hermanos Mack incorporan el sistema a diésel a los autobuses. Posterior a la segunda Guerra mundial los autobuses adquieren mayor aceptación frente a los tranvías en varias ciudades europeas y en América del Norte. En 1951 Mercedes Benz hace el lanzamiento

de una nueva actualización para los autobuses, el modelo O6600H, el cual es utilizado hasta la actualidad. Este nuevo modelo ubica el motor en la parte trasera del autobús, además se logra eliminar el ruido que producían a los conductores. (Tixce, 2016)

En la actualidad los autobuses no solo utilizan diésel para su funcionamiento, sino que se está implementando motores a gas natural y con electricidad, métodos que disminuyen la contaminación y ayudan al medio ambiente. Un ejemplo de esto es el TEB (Transit Explore Bus) de China, un autobús gigantesco eléctrico que circula por encima del tráfico urbano y promete traer solución a los atascos y la contaminación ambiental en el país asiático. (Tixce, 2016)

### **2.3.1 Especificaciones Técnicas de Buses en Ecuador**

Las especificaciones y normativas para construcción de buses en Ecuador están regidas por varias normas regidas por NTE e INEN dependiendo de las especificaciones necesarias.

#### Construcción de carrocerías

- Los materiales de la estructura del vehículo deben ser perfiles y tubería estructural protegido contra la corrosión que cumplan con las normas NTE INEN 2415 y la NTE INEN 1623. (INEN, 2015)
- Las carrocerías de minibuses y buses de transporte mencionados en esta norma deben cumplir con los requisitos establecidos en la NTE INEN 1323. (INEN, 2015)
- Se puede construir el conjunto chasis-carrocería por una estructura auto portante. Dicha estructura debe garantizar características de solidez, resistencia y seguridad, obedeciendo siempre los requisitos de esta norma. (INEN, 2015)

#### Uniones en el chasis- carrocería:

Las uniones entre el chasis y la carrocería se realizarán siguiendo exclusivamente las recomendaciones el fabricante del chasis, indicadas en su manual de fabricación y montaje de carrocerías. (INEN, 2015)

### 2.3.2 Vida útil de los vehículos de transporte de pasajeros

De acuerdo a la resolución N°. O80-DIR-2010-CNTTTSV en el cual se aprobó el cuadro de vida útil para los vehículos que prestan el servicio de transporte público a nivel nacional conforme se detalla a continuación: (Corporación de tránsito del Ecuador, 2010)

**Tabla 1-2:** Cuadro de aplicación de vida útil total

CUADRO DE APLICACIÓN DE LA VIDA ÚTIL TOTAL				
MODALIDAD DE TRANSPORTE	TIPO DE VEHÍCULO	CONSTITUCIÓN JURÍDICA Y PERMISO DE OPERACIÓN	INCREMENTOS Y CAMBIOS	VIDA ÚTIL TOTAL
		Años	Años	Años
Taxis	Automóvil	0	6	15
Taxis Ejecutivos	Automóvil	0	0	5
Carga Liviana	Camioneta	5	10	15
Transporte Mixto	Camioneta doble Cabina	5	10	15
Carga Pesada	Camión	32	32	32
	Tracto camión	32	32	32
Escolar e Institucional	Bus o Minibús	4	12	20
	Furgoneta	4	10	15
	Intraprovincial Bus o mini bus	5	13	20
Interprovincial	Bus	5	13	20

Realizado por: Autores

Fuente: (Corporación de tránsito del Ecuador, 2010)

En la tabla 1-1 se aprecia que los buses tiene una vida útil total de 20 años, al rebasar este periodo de tiempo se da un plazo de seis meses para realizar el registro de una nueva

unidad o que se encuentre dentro de este periodo, caso contrario se procederá a dar de baja a estas unidades automáticamente dentro del registro de la CNTTTSV. (Corporación de tránsito del Ecuador, 2010)

Existen varios parámetros que se deben tomar en cuenta para evaluar la vida útil de un autobús tales como:

- Número de pasajeros que han requerido su servicio en un tiempo determinado
- Kilómetros recorridos
- Número de viajes en la unidad de tiempo
- Promedio de las distancias recorridas
- Cargas transportadas por el vehículo en cada viaje.
- Estado de las vías recorridas
- Zona en la brindan sus servicios.

## 2.4 Carrocería construida

Se denomina de esta manera a aquella estructura básica del vehículo la cual alberga a ocupantes o carga, además, sujeta varios elementos mecánicos del vehículo como el chasis, estructura interna que funciona como el “esqueleto” del auto, dándole forma y solidez. Este chasis contiene al bastidor, que se forma con la unión de travesaños y largueros. (Porto, 2016)



**Figura 3-2:** Carrocerías

Fuente: El Heraldo (2015)

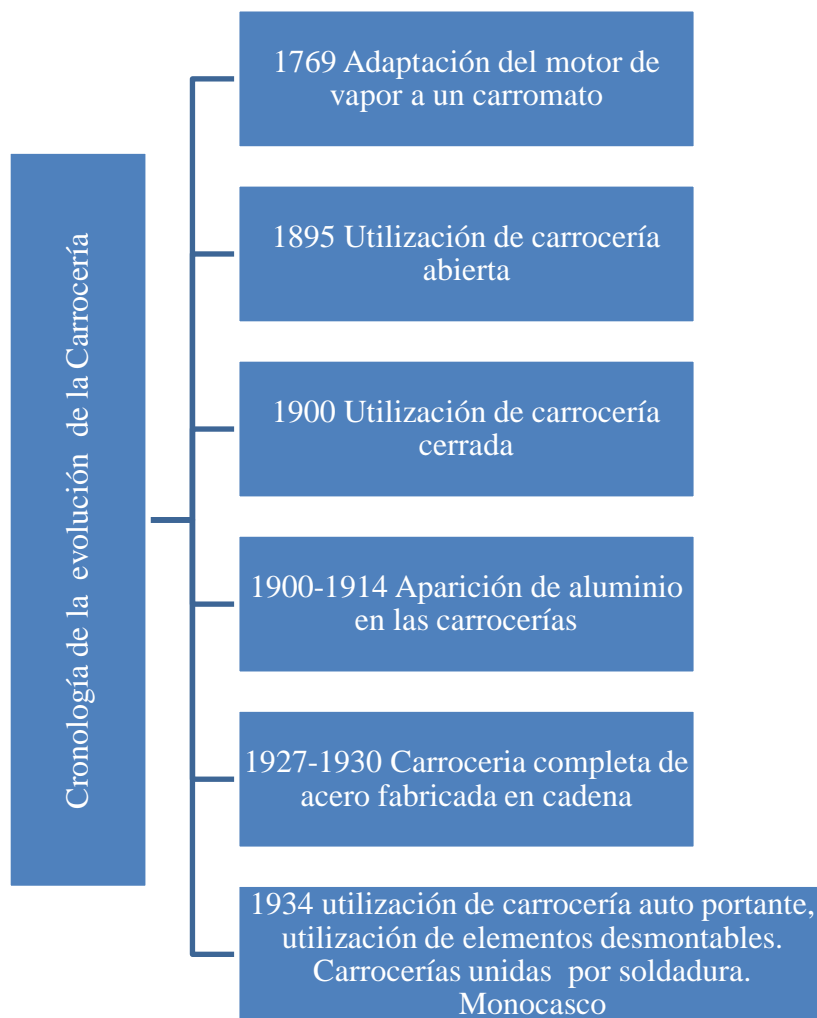
### 2.4.1 *Evolución de las Carrocerías*

Las primeras carrocerías fueron fabricadas de madera y eran construidos por carpinteros especializados, su estructura se asemejaba a los carruajes que eran tirados por caballos. A inicios del siglo XIX se empezaron a añadir curvas y se reemplazó el material que se utilizaba tradicionalmente por acero y aluminio para hacerlos más resistentes desde entonces y hasta la fecha los chapistas como se denomina a quienes reparan las carrocerías se han hecho cargo de sus ajustes. (García, 2015)

Cuando se inició la construcción de las carrocerías las construían de forma muy rígida lo que las volvía casi indestructibles cuando soportaban impactos, porque se pensaba que de esta manera los pasajeros saldrían ilesos.

Pero con el paso del tiempo se observó que los golpes tras un choque se transmitían completamente a los pasajeros lo cual les causaba severas lesiones, traumatismos y hasta la muerte. (García, 2015)





**Gráfico 1-2:** Cronología de la evolución de la carrocería

**Fuente:** García (2015)

Béla Barényi inventa en 1952 la estructura de deformación programada o carrocería deformable. Las carrocerías deformables están compuestas por zonas de deformación programada, generalmente ubicadas en la parte trasera y delantera del vehículo y un habitáculo de seguridad rígido para proteger a los ocupantes de quedar aplastados. (García, 2015)

Existen varios tipos de carrocerías según su construcción:

- **Chasis independiente.** – Se caracteriza por tener un chasis rígido el cual soporta todo el peso, las fuerzas del motor y de la transmisión. Cuando se incrementa esta técnica cumple muy poca o ninguna función estructural. (Ferrer, 2014)

- **Carrocerías auto portantes.** - Está compuesta por un conjunto de piezas que forman la carrocería, las cuales están unidas por medio de soldaduras. Esto permite que su reparación sea muy sencilla, simplemente mediante la sustitución de la pieza afectada. (401, Ruta, 2016)
- **Carrocerías tubulares.** - Este tipo de carrocerías están formadas por tubos cuadrados o redondos. (Ferrer, 2014)

Dependiendo del tipo de carrocería podemos distinguir diferentes volúmenes:

- **Carrocería monovolumen.** - Los habitáculos del motor, pasajeros y maletero están completamente integrados. (401, Ruta, 2016)
- **Carrocerías de dos volúmenes.** - Con un espacio para el capó con el motor y otro que combina pasajeros y carga. (401, Ruta, 2016)
- **Carrocerías de tres volúmenes.** - se diferencian las tres partes mencionadas: por una parte, el motor, por otra el habitáculo para pasajeros y por último la carga. (401, Ruta, 2016)

#### **2.4.2      *Producción de las carrocerías en Ecuador***

En la edición 2015 de la revista Líderes, existen 54 empresas dedicadas al ensamblaje de carrocerías tanto buses urbanos como interprovinciales y escolares han obtenido su certificación. Motivo que desafía a este sector a mejorar su productividad cada día, regido siempre por las normas establecidas.



**Figura 4-2:** Chasis  
Fuente: El comercio

Estas empresas están situadas en varias provincias del país, generando una mayor concentración en la provincia de Tungurahua quien sobrepasa el 50% de las empresas.

El crecimiento de este sector económico ayuda al crecimiento y desarrollo de la provincia en la que se ubican al igual que son de gran ayuda para el país pues generan alrededor de 15000 plazas de empleo en contratación directa e indirecta.

No obstante, se dificulta en cierta medida el cumplimiento de las normativas puesto que estas son cambiadas en periodos aproximados de dos años y se establecen leyes aplicadas en España que por su avance industrial en Ecuador no son fáciles de implementar con inmediatez como se pretende, es por ese motivo que el sector carroceros pide se modifique esta ley y se apliquen leyes de fácil adaptación como lo son las leyes colombianas, Chilenas y otros países de América latina con igual o semejante desarrollo industrial.

En la provincia de Tungurahua el 02 de febrero de 2016 se creó un laboratorio que permite realizar pruebas de durabilidad, resistencia, análisis estructural, estudios metalográficos, resistencia de materiales, entre otros. Este laboratorio disminuye considerablemente los valores de construcción pues dichas pruebas se las realizaba en el extranjero. (Telégrafo, 2017)

## 2.5 Chasis AK



**Figura 5-2:** Chasis AK

**Fuente:** Teojama Comercial S.A.

Lo más importante a la hora de transportar pasajeros en un bus es la seguridad, la comodidad y el compromiso con el medio ambiente. La primera se puede conseguir eligiendo una marca que esté respaldada por muchos años de experiencia en los que haya demostrado la calidad, durabilidad y eficiencia de sus productos. La segunda se logrará si es que el chasis tiene las características para aceptar una carrocería del tamaño adecuado, debidamente homologado. La tercera característica es fácil de obtener con la tecnología de punta como los sistemas que cumplen normas internacionales. Por suerte para el público ecuatoriano, el Hino AK de Teojama Comercial es la combinación perfecta de tecnología, comodidad y respeto al medio ambiente. (TEOJAMA COMERCIAL S.A., 2014)

En términos de potencia: El Hino AK de Teojama cuenta con el motor J08E-UD de 7.684 cc, lo que le da una potencia de 256HP a 2.500 RPM. Esta gran potencia se ve respaldada con la certificación Euro3, lo que garantiza que el motor cumple todas las pruebas de emisiones que requiere la ley y que demuestra los esfuerzos de Hino en pro de un mejor medio ambiente.

Además, el Hino AK cumple con las normas INEN RTE 038 para buses urbanos y la RTE 043 para interprovinciales lo que significa que puede ser utilizado para una gran variedad de aplicaciones de acuerdo a cada necesidad. (TEOJAMA COMERCIAL S.A., 2014)

**Tabla 2-2: Motor Chasis AK**

<b>MODELO</b>	J08E UD
<b>SISTEMA DE COMBUSTIBLE</b>	Electrónica Riel Comun EURO III
<b>SIST. ALIMENTACIÓN ELÉCTRICO</b>	24V
<b>NRO. CILINDROS</b>	6L
<b>CILINDRAJE</b>	7.684
<b>POTENCIA (HP/RPM)</b>	256/2500
<b>TORQUE (NM/RPM)</b>	739/1500
<b>TRANSMISIÓN</b>	MF06S

**Realizado por:** Autores

**Fuente:** (TEOJAMA COMERCIAL S.A., 2014)

En lo correspondiente a seguridad, el Hino AK de Teojama es la mejor opción por sus frenos 100% aire, de doble circuito tipo “S”, con dos zapatas primarias actuando sobre todas las ruedas. Además, este bus viene equipado con el sistema ABS, lo que aumenta la seguridad de frenado.

Si a esto le sumamos la dirección hidráulica y el retardador en la transmisión (equipo opcional) podemos decir, sin lugar a dudas, que el Hino AK de Teojama brindará la mayor seguridad a los pasajeros y mucha comodidad al conductor. (TEOJAMA COMERCIAL S.A., 2014)

El sistema de inyección del Hino AK de Teojama es electrónico lo que permite disminuir el gasto de combustible y garantiza reducir el desperdicio y las emisiones innecesarias. Además, el tanque de combustible tiene una capacidad de 52 galones (250 litros) por lo que la unidad podrá estar en circulación más tiempo y así producir más ganancias. Otra ventaja es el equipo electrónico y computarizado que permite un mantenimiento fácil, económico que alargará la vida útil de la unidad. (TEOJAMA COMERCIAL S.A., 2014)

**Tabla 3-2:** Capacidades chasis AK

<b>PBV (KG)</b>	14.200
<b>PBV EJE DELANTERO (KG)</b>	6.500
<b>PBV EJE POSTERIOR</b>	9.200
<b>PESO CABINA + CHASIS</b>	4.765
<b>CAPACIDAD TANQUE COMBUSTIBLE</b>	250L
<b>PBV POR EJES (2+3)</b>	10.935
<b>CAPACIDAD DE CARGA POR EJES (5-4)</b>	6.500
<b>CAPACIDAD DE CARGA DINAMICA (1-4)</b>	9.435

**Realizado por:** Autores

**Fuente:** (TEOJAMA COMERCIAL S.A., 2014)

Por último, podemos mencionar que las medidas del chasis permiten que sea adaptado con cualquier tipo de carrocería. El Hino AK de Teojama mide 11.140 mm de largo y 2.445 mm de ancho por lo que tiene una capacidad de hasta 90 pasajeros en modalidad urbana. Esto permite que sea calificado por todas las instituciones reguladoras de transporte, como la EMSAT, que le ha otorgado el título de Bus Tipo 1. (TEOJAMA COMERCIAL S.A., 2014)

**Tabla 4-2:** Dimensiones chasis AK

<b>DIMENSIONES</b>	
<b>DISTANCIA ENTRE EJES (MM)</b>	5.800
<b>LONGITUD TOTAL (MM)</b>	11.140
<b>ALTURA TOTAL (MM)</b>	2.100
<b>ANCHO TOTAL (MM)</b>	2.445

**Realizado por:** Autores

**Fuente:** (TEOJAMA COMERCIAL S.A., 2014)

## **2.5.1      *Ensamblaje del chasis AK en el Ecuador***

Mediante una visita efectuada a su planta, la revista TRANSPORTE& Acelerando conoció de cerca el proceso de construcción de los chasis Hino destinados al segmento de buses, que luego son carrozados en las diferentes empresas especializadas en el país. (www.acelerando.com.ec)

### **2.5.1.1      *Paso 1. La apertura total de las piezas del CDK***

En la primera etapa del proceso se abren los contenedores donde vienen las partes y piezas del CKD (Complete Knock Down o kit completo de ensamblaje), así como las cajas de los neumáticos y los bastidores, todas ellas provenientes de Japón, ya que Hino forma parte del gigante Toyota. Este trabajo se lo hace en uno de los patios que la planta prepara para tal efecto. Luego el chequeo de los ítems, que son cerca de 630, destinados para ensamblar dos unidades. (www.acelerando.com.ec)

### **2.5.1.2      *Paso 2. Colocación del bastidor y suspensión***

En la segunda etapa se coloca todo el sistema de suspensión (delantera y posterior) en el bastidor, que previamente ha sido transportado por medio de un montacargas y un sistema electro-hidráulico al interior del taller. Aquí también se instalan los soportes del tanque de combustible, los soportes de la caja de la dirección, se instalan las partes del arnés eléctrico y los grupos ópticos posteriores. Luego se incorpora el sistema de frenos neumáticos (tanques, mangueras, etc.) y finalmente se ubica al bastidor sobre los dos ejes mediante grúas eléctricas. (www.acelerando.com.ec)

### **2.5.1.3      *Paso 3. Montaje del motor y la transmisión***

En esta parte del ensamblaje se instala el propulsor y el sistema de transmisión (caja de cambios, embrague). Este es uno de los pasos más importantes de todo el proceso ya que se trata del corazón del vehículo y donde se debe poner especial cuidado en el ajuste y posición correcta de cada una de las piezas. Luego se monta el eje de propulsión (o eje cardán), el sistema de evacuación de gases (tubos y válvulas de escape, múltiple de escape, convertidor catalítico, etc.). (www.acelerando.com.ec)

Aquí también se carga el tanque de combustible para posteriormente encender el motor para comprobar su correcto funcionamiento y así poder continuar con el proceso de ensamblaje. En esta etapa también se comprueba el correcto montaje del bastidor sobre los ejes de la unidad. ([www.acelerando.com.ec](http://www.acelerando.com.ec))

#### *2.5.1.4 Paso 4. Ubicación del piso y tablero de instrumentos.*

En la siguiente etapa del ensamblaje se procede a colocar el piso del vehículo sobre el bastidor y lo que será la futura cabina del bus. En esta fase se incorpora además el tablero de instrumentación y todo el sistema eléctrico y electrónico que concierne para el funcionamiento total del automotor. Es decir, se conectan los arneses de las partes eléctricas, se conecta el sistema hidráulico de la dirección y el sistema de los frenos neumáticos. ([www.acelerando.com.ec](http://www.acelerando.com.ec))

Así mismo, en esta fase se realiza una reprogramación de la computadora del vehículo para poner a punto el sistema de inyección de combustible del motor, mediante un programa informático (software) propio de cada unidad. ([www.acelerando.com.ec](http://www.acelerando.com.ec))

Este paso es fundamental ya que se crea un archivo individual de cada automotor que luego se manda a la fábrica para que en Japón tenga codificado y almacenado toda la información para futuros arreglos y cambios de piezas o partes, lo que garantiza la idoneidad de cada chasis que se ensambla en esta planta de Teojama Comercial. ([www.acelerando.com.ec](http://www.acelerando.com.ec))

#### *2.5.1.5 Paso 5. Pruebas de conducción*

El último paso es un ‘test drive’ por las propias instalaciones de la planta donde se comprueban los sistemas básicos de funcionamiento. Además, se procede a la ubicación correcta del chasis dentro de las playas de estacionamiento para su posterior traslado a los diferentes locales de Teojama Comercial en todo Ecuador. ([www.acelerando.com.ec](http://www.acelerando.com.ec))



## **2.6 Ensayos**

El ensayo se encuentra descrito en el ANEXO B de la NTE INEN 1668.

Ensayo de aceleración en plano

### **B.1 Principio**

Determinar la capacidad de aceleración del vehículo.

### **B.2 Equipo de ensayo**

Equipo de adquisición de datos con sensores de velocidad, distancia, tiempo y aceleración (quinta rueda manual, quinta rueda óptica, por ejemplo) instalado de acuerdo con las recomendaciones del fabricante de este instrumento.

### **B.3 Vehículo de ensayo**

Se debe contar con un vehículo completamente equipado de acuerdo con las especificaciones del fabricante. Se debe tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Se debe verificar el nivel de los fluidos del vehículo (aceite de caja, aceite de motor, refrigerantes y otros) y llenar a la máxima capacidad recomendada por el fabricante.
- Se debe inflar las llantas a la máxima presión recomendada por el fabricante.
- Se debe cargar el vehículo con un peso bruto vehicular (PBV).

### **B.4 Ruta de ensayo**

El lugar de ensayo debe ser una vía seca, recta, pavimentada y plana.

La longitud de la vía de ensayo debe ser suficiente para lograr acelerar al vehículo de 0 Km/h hasta 40 Km/h y poder operarlo y detenerlo con seguridad.

### **B.5 Procedimiento**

Se inicia el ensayo con el vehículo en reposo, el motor en ralentí y la transmisión engranada.

Se acelera al máximo el vehículo hasta alcanzar la velocidad de 40 Km/h.

Se registra el tiempo y la distancia necesarios para alcanzar la velocidad especificada.

Se debe registrar y promediar un mínimo de 3 lecturas en cada ensayo. (INEN, 2015)

## **2.7 Quinta rueda óptica**

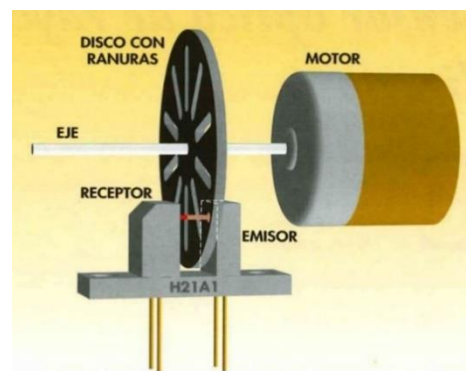
Las nuevas tecnologías en instrumentación de medición están cambiando rápidamente la eficacia de las pruebas de vehículos y ofrecen estándares más altos de precisión, mayor reproducibilidad, ahorro de tiempo y facilidad de uso. La quinta rueda óptica está

constituida esencialmente por una rueda fónica y un sensor óptico el cual se encarga de medir la velocidad con la que gira dicha rueda, Este mecanismo se puede montar en cualquier tipo de vehículo y permitirá obtener datos de velocidad y distancia en un tiempo determinado (22.5 segundos). (GMH Engineering, 2010)

Este mecanismo será usado para realizar pruebas necesarias para la validación de las carrocerías de los autobuses de fabricación nacional, ya que permite comprobar si la estructura del vehículo no tiene un peso exagerado, con el cual los propietarios de los vehículos podrán obtener beneficios como ahorro de combustible, mayor durabilidad de la suspensión y neumáticos.

## 2.8 Sensor óptico

Encoder es un dispositivo de tipo sensor de detención que proporciona una respuesta. Un sensor encoder convierte el movimiento circular en una señal de tipo eléctrica que puede ser leída por algún tipo de dispositivo de control como un Pic o Arduino, para que este procese la información y ejecute la acción determinada. Un encoder envía una señal para detectar posición, movimiento, dirección y velocidad. (ENCODER, 2016)



**Figura 6-2:** Sensor Encoder

Fuente: Encoder (2016)

Un sensor encoder utiliza diferentes fuentes de tecnología para generar una señal: mecánica, magnética y óptica, la fuente óptica es una de las más utilizadas en la actualidad y proporciona la información basándose en la interrupción de luz, consta de tres partes esenciales emisor rueda fónica o perforada y receptor. (ENCODER, 2016)

El receptor emite un haz de luz el cual cuando pasa por la hendidura o perforación de la rueda dentada provoca el estado luz en binario código 1 y cuando el haz de luz es interrumpido se produce el código sin luz en binario código 0. Estas señales son enviadas al controlador para que disponga de ellas. (ENCODER, 2016)

## CAPÍTULO III

### 3. DISEÑO DE LA QUINTA RUEDA ÓPTICA

El instrumento para el ensayo de aceleración en el plano denominado quinta rueda óptica consta de dos partes esenciales para su funcionamiento: parte mecánica y parte electrónica. Esto debido a que el instrumento es totalmente independiente al funcionamiento del autobús, es decir, no va a interferir o tomar ningún tipo de señal de la gestión electrónica del autobús y por ende se espera obtener resultados precisos y parciales.

#### 3.1 Diseño parte mecánica de la quinta rueda óptica

La parte mecánica del instrumento denominado quinta rueda óptica se debe basar en una estructura metálica en la cual se deben colocar todos los aditamentos del instrumento, y también esta estructura debe ser capaz de acoplarse a cualquier tipo de carrocería de autobús.

##### 3.1.1 Selección de componentes primarios

###### NEUMÁTICO

La rueda o neumático seleccionado para este instrumento, es una rueda de 16 in de magnesio perteneciente a la parte delantera de una motocicleta de marca Tekno de paseo, debido a que esta rueda cumple con las siguientes características:

- Tamaño: el de 16 in es fácil de transportar y adaptarlo a cualquier tipo de estructura.
- Peso: Se ha seleccionado un rin con un peso total de 21 kg en conjunto con el neumático, es un peso apropiado para que el conjunto pueda ser arrastrado con facilidad y no tienda a elevarse al momento de ser arrastrado por el bus

- Estabilidad: la estabilidad del rin es primordial para la elaboración del instrumento por lo tanto el neumático seleccionado debe tener una superficie de contacto correcta que brinde estabilidad al momento de rodar.

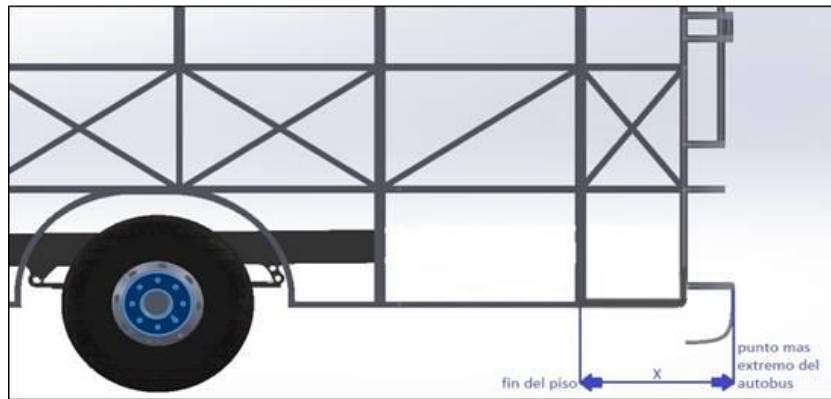
La sujeción que esta tendrá a la parte mecánica de la quinta rueda óptica será exactamente la misma que se utiliza en la parte delantera de una motocicleta, la cual consta de un perno el cual es el eje fijo de rotación de la rueda y va sujeto por una tuerca. La quinta rueda óptica es un instrumento de debe ser liviano y no robusto para que no afecte el desempeño del autobús en el momento de su arrastre.

### **3.1.2      *Estudio del acople del instrumento a la carrocería de un autobús y determinación de variables.***

La quinta rueda óptica debe ser acoplada en un lugar que no interfiera en el correcto funcionamiento del autobús, ya que si se la acopla en la parte delantera o en los costados de la carrocería se convertiría en una carga aerodinámica importante al momento de que el autobús se desplace al realizar la prueba y por ende los resultados obtenidos no serán correctos.

Las carrocerías de buses interprovinciales, intraprovinciales y urbanos tienen cierta semejanza en su parte trasera, ya que todos estos tipos de carrocerías se construyen sobre una misma base la cual es un chasis HINO AK, lo que da como resultado que la mayoría de medidas posteriores de cualquier carrocería y marca del mercado sean semejantes. Ya que se ha determinado que el acople de la quinta rueda óptica se realizará en la parte trasera de la carrocería del autobús a manera de un remolque, Se han determinado tres variables importantes para realizar el diseño de la estructura:

Distancia X: Distancia horizontal desde el final del piso del autobús hacia el punto más extremo del mismo.



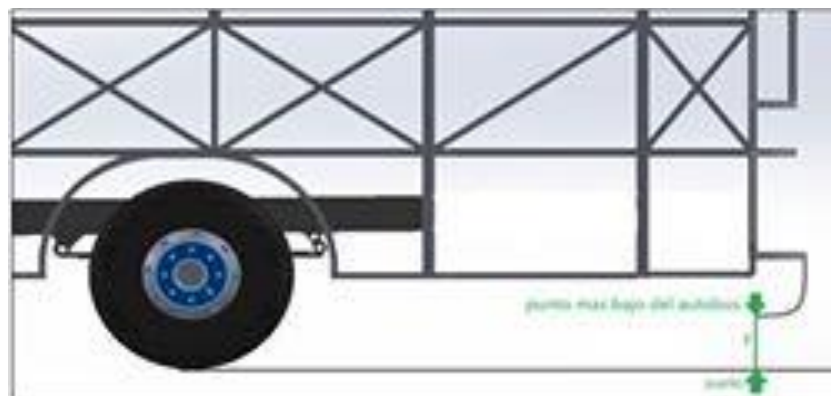
**Figura 1-3:** Distancia horizontal  
Fuente: Autores

Distancia Y: distancia vertical entre el piso del autobús y el suelo.



**Figura 2-3:** Distancia vertical.  
Fuente: Autores

Distancia Z: distancia vertical del punto más bajo de la carrocería del auto bus al suelo.



**Figura 3-3:** Distancia Vertical  
Fuente: Autores

Las medidas indicadas anteriormente serán la base para poder realizar el diseño de la estructura ya que en esta zona del autobús se debe anclar el instrumento para poder realizar los ensayos, para ello se deben conocer las dimensiones máximas y mínimas de cada una de estas distancias para poder proponer una geometría óptima.

### 3.1.3 Elección de medidas

Se tomó una muestra de 10 autobuses entre interprovinciales, intraprovinciales y urbanos de las marcas más conocidas del mercado obteniendo las siguientes medidas.

**Tabla 1-3:** Medidas buses

Autobús	Fabricante	Distancia X	Distancia Y	Distancia Z
<b>Autobús 1</b>	CEPEDA	50.5	49.1	39.1
<b>Autobús 2</b>	MAYORGA	66.8	57.2	49.2
<b>Autobús 3</b>	ALVARADO	60	51.9	40.9
<b>Autobús 4</b>	YAULEMA	68.5	58.5	34.5
<b>Autobús 5</b>	ALVARADO	66.2	47.5	45.5
<b>Autobús 6</b>	CEPEDA	67.3	46.3	46.3
<b>Autobus 7</b>	MIRAL	67.5	50.5	40.5
<b>Autobus 8</b>	CEPEDA	68.9	49.9	39.9
<b>Autobus 9</b>	YAULEMA	67.2	51.1	41.1
<b>Autobus 10</b>	MAYORGA	60.5	44.5	43.5
<b>Promedio</b>		64.34cm	50.65cm	42.05cm

Realizado por: Autores

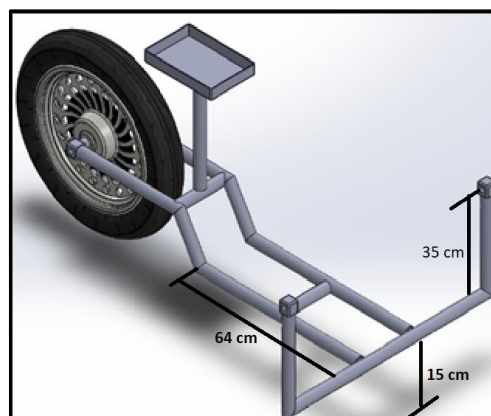
Fuente: Autores

En la tabla 3-5 el promedio de la distancia X es 64.34 cm pero por motivos de exactitud en el diseño la medida aplicada a la estructura será de 64cm. Según la toma de medidas de la distancia Z se pudo observar que hay carrocerías que por motivo de recubrimiento de la parte metálica de la carrocería incorporan guardachoques que tienen una distancia al suelo pequeña (autobús 4).

Y otros autobuses en los cuales la distancia Z y Y es la misma (autobús6), debido a esto y para contemplar todas las posibilidades existentes para el diseño de la estructura se elige

una media de 15cm medidos desde el suelo hasta la estructura de tal manera que exista 27cm entre la estructura y la carrocería y así esta pueda acoplarse a correrías que tengan una distancia  $Z$  máxima o mínima.

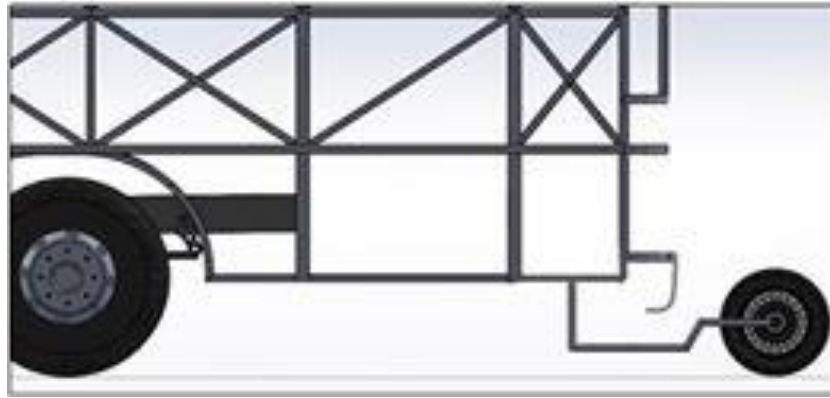
Al promedio de la distancia  $Y$  se resta la distancia  $Z$  (27cm), dando como resultado 35.65cm pero por motivos de construcción se toma la media de 35cm, de acuerdo a las medidas seleccionadas se escogió la siguiente geometría, la cual se diseñó con la especificación que debe tener la menor cantidad de acoples soldados para que su fabricación sea más simplificada.



**Figura 4-3:** Distancia  $Y$   
Fuente: Autores

Esta geometría es capaz de acoplarse a cualquier tipo de carrocería Interprovincial, intraprovincial y Urbano. Para poder comprobarlo mediante la utilización de un software CAD se realizó el montaje de la misma en una carrocería dando como resultado que su geometría es óptima y no tiene problemas al momento de acoplarse como se muestra en la figura 3-11 de la vista lateral izquierda del ensamble.





**Figura 5-3:** Pieza adicional  
Fuente: Autores

### 3.1.4 *Elección del material*

Existen diversos métodos para la selección de materiales en ingeniería, uno de los más usado y recomendados es el método tradicional, el cual consiste en seleccionar un material recomendado por un fabricante para una determinada aplicación, o también seleccionar un material en base a la experiencia que se ha tenido con el mismo en aplicaciones pasadas. (GONZÁLES , y otros, 2004)

Para la construcción de la quinta rueda óptica lo más óptimo es seleccionar un material de acuerdo a las recomendaciones que brinde el fabricante, cabe recalcar que se debe tener en cuenta los siguientes factores: propiedades físicas, maquinabilidad, disponibilidad en el mercado y precio.

Uno de los fabricantes con mayor experiencia y expansión de mercado es la empresa DIPAC, este fabricante en su sección de tubo  $1 \frac{1}{4}$  de diámetro con sugerencia para cerramientos, estructuras y funiculares expone los siguientes materiales:

**Tabla 2-3:** Dimensiones de estructuras y funiculares

Tipo de material	Tipo de acero	Modulo resistente a la flexión en $cm^3$	Precio \$
Tubo poste	ASTM A-500	1,30	15,75
Tubo Mecánico	ASTM A-513	0.59	9,95
Tubo en Acero Inoxidable	AISI 304	0.69	69,60

**Realizado por:** Autores

**Fuente:** Autores

De acuerdo a la tabla 3-6 el tipo de material Tubo mecánico es el más indicado para la realización de la estructura de la quinta rueda óptica ya que el fabricante DIPAC lo recomienda para estructuras además de su adecuada disponibilidad en el mercado y de que su precio es relativamente bajo en comparación a los demás materiales expuestos.

El tubo Mecánico posee un módulo de resistencia a la flexión más bajo en comparación a los demás materiales expuestos, pero esto no significa mayor problema ya que este módulo se emplea para calcular la tensión de flexión que soporta un perfil.

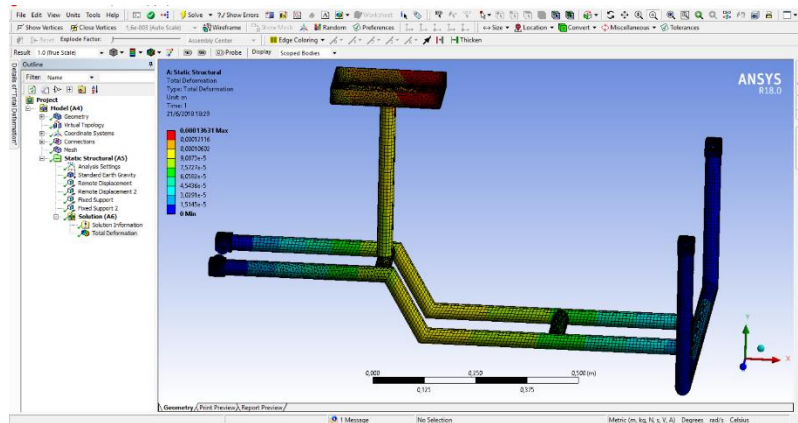
Dicha tensión de flexión también conocida como tensión normal de trabajo, indica la magnitud o cantidad de flexión que soporta un perfil al estar sometido constantemente a una fuerza que produzca flexión, ya que este no es el caso de la estructura de la quinta rueda óptica debido a que la misma no soporta una fuerza de flexión considerable por efecto del peso del circuito.

### **3.1.5 Simulación de la estructura.**

Para poder realizar el análisis de la estructura, se ha tomado en consideración distintos parámetros en donde el equipo estará sometido a condiciones extremas de funcionamiento, a continuación, se describirá cada una de las condiciones.

Ya que la estructura está construida para ser arrastrada por un bus, en uno de sus extremos se encuentra un neumático que es requerido para la realización de la prueba y en el otro

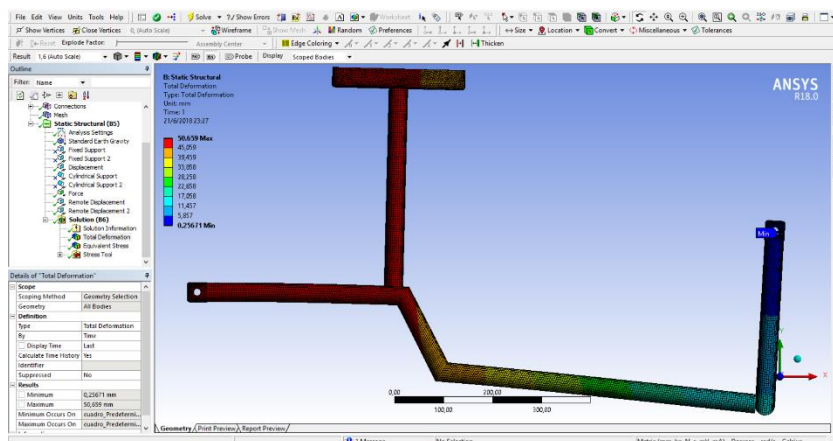
extremo se encuentra empotrada en la parte posterior del bus el cual es el encargado de arrastrarlo.



**Figura 6-3:** Primer caso

Fuente: Autores

- En el primer caso solo se tiene el peso de la estructura aplicando únicamente una fuerza de gravedad, como la rueda se encuentra apoyada en el piso su peso se contrarresta por una fuerza normal, en este caso se ha puesto apoyos fijos en los dos extremos de la estructura.
- Mediante el análisis sometido a la estructura, se puede apreciar en la figura 3-12 que la máxima deformación que tendrá es de 0,14 milímetros.
- El siguiente caso que se ha tomado en cuenta si en el trayecto de la prueba por alguna razón el neumático atraviesa un obstáculo causando que la parte posterior de la estructura se desplace en el eje Y. figura 3-13



**Figura 7-3:** Segundo caso

Fuente: Autores

- En este caso se analizará como funcionara la estructura con todas sus cargas y con sus soportes, suponiendo que en la parte donde está la rueda, se trabó y no permite movimiento manteniendo ese extremo fijo.

Para empezar el análisis, primero hay que considerar la fuerza que generara el bus sobre la estructura al momento de arrastrarle, utilizado las leyes de Newton y también empleando la tabla 3-7 donde se encuentran los coeficientes de rozamiento aproximados existentes entre un neumático y la calzada, se procede al cálculo de la fuerza necesaria.

**Tabla 3-3:** Coeficientes de Razonamiento aproximados

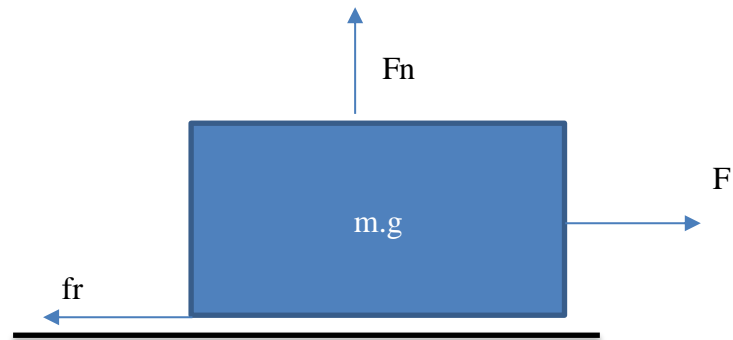
Descripción de la Superficie	Seca		Húmeda	
	Menos de 50 km/h. De a	Más de 50 Km/h De a	Menos de 50 Km/h. De a	Más de 50 Km/h. De a
Cemento	0.80	0.7	0.5	0.40
Nuevo, liso	1.20	1.00	0.80	0.70
Usado	0.60	0.6	0.45	0.45
Pulimentado por el tráfico	0.80	0.75	0.70	0.75
	0.55	0.5	0.45	0.45
	0.75	0.65	0.65	0.60
Asfalto o alquitrán	0.80	0.65	0.50	0.45
Nuevo, liso	1.20	1.00	0.80	0.75
Usado	0.60	0.55	0.45	0.40
Pulimentado por el tráfico	0.80	0.70	0.70	0.65
	0.55	0.45	0.45	0.40
	0.75	0.65	0.65	0.60
Con exceso de alquitrán	0.50	0.35	0.35	0.25
	0.60	0.60	0.60	0.55
Adoquín				
Nuevo, liso				

Pulimentado por el tráfico	0.75	0.60	0.50	0.45
	0.95 0.60	0.85 0.55	0.75 0.40	0.70 0.40
	0.80	0.75	0.70	0.60
Piedra compacta Nuevo, liso	0.75	0.70	0.65	0.60
	1.00 0.50	0.90 0.45	0.90 0.30	0.85
	0.70	0.65	0.50	0.25 0.50
Grava Apisonada, con riego asfáltico Suelta	0.55	0.50	0.40	0.40
	0.85	0.80	0.80	0.60
	0.40	0.40	0.45	0.45
	0.70	0.70	0.75	0.75
Escorias Compactadas	0.50	0.50	0.65	0.65
	0.70	0.70	0.75	0.75
Piedra Machacada	0.55	0.55	0.55	0.55
	0.75	0.75	0.75	0.75
Hielo Liso	0.10	0.07	0.05	0.05
	0.25	0.20	0.10	0.10
Nieve Compacta Suelta	0.30	0.35	0.30	0.30
	0.55	0.55	0.60	0.60
	0.10	0.10	0.30	0.30
	0.25	0.20	0.60	0.60
Reja Metálica Con ranuras	0.70	0.35	0.25	0.20
	0.90	0.95	0.45	0.35

Realizado por: Autores

Fuente: (Causa Directa, 2017)

Con el peso PBV obtenido de la tabla 2-3 obteniendo un valor de 14200 kg, y con un coeficiente de rozamiento de 0,6 tomado de la tabla 3-7, tomando en cuenta las peores condiciones de clima (húmedo) y que el asfalto usado, se procede a realizar un diagrama de cuerpo libre.



**Gráfico 1-3:** Diagrama de cuerpo libre

Fuente: Autores

$$\sum F_x = ma \quad ; \quad \sum F_y = 0$$

$$F - fr = m.a \quad ; \quad Fn - m.g = 0$$

$$fr = \mu.Fn$$

$$F - fr = m.a \quad ; \quad Fn = m.g$$

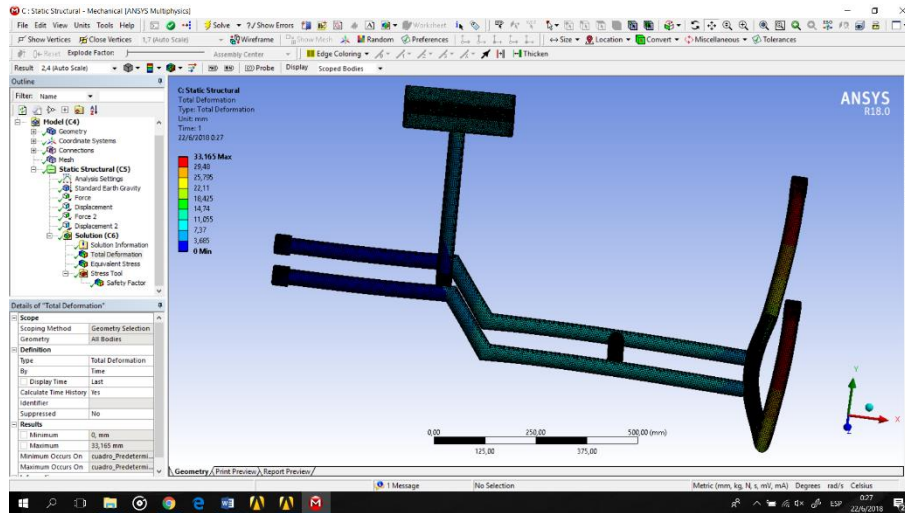
$$F = m.a + fr$$

$$F = m.a + \mu.m.g$$

$$F = m(a + \mu.g)$$

$$F = (1447,5)(0,70 + (0,6*9,81))$$

$$F = 9533,24 \text{ N}$$

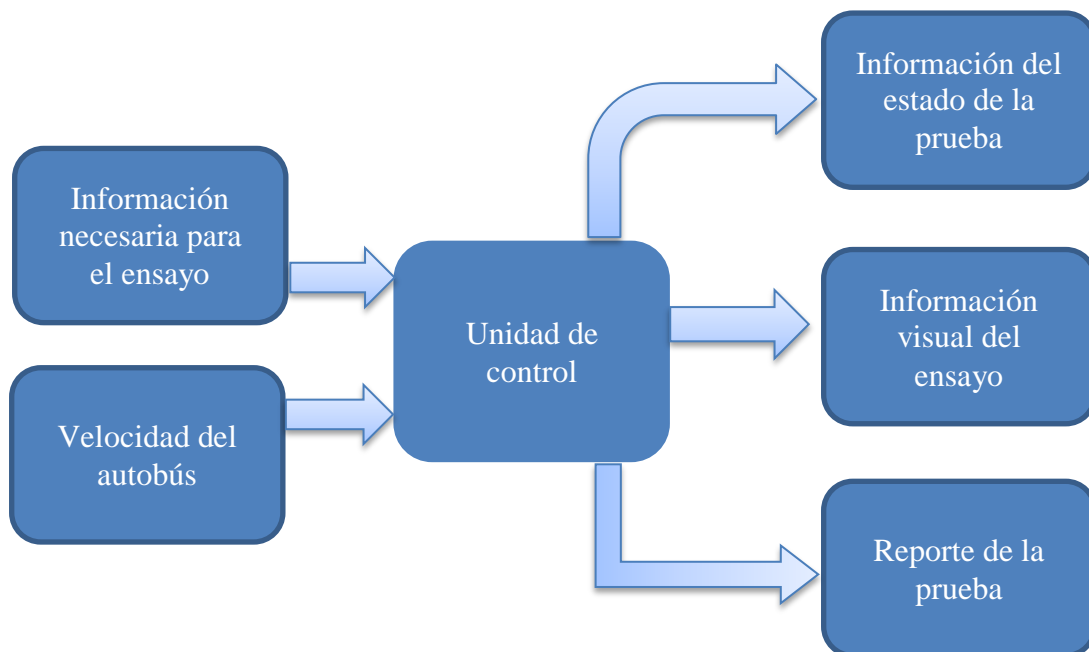


**Figura 8-3: Modelado**  
Fuente: Autores

### 3.2 Diseño parte electrónica de la quinta rueda óptica

La quinta rueda óptica es un instrumento que se menciona en el Reglamento Técnico Ecuatoriano INEN 1668. Este instrumento debe ser capaz evaluar el desempeño dinámico de un autobús mediante un ensayo denominado: ensayo de aceleración en el plano, con el cual se determinará de acuerdo a criterios técnicos si la carrocería del autobús tiene el peso adecuado, excesivo o liviano.

Para poder realizar el ensayo de aceleración el plano en los diferentes modelos de carrocerías de autobús se construirá una placa electrónica que tendrá como base y ejecutor una unidad de control en el cual deben constar las entradas y salidas que se necesitan para realizar este ensayo, las cuales están representadas en el siguiente diagrama de bloques y se describirán en el gráfico 3-3.



**Gráfico 2-3:** Diagrama de bloques

**Fuente:** Autores

### Entradas

*Información necesaria para el ensayo:* Teclado alfa Numérico. Se considera como entrada ya que mediante este medio se van a introducir datos de reconocimiento de cada tipo de autobús los cuales son: nombre del fabricante, tipo de carrocería, año de fabricación de la carrocería y placa del autobús. Además, por medio del teclado se procederá a operar la interfaz del circuito.

*Velocidad del autobús:* Sensor fotoeléctrico. El sensor fotoeléctrico es la entrada principal del circuito ya que proporcionara una señal como respuesta al giro de la rueda del instrumento, esta señal será procesada por la unidad de control para obtener datos de tiempo y distancia, así como también será la base que determinara el inicio y fin el ensayo

### Unidad de control

La unidad de control seleccionada para la fabricación de la placa de la quinta rueda óptica será un Arduino Mega debido a que, en comparación a otros módulos disponibles en el mercado, este posee un mayor número de entradas digitales y analógicas, lo que facilitara



las conexiones entre este y la placa, así como también porque su procesador es de mayor capacidad.

Salidas

*Información del estado de la prueba:* Leds indicadores, el circuito contará con dos Leds indicadores, el primero tendrá la función de encenderse cuando el circuito esté en funcionamiento, el segundo indicará el final de la toma de datos.

*Información visual del ensayo:* por medio de un Display se podrán observar y constatar los datos informativos de la carrocería (fabricante, tipo de carrocería, año de fabricación, placa) de ingreso que se introducen con el teclado alfanumérico, así como también en este se reflejarán los datos adquiridos al final del ensayo.

*Reporte del ensayo:* una impresora será la salida principal del circuito ya que esta proporcionará una evidencia física de la realización del ensayo, la cual contará con los datos informativos del autobús y los resultados del ensayo.

### **3.2.1 Placa Electrónica**

Esta placa electrónica se alimenta de una fuente de poder de 5V, consta de un Arduino Mega el cual es el micro controlador que procesará las señales de entrada y proporcionará salidas.

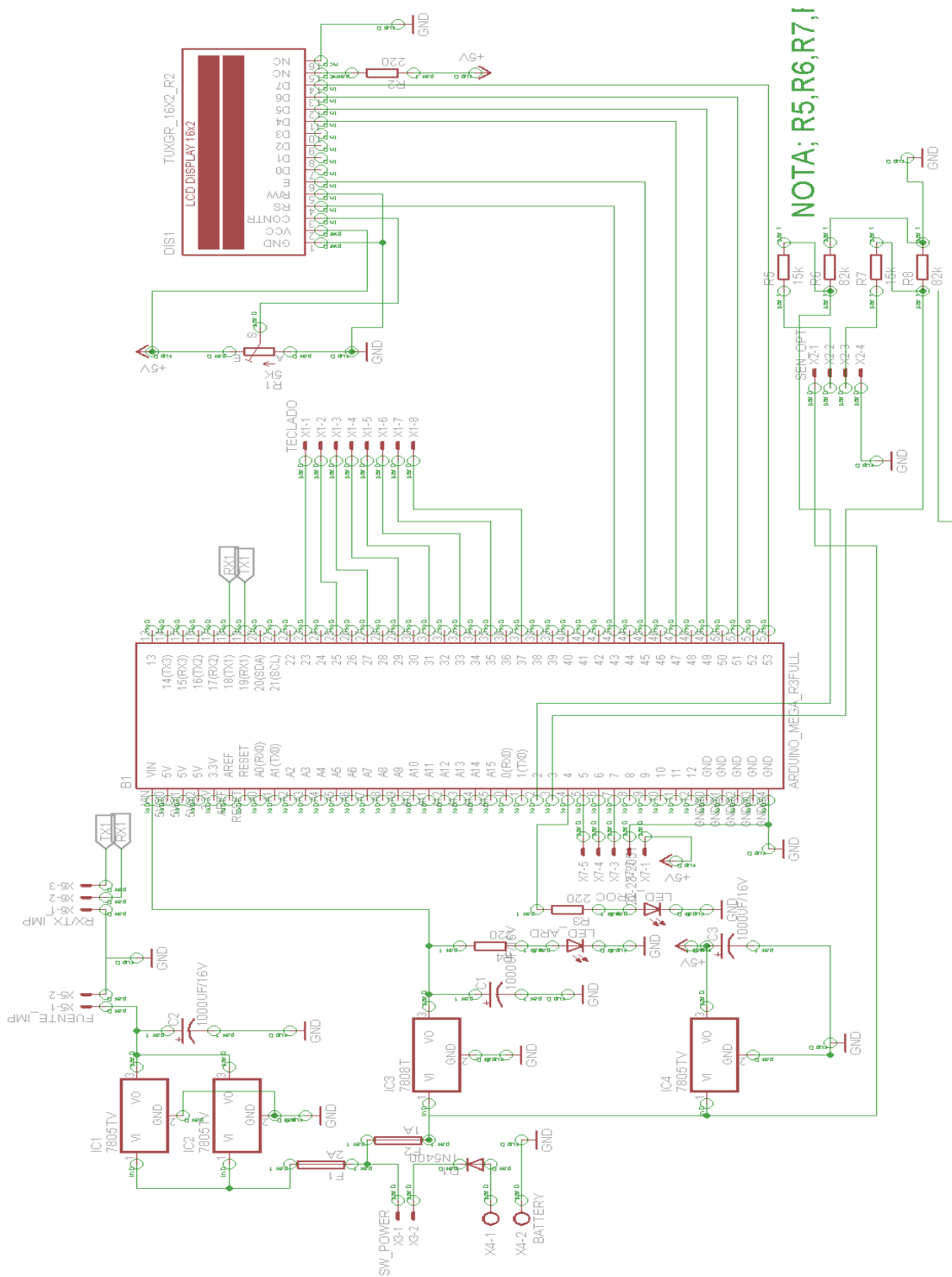
Los componentes a utilizarse en esta placa son los siguientes:

- 2 Leds
- 1 Módulo de reloj 1302
- 3 Reguladores 7805
- 1 Potenciómetro de precisión 5K
- 2 Fusibles de 2A
- 1 Regulador 7809
- 6 resistencias

- 1 Diodo rectificador de 2A
- 1 Espadín hembra y macho
- 1 Bornera de 2 pin
- 1 Molex de 4 pines
- 1 Molex de 3 pines
- 2 Molex de 2 pines
- 1 sensor fotoeléctrico FC- SPX303
- 1 Swich
- 3 Capacitores electrolíticos 1000mf 16V
- 1 Fuente de alimentación de 5V
- 1 Arduino Mega
- 1 Pantalla LCD 20x4
- 1 Teclado Matricial 4x4
- 1 Impresora térmica TTL

### 3.2.2 Diseño de la placa electrónica.

El diseño técnico como gráfico de impresión de la placa electrónica fue realizado en EAGLE VERSIÓN Light.



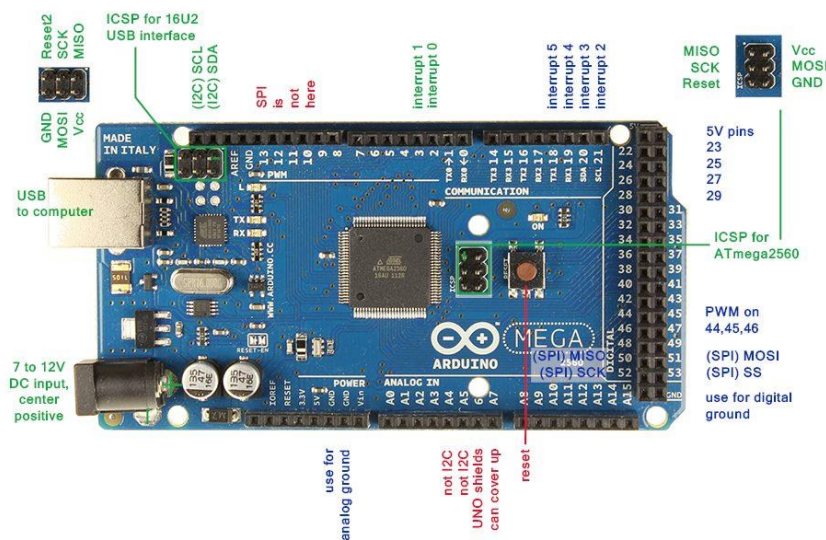
**Gráfico 3-3:** Grafico de impresión de la placa electrónica

**Fuente:** Autores

### 3.2.3 Características de los componentes.

#### 3.2.3.1 Arduino Mega

Arduino es una plataforma desarrollada bajo el concepto de Open Source, esta plataforma cuenta con un hardware que se encuentra libre en la red y que se acopla a un software en el cual se pueden realizar múltiples aplicaciones tales como programas de enseñanza a alumnos sobre electrónica así como también programas sofisticados para emplearse en industrias, es decir las aplicaciones de esta herramienta solamente son limitadas por la imaginación del programador. (Definicionyque.es, 2014)



**Figura 9-3:** Arduino

**Fuente:** (Definicionyque.es, 2014)

En la familia Arduino existen varias plataformas de micro controladores las cuales se ajustan a las diversas necesidades al momento de realizar un proyecto. Arduino Mega es probablemente el micro controlador más capaz de la familia Arduino. (Garcia Gonzales, 2013)

Arduino Mega es una tarjeta electrónica que consta de un micro controlador AtMega 2560 y posee entradas y salidas entre analógicas y digitales, Arduino Mega consta de 54 pines de los cuales 14 de ellas pueden ser usadas como salidas PWM, 16 entradas analógicas, 4 UARTS, cristal oscilador de 16MHz, conexión USB, Jack de alimentación, conector ICSP y botón de reset. (Arduino. cl)

Arduino Mega incorpora todo lo necesario para que pueda trabajar con una computadora ya que al conectarse esta lo reconoce automáticamente como un teclado, mouse joystick, etc. Arduino Mega trabaja con un voltaje de alimentación de 7 a 12 volts DC y estos pueden ser suministrados al conectarse a un computador o a su vez por una fuente externa DC. (Arduino. cl)

Las características de Arduino Mega son:

Micro controlador: ATmega2560

Voltaje Operativo: 5V

Voltaje de Entrada: 7-12V

Voltaje máximo de entrada: 6-20V

Pines digitales de Entrada/Salida: 54 (14 PWM)

Pines análogos de entrada: 16

Corriente DC por cada Pin Entrada/Salida: 40 mA

Corriente DC entregada en el Pin 3.3V: 50 mA

SRAM: 8KB

EEPROM: 4KB

Clock Speed: 16 MHz (Garcia Gonzales, 2013)

### 3.2.3.2 *Sensor fotoeléctrico FC- SPX303*

El sensor fotoeléctrico FC- SPX303 consta de un emisor y receptor de luz, este responde al cambio de intensidad de luz en el receptor. Este sensor fotoeléctrico cuenta con un transductor fotoeléctrico que es el encargado de transformar la luz en una señal eléctrica. Consta de 4 cables para su funcionamiento voltaje de alimentación de 5v, gnd y dos cables de señal.

Las características del sensor fotoeléctrico FC- SPX303 son:

Modelo: FC-SPX303/FC-SPX303P

Detección de distancia: 5mm

Fuente de luz: 940nm infrarrojos 940nm luz modulada

Voltaje de funcionamiento: DC12-24V  $\pm$  10%

Consumo de corriente: 15mA Max

Tipo de salida: N = NPN, P = PNP.

Protección circuito: Protección contra polaridad inversa y protección contra cortocircuitos

Tiempo de respuesta: 0.3 ms Max

Resistencia de aislamiento: 20M $\Omega$ min. (DC500V)

Temperatura de funcionamiento: (-10; 50) °C

#### 3.2.3.3 *Pantalla LCD 20x4.*

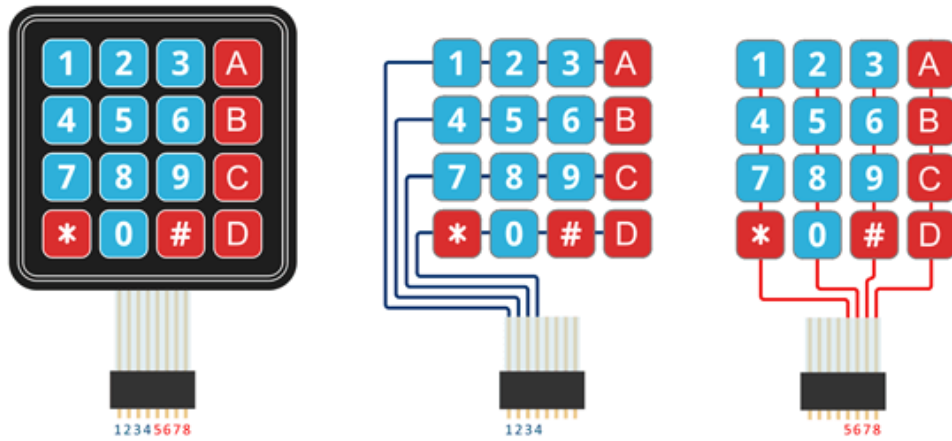
La pantalla LCD (acrónimo de "cristal líquido" en inglés) es una pantalla pequeña y delgada que está constituida por un determinado número de píxeles los cuales son colocados en la parte delantera de una fuente de luz. En una pantalla LCD cada pixel está constituido por una capa de moléculas dispuestas entre dos electrodos y dos filtros de polarización. El cristal líquido permite que la luz pase de un polarizador al otro. (Bembibre, 2008)

El LCD tiene diversas características como son: regulación de contraste tensión de alimentación 5V, texto en color negro y blanco e interfaz analógica. Un LCD sin importar el tamaño de su pantalla es compatible con diversos micro controladores como Arduino con cualquiera de sus plataformas. (Bembibre, 2008)

#### 3.2.3.4 *Teclado Matricial 4x4*

Un teclado matricial es un dispositivo que agrupa varios pulsadores y permite controlarlos empleando un menor número de líneas de comunicación que las que se utilizaría de forma individual. En este dispositivo se agrupan los pulsadores en filas o columnas como una matriz NxM siendo las disposiciones más comunes: 3x3, 3x4 y 4x4. (Llamas, 2016)

Para detectar la pulsación de una tecla se hace referencia a la lectura de un pulsador de dos posiciones. Se coloca a tierra un extremo del pulsador, y el otro se lo conecta a una entrada digital con una resistencia de pull-up. (Llamas, 2016)



**Figura 10-3:** Teclado Matricial  
Fuente: Llamas (2016)

### 3.2.3.5 Impresora térmica TTL

La impresora térmica es aquella que no utiliza impacto al momento de plasmar los caracteres que se desea imprimir, sino utiliza calor para imprimir en un tipo de papel sensible al calor denominada papel térmico. La mayoría de estas impresoras utilizan un protocolo de comunicación TTL que las hace capaces de comunicarse con cualquier micro controlador. (Impresoras)



**Figura 11-3:** Impresora térmica  
Fuente: (Dynamo Electronics)

La impresora térmica cuenta con un cabezal térmico que es el encargado de imprimir o reproducir las imágenes letras o números sobre el papel.

Este cabezal térmico está constituido de numerosos pins los cuales aumentan su temperatura mediante la utilización de una resistencia y de esta forma el papel térmico

queda impreso. El cabezal térmico es el encargado de decidir que pins deben aumentar su temperatura para que la imagen letra o número sea impreso. (Impresoras)

### 3.2.4 *Funcionamiento de la quinta rueda óptica*

El instrumento denominado quinta rueda óptica debe ser anclado a la carrocería del autobús como se muestra en la siguiente imagen.



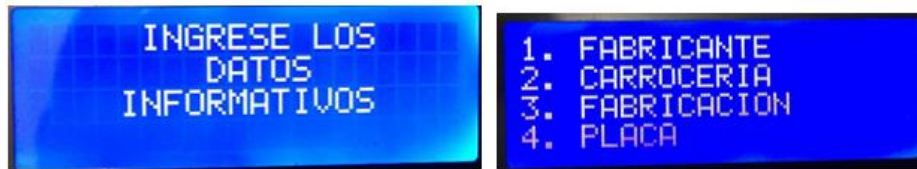
**Figura 12-3:** Tercera rueda óptica aplicación  
Fuente: Autores



**Figura 13-3:** Aplicación tercera rueda óptica  
Fuente: Autores

Luego de aquello se debe proceder a encender el equipo e introducir los datos informativos del mismo tales como: TIPO DE CARROCERIA, FABRICANTE, AÑO DE FABRICACION Y AÑO.





**Figura 14-3:** Ingreso de datos

Fuente: Autores

Una vez ingresados los datos informativos del vehículo se procede a la etapa dos, proceso el cual consiste en la toma de datos de velocidad distancia y tiempo.



**Figura 15-3:** Inicio de pruebas

Fuente: Autores

Al encenderse el led de color blanco indica que el equipo está listo para empezar la etapa de pruebas. El circuito empezara el registro del tiempo y velocidad de forma autónoma en el instante que detecte el movimiento de la rueda fónica instalada en el neumático de la estructura y detendrá la adquisición de datos automáticamente cuando se detecte que el vehículo ha alcanzado la velocidad de 40km/h como indica la norma INEN 1668.



**Figura 16-3:** Resultados

Fuente: Autores

El proceso de adquisición de datos se repetirá tres veces como lo menciona dicha norma, se promediarán los tres datos de distancia y velocidad, y la unidad de control dictará una sentencia sobre si el autobús aprueba o no el ensayo de aceleración en plano, luego de aquello se podrá imprimir el reporte físico.

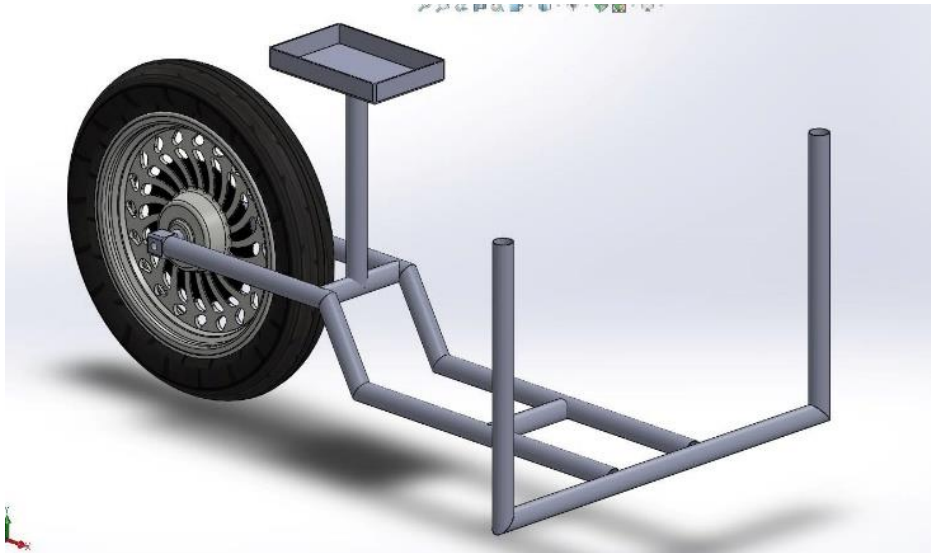
## CAPÍTULO IV

### 4. CONSTRUCCIÓN DE LA QUINTA RUEDA ÓPTICA

#### 4.1 Construcción mecánica

En el siguiente capítulo se pone a consideración todos los procesos y materiales necesarios para la construcción física de la parte mecánica del instrumento denominada quinta rueda óptica.

En la figura 4-23 se encuentra el diseño final correspondiente a la estructura de la quinta rueda óptica el cual es el punto de partida para la construcción.



**Figura 1-4:** Modelado quinta rueda óptica

**Fuente:** Autores

Para iniciar con la construcción de la parte mecánica de la quinta rueda óptica se deben obtener los materiales y herramientas necesarias, los cuales se detallan a continuación:

- Rueda de motocicleta
- Tubo redondo
- Tornillo o eje de rotación
- Electrodo
- Acero cuadrado
- Dobladora de tubo hidráulica
- Taladro
- Prensa hidráulica

Para la realización de la estructura se procedió a cortar cada una de las partes con la medida adecuada.



**Figura 2-4:** Corte de tubo

Fuente: Autores

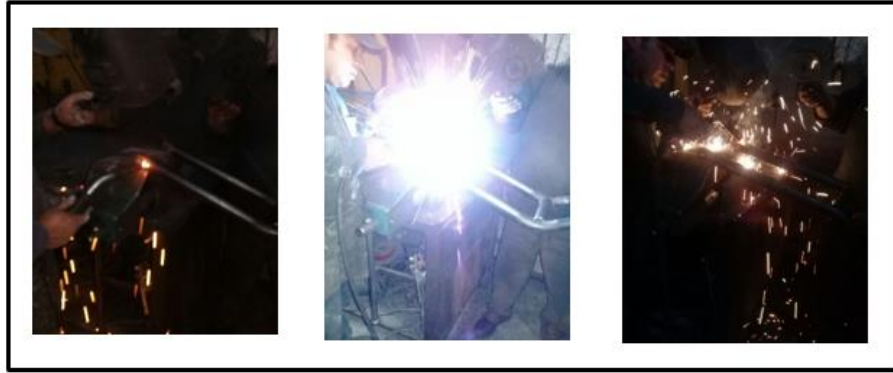
Con todas las partes de la estructura cortadas a la medida requerida, se procedió a realizar los dobleces con la maquina hidráulica en cada uno de los puntos necesarios como se muestra en la figura 4-25.



**Figura 3-4:** Dobleces en el tubo

Fuente: Autores

Al tener listos todos los elementos correctamente doblados, se procede a soldar cada uno de los elementos entre sí.



**Figura 4-4:** Soldado de piezas

Fuente: Autores

Obtenida la estructura principal, el siguiente paso es acoplar esta estructura a la rueda de motocicleta.



**Figura 5-4:** Acoplamiento de la estructura

Fuente: Autores

Conseguida toda la estructura soldada, se procede a ubicar en el lugar donde ira colocada la rueda, un acople en el cual se pueda atornillar al pasador o eje de rotación que tendrá la rueda

Para aquello se debe contar con una masa solida de acero figura 4-28.



**Figura 6-4:** Elementos de acople

**Fuente:** Autores

Contado con el material adecuado, se procedió a acondicionarlo para que uno de los extremos pueda ser introducido en el interior del tubo, dando así un mayor soporte y seguridad.



**Figura 7-4:** Elemento de adición

**Fuente:** Autores

El siguiente paso fue realizar una perforación a un costado del elemento para que pueda ser asegurado a la rueda.



**Figura 8-4:** Perforación de elementos

Fuente: Autores

Una vez que el elemento quedo listo, se procede a ensamblarlos introduciendo a presión la parte delgada dentro del tubo y asegurándolo bien con unos puntos de suelda.



**Figura 9-4:** Ensamble de elementos

Fuente: Autores

Cuando toda la estructura estaba completa, se acoplo esta estructura al neumático de la motocicleta. Lo primero que se hizo fue cortar dos pequeños trozos de tubo fijándose que sea capaces de entrar y que coincidan con la distancia que existe entre los dos tubos de la estructura



**Figura 10-4:** Acoplamiento de la rueda al neumático

Fuente: Autores

Cuando ya se tiene toda la estructura armada y para tener una mejor presentación del equipo, se ha procedido a masillar todas las partes donde existan uniones soldadas y así eliminar a la vista las imperfecciones causadas por la soldadura y luego lijar todas las partes masilladas logrando así acabados más lisos.



**Figura 11-4:** Arreglos estéticos

Fuente: Autores

Luego de masillar la estructura se procede a pintar la misma para protegerla de la corrosión y lograr un acabado superficial óptimo.



**Figura 12-4:** Estructura pintada

Fuente: Autores

A continuación, se procede a acoplar la rueda a la estructura obteniendo así la parte mecánica terminada.



**Figura 13-4:** Estructura Pintada

Fuente: Autores



## 4.2 Construcción electrónica

### 4.2.1 Armado del circuito en Project board

A continuación, se realizó la conexión de los elementos principales que se necesitó en la construcción de circuito en un Project board, esto se realizó para poder analizar cuál fue la posición más adecuada de cada uno de los elementos y como se debió realizar la conexión de cada uno de ellos evitando así que existiesen malas conexiones que pudieran haber provocado daños y ocasionar gastos extras.

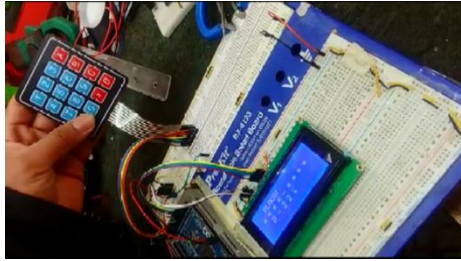
Para realizar la conexión se requirió de los siguientes elementos:

- 1 Project board
- Cables macho-macho
- 1 Arduino Mega
- 1 LCD 14X4

**Arduino Mega.-** El Arduino es el corazón de la conexión ya que en el fueron conectados todos los elementos ya sea de forma directa o mediante la utilización de un Project board, ya que el Project board permite una mejor distribución y orden de los elementos, se optó por utilizarlo.

**Conexión del teclado matricial 4X4.-** Como se describió anteriormente, el teclado alfanumérico 4X4 que se decidió emplear consta con 8 conexiones las cuales fueron conectadas a una señal digital en el Arduino que se empleó, el funcionamiento de este tipo de teclado está relacionado a una matriz, cada una de las teclas tiene una conexión única entre una fila y una columna dando así su posición al momento de presionar cada una de ellas.

El teclado matricial puede ir conectado directamente al Arduino por medio de sus pines o primero ser conectado al Project board y luego al Arduino. Para realizar la conexión simplemente se debe conectar directamente a 8 conexiones digitales del Arduino, lo más complicado que se encontró fue la programación.



.....**Figura 14-4:** Conexión teclado-Arduino  
 .....**Fuente:** Autores

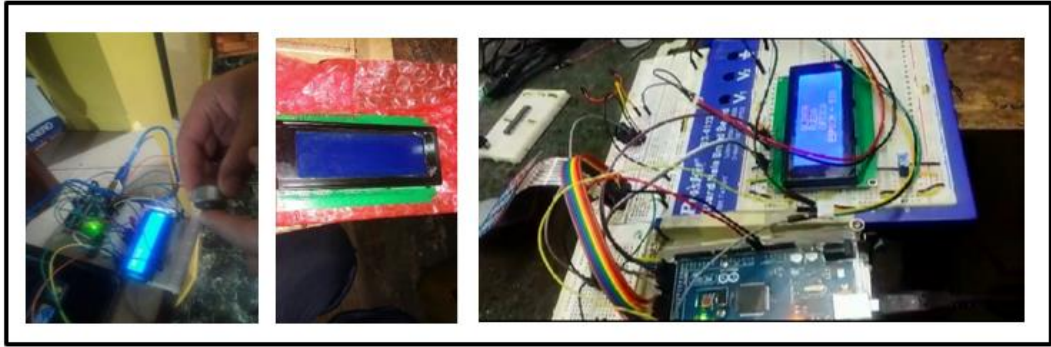
**Conexión del LCD 14X4.-** En este caso se empleó un LCD 20X4 ya que permite una mayor visualización a un precio muy reducido.

**Tabla 1-4:** Interfaz de la función

INTERFACE PIN FUNCTION		
PIN N°.	SYMBOL	FUNCTION
1	$V_{ss}$	Ground
2	$V_{co}$	+ 3v or + 5v
3	$V_o$	Contrast adjustment
4	RS	H/L register select signal
5	R/W	H/L read/write signal
6	E	H – L enable signal
7	DB0	H/L data bus line
8	DB1	H/L data bus line
9	DB2	H/L data bus line
10	DB3	H/L data bus line
11	DB4	H/L data bus line
12	DB5	H/L data bus line
13	DB6	H/L data bus line
14	DB7	H/L data bus line
15	A	Power supply for LED (4.2 V)
16	K	Power supply for B/L (0 V)
17	NC/ $V_{EE}$	NC or negative voltaje output
18	NC	NC connection

**Realizado por:** Autores

**Fuente:** <https://itp.nyu.edu/physcomp/lessons/microcontrollers/microcontroller-pin-functions/>

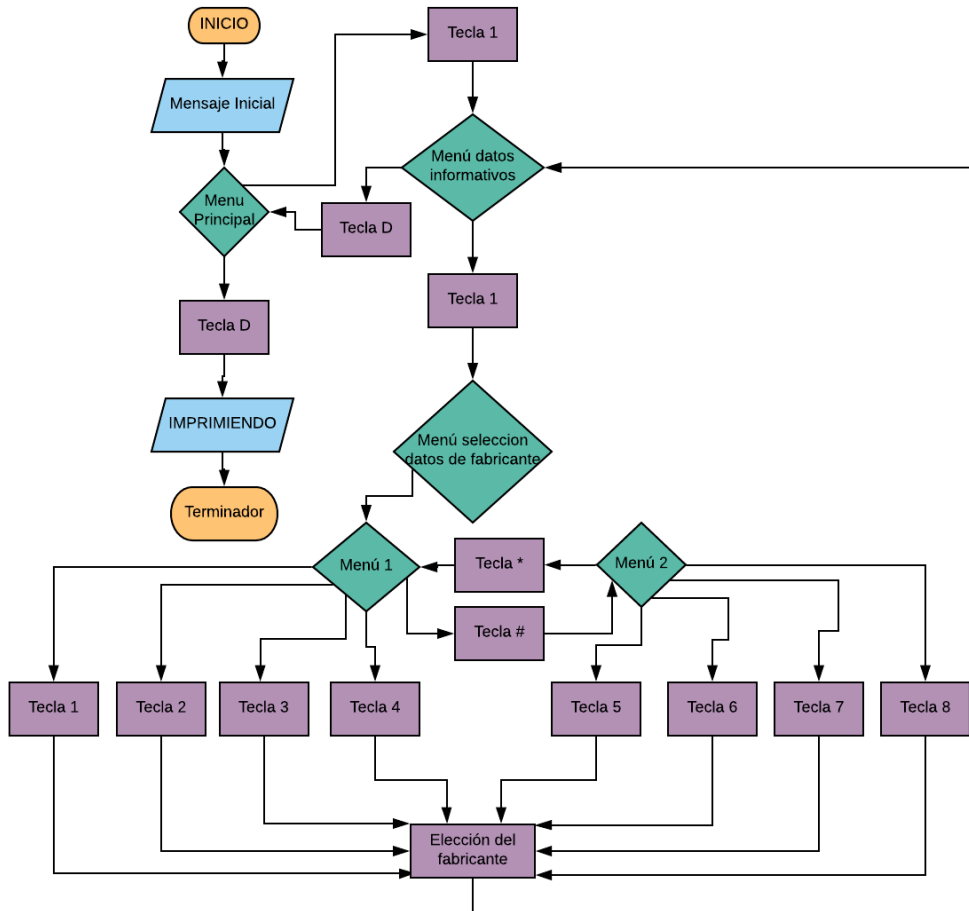


**Figura 15-4:** Ensamblaje de piezas

**Fuente:** Autores

## 4.2.2 Desarrollo de programación

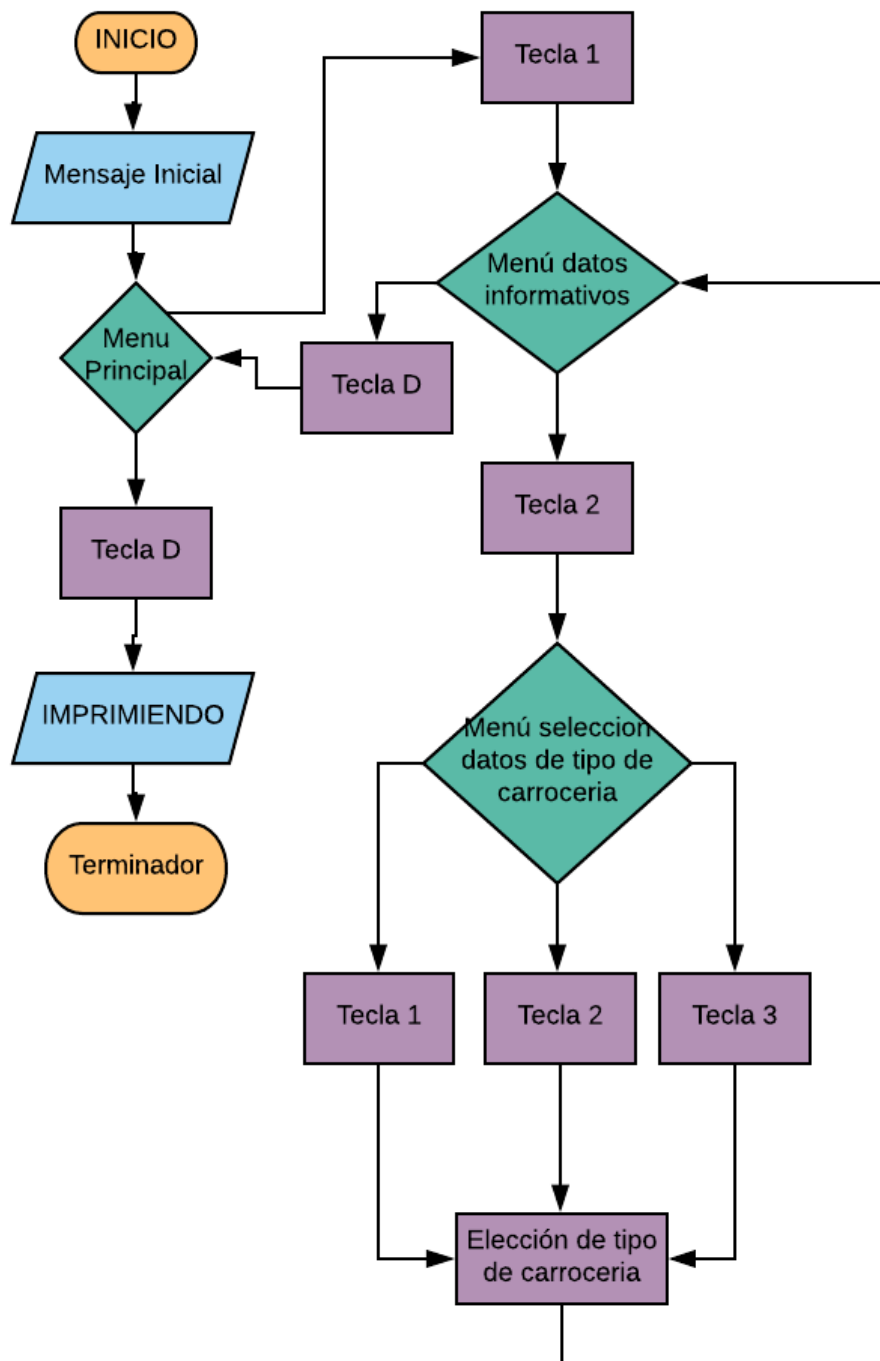
### 4.2.2.1 Elección del fabricante



**Gráfico 1-4:** Diagrama elección del fabricante

Fuente: Autores

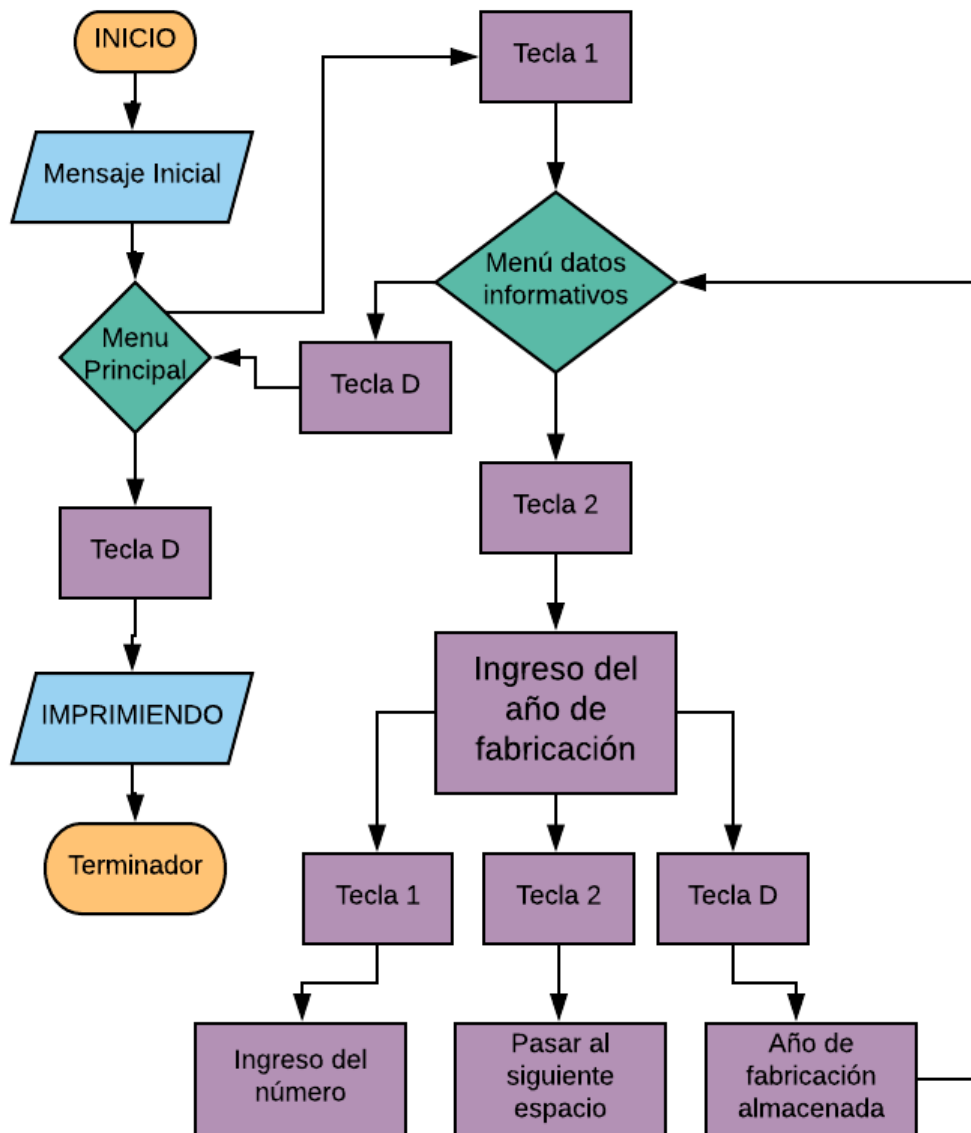
#### 4.2.2.2 Elección del tipo de carrocería



**Gráfico 2-4:** Diagrama elección tipo de carrocería

Fuente: Autores

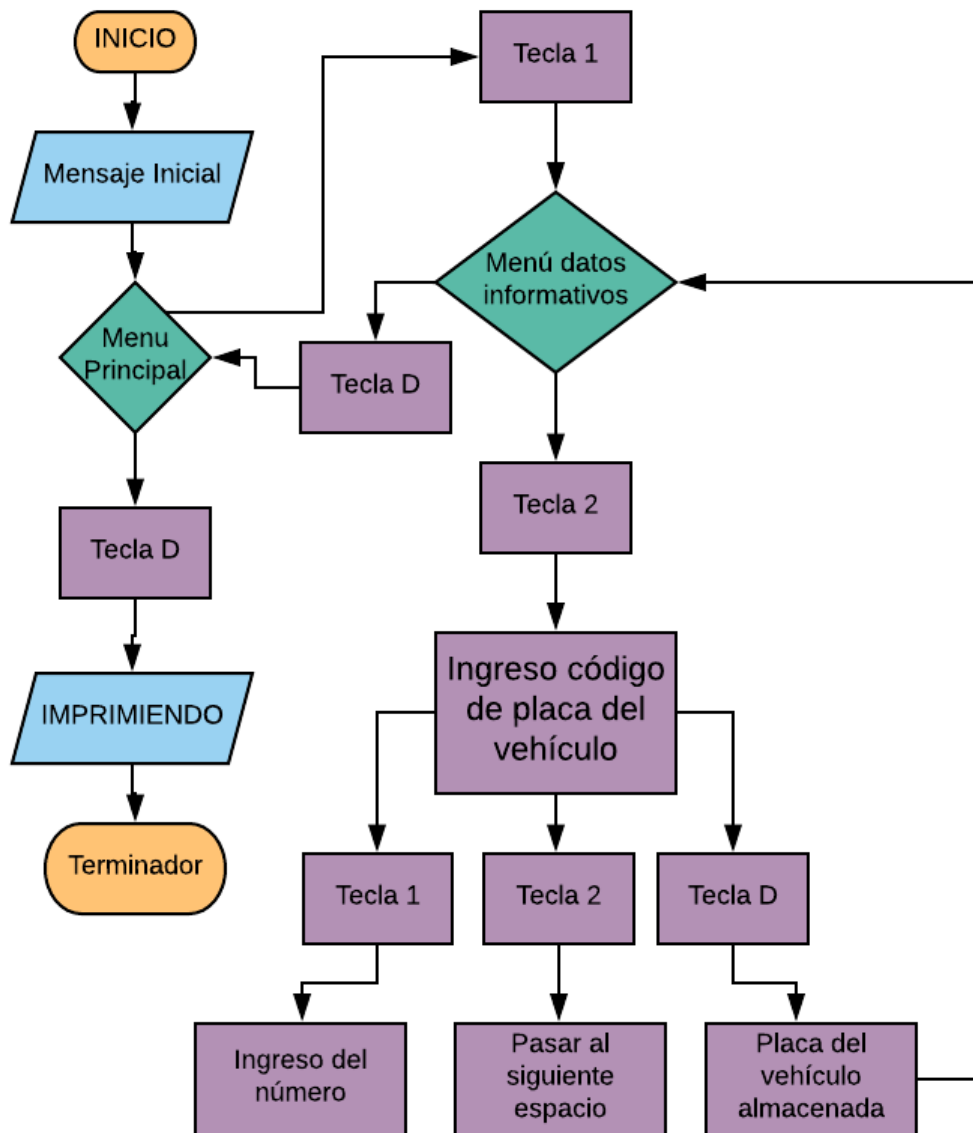
### 4.2.2.3 Ingreso del año de fabricación



**Gráfico 3-4:** Ingreso de datos

Fuente: Autores

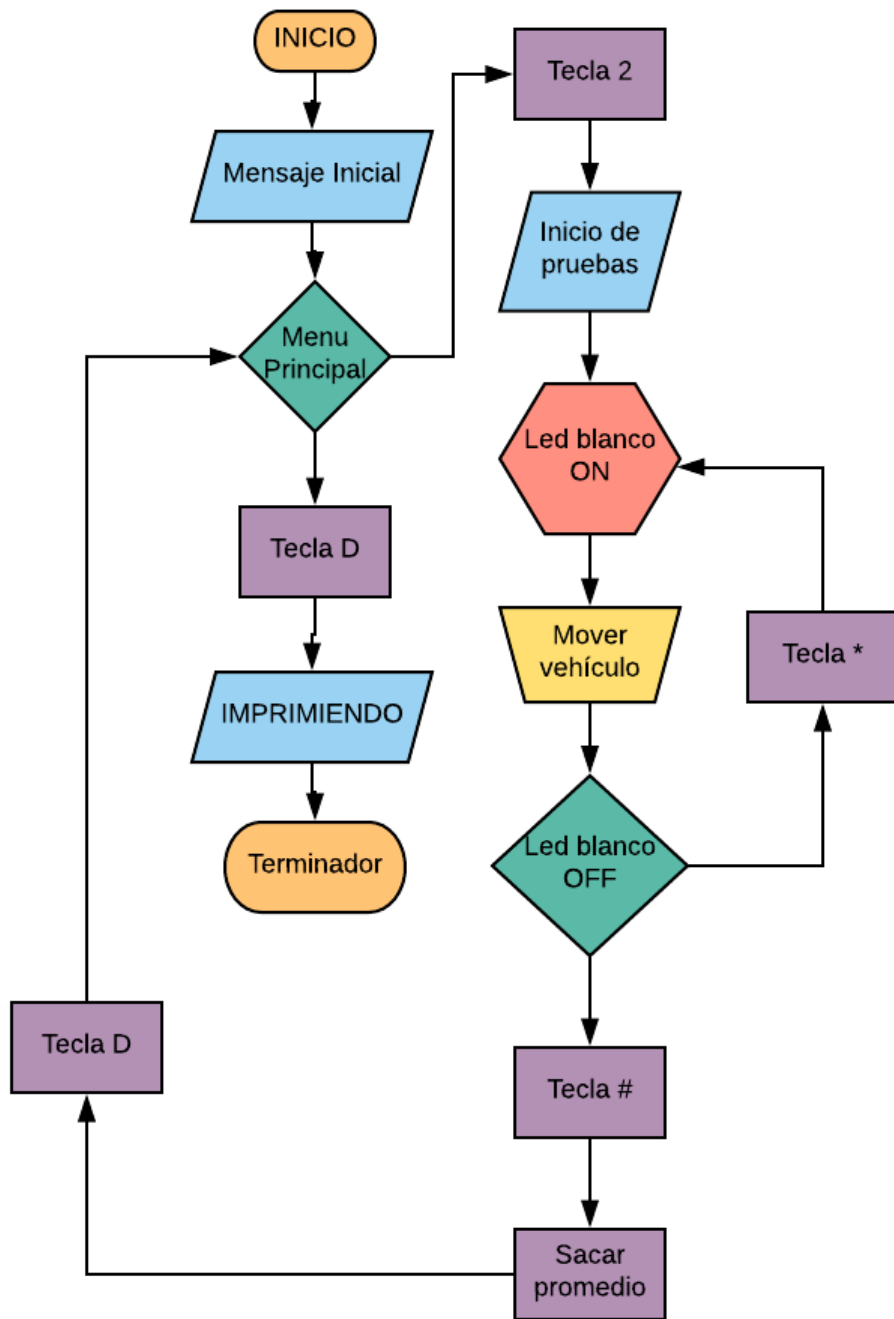
#### 4.2.2.4 Ingreso de datos de la placa



**Gráfico 4-4:** Ingreso de datos a la placa

Fuente: Autores

4.2.2.5 Pruebas



**Gráfico 5-4:** Pruebas

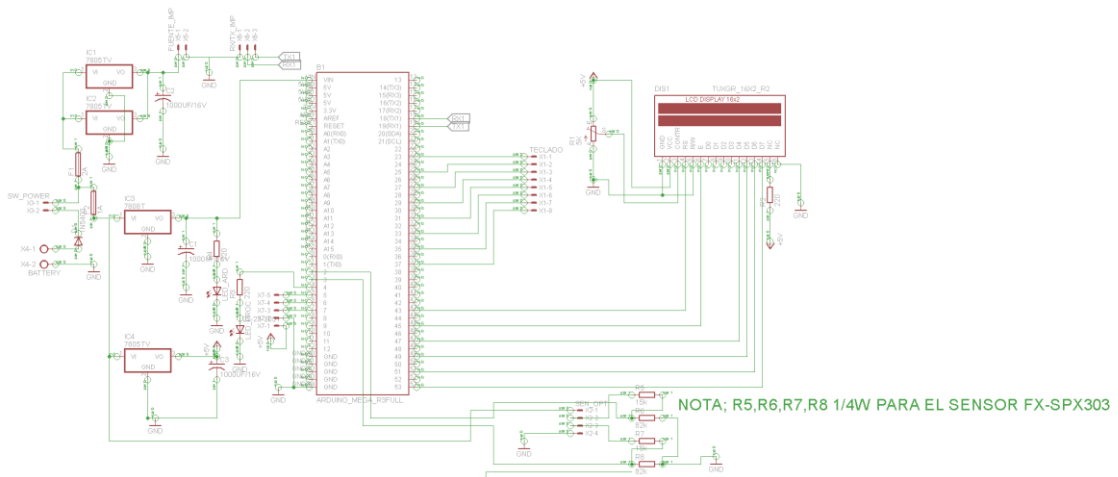
Fuente: Autores



### 4.2.3 Desarrollo del circuito en EAGLE 6.3.0 PROFESSIONAL

Mediante la utilización del programa EAGLE 6.3.0 PROFESSIONAL fue posible la obtención de la placa en donde fueron incorporados todos los elementos requeridos para la elaboración del circuito. Este programa permite la obtención de un diagrama el cual puede ser impreso y mediante el método del planchado que se utilizó a continuación transportarlo a la placa.

Mediante la utilización del software EAGLE 6.3.0 PROFESSIONAL fue posible colocar todos los elementos que utiliza el circuito, como son los elementos principales y los elementos de protección como se muestra en el gráfico 4-10.

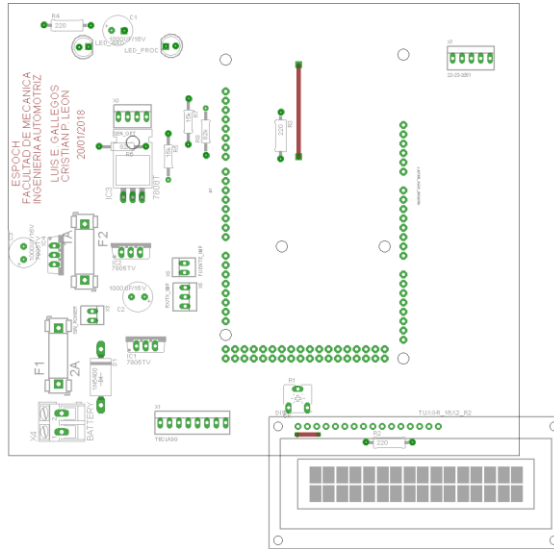


**Gráfico 6-4:** Circuito

Fuente: Autores

Para una mejor comprensión y distribución del circuito, todos los elementos que serán utilizados deben estar colocados de una manera ordenada ya que con esta ubicación se generara la placa y deben estar posicionados de tal manera que un elemento no interfiera con otro como se puede apreciar en el grafico 4-6.

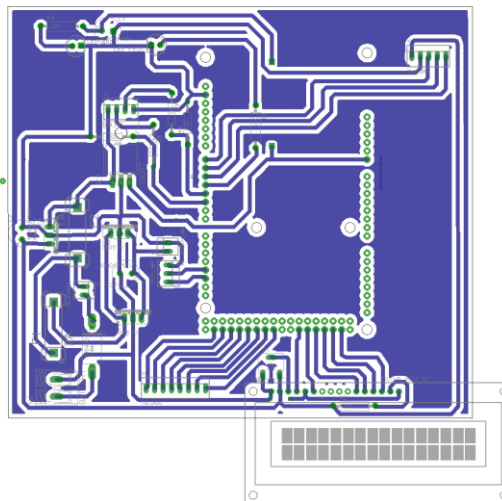
Una vez que se tiene todos los elementos colocados en el programa y posicionados de una manera correcta, es posible generar la disposición que tendrá en la placa.



**Gráfico 7-4:** Disposición en la placa

**Fuente:** Autores

Comprobado que todos los elementos estén posicionados correctamente, el siguiente paso fue la generación de la vista preliminar de cómo estará el diagrama que será colocado en la placa, una vez verificado que todo se encuentre correcto, se procede a imprimir el papel en donde se encuentra el diagrama y que posteriormente será empleado para la realización de la placa.

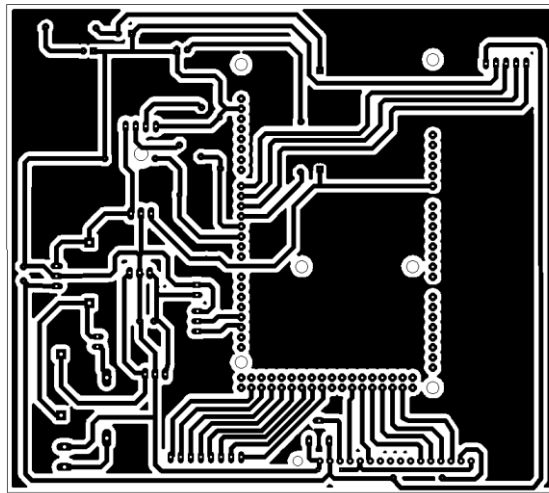


**Gráfico 8-4:** Circuito

**Fuente:** Autores

#### 4.2.4 *Elaboración de la placa del circuito*

Para poder transferir la imagen del diagrama de un circuito a una placa fue necesario la utilización de un método denominado método de transferencia de calor o lo que comúnmente se conoce como método del planchado, para poder emplear este método se debe contar con elementos indispensables como es una impresora del tipo Laser o una fotocopiadora.



**Gráfico 9-4:** Circuito en la placa

**Fuente:** Autores

##### 4.2.4.1 *Obtención del diagrama*

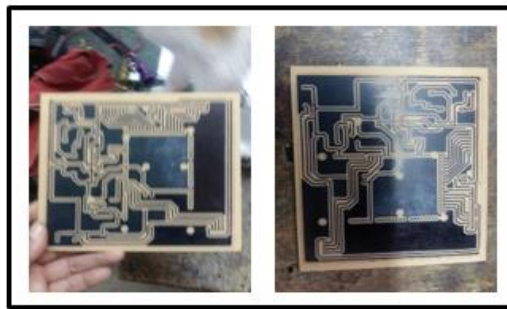
Como se mencionó anteriormente para poder obtener el diagrama es necesario imprimirlo en una impresora láser o en una fotocopiadora ya que gracias al método de impresión que tienen estos elementos es posible transferir la impresión a una baquelita, también es requerido un papel especial denominado TRANSFER.

Este papel tiene características especiales que le permiten resistir temperaturas muy elevadas y no sufre deformaciones, es recomendable que antes de imprimir en el papel especial se imprima en papel común para que no existan fallas.

#### 4.2.4.2 Preparación de la placa

Una vez obtenida la impresión del diagrama en una hoja TRANSFER, es posible transferirlo a la baquelita pero antes se recomienda cortar la parte donde está el diagrama sin topar los bordes del mismo para no dañar el resto del papel con la manipulación.

La baquelita debe encontrarse en condiciones óptimas, es decir, si en ella existe algún rayón es recomendable corregir los defectos con un papel de lija 1200, ya que se corrigieron las imperfecciones se debe limpiar con algodón mojado en alcohol.



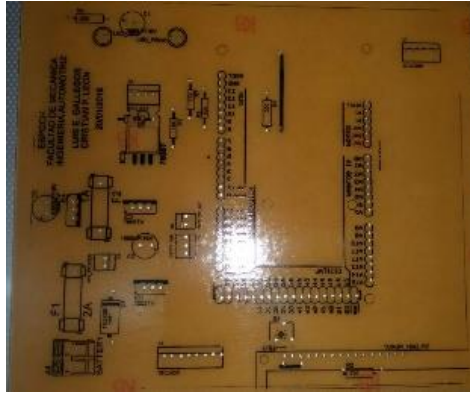
**Figura 16-4:** Placa final

**Fuente:** Autores

#### 4.2.4.3 Gravado de la placa

Para poder realizar la transferencia se debe colocar el papel del lado que esta la tinta contra el lado que está el cobre de la baquelita, una vez que ya se tiene colocado el papel y la baquelita adecuadamente y asegurado.

Se procede a calentarlo con una plancha frotando por encima del papel, al momento que se aplica calor se transferirá la tinta del papel al cobre de la baquelita. Para poder retirar el papel de la baquelita es necesario primero dejar que se enfríe por completo ya que si se extrae en caliente es posible que parte de la impresión se despegue de la baquelita.



**Figura 17-4:** Gravado en la Placa

**Fuente:** Autores

#### 4.2.4.4 *Lavado de la placa*

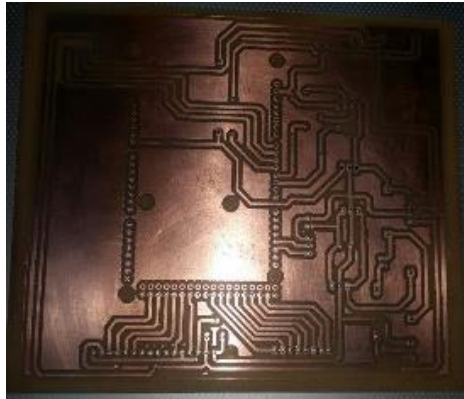
Lo siguiente que se debe realizar es eliminar todo el cobre excedente de tal manera que solo quede en la baquelita las pistas necesarias, esto es necesario ya que solo deben quedar las pistas por donde se transferirá la corriente y así evitar un daño de los componentes electrónicos.

Para quitar el excedente de material, suele utilizarse un líquido tóxico llamado peróxido de hierro, se vierte este líquido en un recipiente y a continuación se procede a colocar la placa dentro del líquido, hay que tener cuidado ya que el ácido es corrosivo e irrita la piel.

Al sumergir la baquelita dentro del líquido, este líquido reacciona con el cobre de la baquelita haciendo que esta se disuelva y gracias a la tinta colocada, esta tiene como finalidad proteger el cobre, de esta manera se disuelve todo el cobre excepto la parte donde se encuentra la tinta.

Cuando el ácido haya eliminado el metal excedente, se procede a sacar la baquelita y lavarlo con abundante agua y por último se procede a colocar bicarbonato de sodio encima de la placa, esto se realiza ya que el bicarbonato es una base y neutraliza el ácido evitando así que se siga disolviendo el cobre, al final se lo debe secar totalmente y eliminar la tinta con un poco de alcohol.

Para estar seguros que el resultado haya sido favorable, es recomendable que mediante la utilización de un multímetro se compruebe la continuidad entre cada una de las líneas de conexión del diagrama.

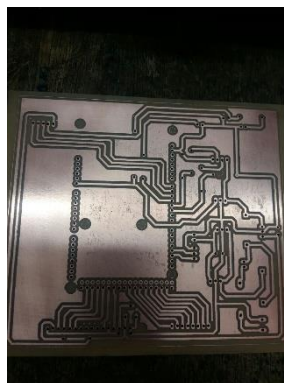


**Figura 18-4:** Lavado de la placa

Fuente: Autores

#### 4.2.4.5 *Perforado de la placa*

Una vez que ya se tiene la placa lista sin ninguna impureza y también libre de la tinta colocada con anterioridad, se procede a realizar la perforación con un taladro y con la broca requerida teniendo en cuenta el diámetro de los alambres de cada uno de los componentes, este proceso debe ser realizado con suma precaución ya que las perforaciones deben ser en los lugares específicos y de tal manera que se debe evitar el daño del cobre.



**Figura 19-4:** Placa perforada

Fuente: Autores

#### 4.2.4.6 Montaje de componentes

Para facilitar el montaje de los elementos que conformaran el circuito, se recomienda que en la parte posterior de la baquelita donde no contiene cobre, se imprima la localización de los elementos, esto facilita la perforación y también ayuda al momento de colocar los elementos, el programa también indica la ubicación de cada uno de los elementos.

Una vez que ya se tiene perforada la placa y localizada la ubicación de cada elemento, mediante la utilización de un cautín y estaño se procede a soldar cada uno en su respectivo lugar.



**Figura 20-4:** Montaje de componentes

Fuente: Autores

### 4.3 Ensamblaje

Una vez montados los componentes en la placa se procede a sujetarlos y compactarlo en una caja la cual protegerá a los componentes del exterior y se sujetará en la estructura



**Figura 21-4:** Ensamblaje

Fuente: Autores

Una vez que ya se tiene la parte electrónica y la parte mecánica del mecanismo, está completo el equipo para realizar las diferentes pruebas y en lo posterior realizar el ensayo de aceleración en plano.



**Figura 22-4:** Ensamblaje Final

Fuente: Autores



## CAPITULO V

### 5. RESULTADOS OBTENIDOS Y MANUAL DE USUARIO DE LA QUINTA RUEDA OPTICA.

#### 5.1 Resultados Obtenidos

La construcción de carrocerías interprovinciales intraprovinciales y urbanos según la norma INEN 1668 debe finalizar con el ensayo de aceleración en el plano utilizando el instrumento denominado la quinta rueda óptica. Para la realización del ensayo, se debe disponer de un bus de carrocería interprovincial, intraprovincial o urbano y se debe prepararlo como indica la norma INEN 1668, una recta prolongada de aproximadamente 100 metros y la quinta rueda óptica.

Para poder comprobar el correcto funcionamiento y la fiabilidad del equipo construido este se puso a prueba en tres carrocerías de buses interprovinciales obteniendo los siguientes resultados.

Antes de emplear el equipo para realizar las pruebas de evaluación de las diferentes carrocerías, es imprescindible realizar la validación del equipo, estas pruebas piloto se deben realizar con las mismas condiciones a las cuales se va a realiza las pruebas reales, se recomienda entre 14 y 30 pruebas para poder analizar los datos y poder validar el equipo. (Corral, 2009)

#### VALIDACIÓN

Para realizar la validación del equipo, se ha tomado el método del coeficiente alfa de Cronbach, este método estadístico es empleado para evaluar la confiabilidad de un instrumento para recolección de datos, mediante la aplicación de la siguiente formula. (Corral, 2009)

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left( 1 - \frac{Si^2}{St^2} \right)$$

$\alpha$  = Coeficiente de Crombach

$k$  = Numero de formularios realizados

$Si^2$  = Suma de varianza

$St^2$  = Varianza total columnas

**Tabla 1-5:** Tabla de resultados (tiempo)

N° de formulario	Pruebas			Total
	P1	P2	P3	
1	15	15	15	45
2	16	17	16	49
3	15	15	15	45
4	17	16	17	50
5	16	16	16	48
6	16	16	16	48
7	17	16	16	49
8	15	15	15	45
9	16	17	16	49
10	15	15	15	45
11	16	17	16	49
12	17	16	17	50
13	15	15	15	45
14	17	15	16	48
Promedio	15,93	15,79	15,79	Varianza total columnas
Des Estándar	0,83	0,80	0,70	
Varianza	0,69	0,64	0,49	
Suma varianza	1,82			4,12
		alfa de Cronbach		0,60

Realizado por: Autores

Fuente: Autores

El coeficiente alfa de Cronbach es un coeficiente de correlación, sus valores oscilan entre 0 y 1, entre las escalas empleadas se tiene las mostradas en la tabla 5-10.

**Tabla 2-5:** Escala de interpretación de la magnitud del coeficiente de correlación.

<b>Coefficiente de correlación</b>	<b>Magnitud</b>
<b>0,70 a 1,00</b>	Muy fuerte
<b>0,50 a 0,69</b>	Sustancial
<b>0,30 a 0,49</b>	Moderada
<b>0,10 a 0,29</b>	Baja
<b>0,01 a 0,09</b>	Despreciable

**Realizado por:** Sierra Bravo

**Fuente:** Tomado de Sierra Bravo (2001)

Según la tabla 5-9 se tiene que el coeficiente alfa de Cronbach es de 0,6 y comparando con la tabla 5-10 se tiene que está dentro de un rango sustancial, esto quiere decir que el equipo tiene la confiabilidad suficiente para realizar las pruebas de campo con efectividad.

Carrocería interprovincial cepeda

1.- Selección de la recta para el ensayo y acople del instrumento a la carrocería.



**Figura 1-5:** Ensayo con la quinta rueda óptica

**Fuente:** Autores

2.- Ingreso de datos informativos del autobus a ensayar.



**Gráfico 1-5:** Datos Informativos

**Fuente:** Autores

3.- En la etapa de adquisición de datos se obtuvo los siguientes resultados

La quinta rueda óptica al terminar las tres lecturas, realiza un promedio de las medidas de distancia y tiempo las cuales se encuentran detalladas en la hoja de resultados y en base a esto emite una sentencia sobre si el autobús aprueba o no este ensayo.

Como se puede observar el autobús en el que se realizó el ensayo y así como también los dos autobuses adicionalmente ensayados aprueban el ensayo de aceleración en el plano.

ENSAYO DE ACELERACION EN PLANO ESPOCH - EIA 5/6/2018 11:6:26	ENSAYO DE ACELERACION EN PLANO ESPOCH - EIA 21/5/2018 16:47:6	ENSAYO DE ACELERACION EN PLANO ESPOCH - EIA 5/6/2018 10:48:22
DATOS INFORMATIVOS: FABRICANTE: YAULEMA JR TIPO DE CARROCERIA: INTER AÑO DE FABRICACION: 2 0 1 7 PLACA: V A A - 1 2 9 4	DATOS INFORMATIVOS: FABRICANTE: CEPEDA TIPO DE CARROCERIA: INTER AÑO DE FABRICACION: 2 0 1 6 PLACA: V A A - 1 3 4 2	DATOS INFORMATIVOS: FABRICANTE: MAYORGA TIPO DE CARROCERIA: URBANO AÑO DE FABRICACION: 2 0 1 2 PLACA: V A C - 0 7 0 5
DATOS DE LAS PRUEBAS:	DATOS DE LAS PRUEBAS:	DATOS DE LAS PRUEBAS:
PRUEBA 1: DISTANCIA: 29.32m TIEMPO: 17s	PRUEBA 1: DISTANCIA: 25.87m TIEMPO: 15s	PRUEBA 1: DISTANCIA: 31.05m TIEMPO: 18s
PRUEBA 2: DISTANCIA: 31.62m TIEMPO: 17s	PRUEBA 2: DISTANCIA: 28.75m TIEMPO: 17s	PRUEBA 2: DISTANCIA: 28.17m TIEMPO: 15s
PRUEBA 3: DISTANCIA: 21.27m TIEMPO: 12s	PRUEBA 3: DISTANCIA: 30.47m TIEMPO: 17s	PRUEBA 3: DISTANCIA: 26.45m TIEMPO: 14s
PROMEDIOS: DISTANCIA: 27.41m TIEMPO: 15.33s	PROMEDIOS: DISTANCIA: 28.37m TIEMPO: 16.33s	PROMEDIOS: DISTANCIA: 28.56m TIEMPO: 15.67s
APRUEBA (X) NO APRUEBA ( )	APRUEBA (X) NO APRUEBA ( )	APRUEBA (X) NO APRUEBA ( )
El tren Motriz debe propulsar el autobus a 40km/h en 22,5segundos	El tren Motriz debe propulsar el autobus a 40km/h en 22,5segundos	El tren Motriz debe propulsar el autobus a 40km/h en 22,5segundos

**Figura 2-5:** Recolección de datos

Fuente: Autores

## 5.2 Manual de Usuario

### INTRODUCCIÓN

En el Ecuador existen una gran cantidad de empresas que se dedican a la fabricación de carrocerías para el transporte de pasajeros y para que estas carrocerías sean homologadas y validadas por un sinnúmero de normas, pero no todas las normas son cumplidas ya que en el país no existe el equipo requerido para dar cumplimiento a dichas normas y en especial no existe el equipo necesario para el cumplimiento de la NTE 1669 denominado como quinta rueda.

La quinta rueda está formada principalmente por un cuerpo estructural fabricado de tubo de acero diseñado para acoplarse a la carrocería del bus, por una parte, electrónica la cual es la encargada de recoger datos y realizar un promedio y una impresora la cual es la encargada de emitir los datos obtenidos durante el desarrollo de la prueba.

## Información sobre el uso de equipo

Antes de utilizar el equipo conocido como quinta rueda para la prueba de aceleración en plano, leer atenta y detalladamente este manual y seguir correctamente todas las instrucciones.

## Ubicación del equipo

La quinta rueda posee una batería de 12 v para su alimentación la cual debe ser conectada correctamente para evitar posibles fallas en el circuito y en la parte inferior de la estructura cerca de la rueda posee un sensor óptico el cual está conectado al equipo principal, además posee una impresora incrustado en la caja donde se encuentra el circuito, todos estos elementos es posible desmontarlos y para su posterior conexión tener precaución y no conectarlos de forma incorrecta.

## Precauciones

- Tener cuidado que el equipo no se moje ya que podría afectar el circuito.
- Conectar correctamente la alimentación del circuito.
- SI por algún motivo se desconecta la impresora, marcar la ubicación de cada conexión para evitar una conexión errónea.
- Mantener el equipo en un lugar libre de humedad.

## Ubicación de los elementos del equipo de comprobación



**Figura 3-5:** Ubicación de elementos

Fuente: Autores

1. Pantalla LCD
2. Impresora
3. Batería
4. Teclado
5. Luz indicadora de encendido
6. Luz indicadora de inicio de ensayo
7. Sensor óptico

### **Descripción general del equipo**

**Pantalla lcd:** Es un periférico de salida de equipo, el cual es el encargado de mostrar por medio de palabras lo que se va realizando en el equipo, ya sea el ingreso de datos como el desarrollo de la prueba.

**Impresora:** Es otro de los periféricos de salida del equipo, este nos permite obtener un informe tangible el cual puede ser adjuntado a un informe, la impresora entrega un papel en el cual consta la información del vehículo y los datos obtenidos en la prueba con su respectivo promedio y análisis.

**Batería:** El equipo puede ser alimentado por medio de una computadora o para facilitar su movilización por medio de una batería de 12 V

**Teclado:** Permite ingresar los datos informativos requeridos para la realización de la prueba de aceleración en plano y también permite navegar entre los diferentes menús, así como dar inicio y pasar entre las tres pruebas que se debe realizar.

**Luces indicadoras:** Existen dos luces indicadoras en el equipo, la luz de tonalidad roja informa que el equipo se encuentra en funcionamiento mientras que la luz de tonalidad blanca informa que el equipo está listo para realizar la prueba.

**Sensor óptico:** uno de los periféricos de entrada principal, un sensor óptico es capaz de contar las interrupciones o contar los pasos de luz infrarroja que el emisor del sensor envía al receptor.

Condiciones requeridas para el uso apropiado del equipo.

Para poder realizar el ensayo de una manera satisfactoria, se debe contar con un vehículo equipado de acuerdo con las especificaciones del fabricante. Se debe tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Se debe verificar el nivel de los fluidos del vehículo (aceite de caja, aceite de motor, refrigerantes y otros) y llenar a la máxima capacidad recomendada por el fabricante.
- Se debe contar con todos los neumáticos a su máxima presión recomendada por el fabricante.
- Se debe cargar el vehículo con un peso bruto vehicular (PBV).
- Se debe contar con una vía plana y recta de aproximadamente 200 metros para poder realizar cada una de las pruebas correctamente.

## MODO DE OPERACIÓN

Presionar el botón para encender el equipo y comprobar que el botón de funcionamiento se encuentre encendido.



**Figura 4-5:** Modo de operación

**Fuente:** Autores

Una vez que se ha presionado el botón de encendido del equipo, se debe encender la luz de color rojo y en la pantalla LCD mostrara un mensaje previo a la aparición del menú principal.





**Figura 5-5:** Modo de uso

Fuente: Autores

Ya que se ha encendido completamente el equipo, mostrara en la pantalla LCD el menú principal por el cual se puede ir navegando. Para seleccionar cualquiera de las opciones del menú, se debe presionar en el teclado el número correspondiente a cada una de las opciones.



**Figura 6-5:** Navegación

Fuente: Autores

Al momento que se selecciona la opción uno en el cual se puede ingresar los datos informativos, se desplegará un menú que costa de 4 opciones y de la misma manera que lo explicado anteriormente, para seleccionar cada una de las opciones, es necesario presionar en el teclado el número correspondiente a la opción que se desee introducir.



**Figura 7-5:** Selección de opciones

Fuente: Autores

Al presionar la opción uno correspondiente al número uno en el teclado, se seleccionará la opción donde es posible ingresar el nombre del fabricante de la carrocería, escogiendo entre ocho opciones pre-programadas en el equipo. Para seleccionar la opción correspondiente al fabricante de la carrocería del vehículo, es necesario presionar el número correspondiente de la opción en el teclado. Como en esta parte existen ocho opciones y no es posible colocar las ocho opciones en una sola pantalla, se ha dividido el menú en dos partes, para acceder a la segunda parte del menú se debe presionar la tecla numeral (#) en el teclado y si se desea volver al primer menú, se debe presionar la tecla asterisco (\*).



**Figura 8-5:** Opciones correspondiente al fabricante

Fuente: Autores

Una vez seleccionado el fabricante de la carrocería, la pantalla retrocederá al menú de selección de datos. Este menú ira apareciendo cada vez que se acabe de ingresar cada uno de los datos informativos.



**Figura 9-5:** Pasos para la selección

Fuente: Autores

Al presionar el número 2 en el teclado se puede ingresar a la opción donde se permite seleccionar el tipo de carrocería del vehículo.



**Figura 10-5:** Opción dos

Fuente: Autores

Con el teclado presionando la opción correspondiente a la deseada, seleccionamos el tipo de carrocería que tiene el bus que está siendo sometido a las pruebas.



**Figura 11-5:** Selección del tipo de carrocería

Fuente: Autores

Una vez ingresado el tipo de carrocería, volverá por si solo al menú en el cual se encuentran las opciones de ingreso de datos.



**Figura 12-5:** Ingreso de datos (carrocería)

Fuente: Autores

Al presionar el número tres en el teclado perteneciente al año de fabricación, será posible ingresar este dato.



**Figura 13-5:** Ingreso de datos (año)

Fuente: Autores

Para ingresar el año de fabricación se presiona el número uno para que empiece los números desde el cero hasta llegar al número deseado y para cambia al espacio del siguiente número, se debe presionar la tecla asterisco, una vez que ya se ha ingresado correctamente el año de fabricación, se presiona la tecla D en el teclado para guardar este dato en la memoria y volver al menú de selección de datos. Si por algún motivo existe algún número mal ingresado, presionamos la tecla D, volvemos al menú y repetimos el proceso.



**Figura 14-5:** Ingreso de datos (carrocería)

Fuente: Autores

Al presionar la tecla D en el teclado, se regresa al menú en donde es posible ingresar los datos faltantes.



**Figura 15-5:** Ingreso de datos (carrocería)

Fuente: Autores

Seleccionamos la opción 4 en el teclado correspondiente a ingresar las placas del vehículo que está siendo sometido a las pruebas. Para ingresar la placa del vehículo, se debe presionar la tecla uno en el teclado que permitirá ir cambiando de letra en letra hasta llegar a las requeridas en la primera parte y en la segunda parte de número en número y para poder cambiar a la siguiente posición de cada letra y número, es necesario presionar la tecla asterisco.



**Figura 16-5:** Ingreso de datos (carrocería)

Fuente: Autores

Una vez que se ha ingresado correctamente la placa, se presiona la tecla D en el teclado para almacenar y volver al menú de introducción de datos.



**Figura 17-5:** Ingreso de datos (carrocería)

Fuente: Autores

Ya que se tiene todos los datos informativos ingresados y se ha vuelto al menú de datos informativos, se debe presionar la tecla D en el teclado para guardar la información ingresada y volver al menú principal.



**Figura 18-5:** Ingreso de datos (carrocería)

Fuente: Autores

Una vez que se ha presionado la tecla D en el menú anterior, la pantalla vuelve al menú principal en el cual se tiene 1 opción de iniciar las pruebas.



**Figura 19-5:** Ingreso de datos (carrocería)

Fuente: Autores

Seleccionando el número 2 en el teclado, se escoge la opción del inicio de las pruebas. Al presionar la opción 2, aparecerá un mensaje que informa que las pruebas se han dado inicio y al mismo tiempo se encenderá la luz indicadora de color blanco la cual indica que se puede empezar con la primera prueba y luego aparecerá una tabla en donde se almacenaran los datos.



**Figura 20-5:** Ingreso de datos (carrocería)

Fuente: Autores

Una vez que ya se tiene esto, se da inicio a la primera prueba, siendo un total de 3 pruebas en cada uno de los vehículos, obteniendo así los primeros resultados.



**Figura 21-5:** Ingreso de datos (carrocera)

Fuente: Autores

Una vez que se ha almacenado los primeros datos, se apagara la luz indicadora blanca, para dar inicio a la siguiente prueba, se debe presionar la tecla asterisco en el teclado encendiéndose la luz blanca e indicando que se puede dar inicio con la siguiente prueba.



**Figura 22-5:** Ingreso de datos (carrocera)

Fuente: Autores

Una vez que se ha realizado las 3 pruebas y se ha obtenido los 3 datos necesarios saldrá de la siguiente manera.



**Figura 23-5:** Ingreso de datos (carrocera)

Fuente: Autores



Ya que se tiene los 3 datos necesarios, se debe presionar la tecla numeral (#) en el teclado y saldrá en la pantalla el promedio de los valores obtenidos y si el vehículo pasa o no la prueba y por último se presiona la tecla D para que estos datos se almacenen y para salir al menú principal



**Figura 24-5:** Ingreso de datos (carrocería)

**Fuente:** Autores

Ya que la pantalla se encuentra en el menú principal y para poder imprimir el informe se debe presionar la tecla D.



**Figura 25-5:** Ingreso de datos (carrocería)


**Fuente:** Autores

### 5.3 Plan de mantenimiento

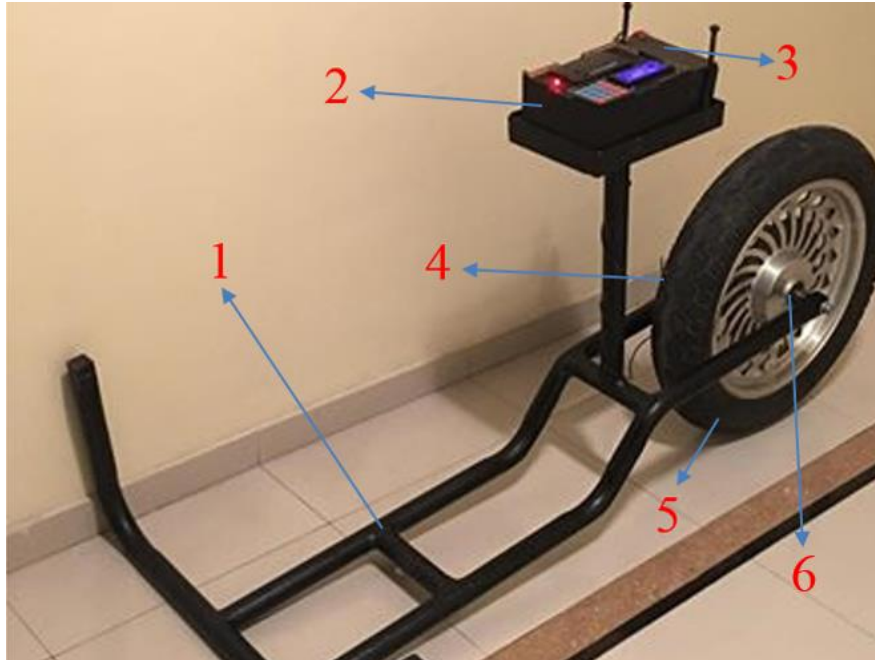
#### 5.3.1 Ficha técnica del equipo

Tabla 3-5: Ficha técnica del equipo.

	<b>QUINTA RUEDA ÓPTICA</b>	<b>Ficha:1-1</b>
		Código: FAME-EIA-QRO01
	<b>DATOS TECNICOS - PARTES PRINCIPALES</b>	Inventario:
		Manuales de Fabricante: SI
<b>Versión: 2018</b>	Escuela de Ingeniería Automotriz	Sección: Taller Automotriz

<b>FOTOGRAFÍA DELEQUIPO</b>	<b>DATOS DEL EQUIPO</b>		
	<b>Marca</b>	<b>Modelo</b>	<b>Serie</b>
			
	<b>Color</b>	<b>País de origen</b>	<b>Capacidad</b>
	Negro	Ecuador	
	<b>CARACTERÍSTICAS GENERALES</b>		
	<b>DATOS DEL MOTOR</b>		
	<b>Marca</b>		<b>TIPO</b>
			<b>HE</b>
	<b># Fases</b>		<b>RPM</b>
	<b>Voltaje</b>		<b>Hz</b>

	<b>Amperios</b>		<b>kW</b>	
<b>TIPO DE MOTOR</b>				
<b>Corriente Continua</b>				
<b>PARTES IMPORTANTES</b>				




#	DENOMINACIÓN
1	ESTRUCTURA
2	CAJA DE CONTROL
3	BATERÍA
4	SENSOR ÓPTICO
5	NEUMÁTICO
6	RODAMIENTOS DEL NEUMATICO

Realizado por: Autores



Fuente: Autores

### 5.3.2 Banco de ejecución de tareas



**Tabla 4-5:** Banco de ejecución de tareas

	<b>BANCO DE TAREAS DE MANTENIMIENTO DE CADA EQUIPO</b>
	TABLA DE TAREAS DE MANTENIMIENTO
Versión: 2018	TALLER AUTOMOTIZ


EQUIPO O MÁQUINA		CÓDIGO
QUINTA RUEDA ÓPTICA		FAME-EIA-QRO01
PARTES IMPORTANTES	TAREA DE MANTENIMIENTO	FRECUENCIA
Estructura	Revisión puntos de soldadura y limpieza de la estructura	Mensualmente
Caja de control	Revisión de la caja de control	Antes de utilizar
Batería	Ajustes de conexiones	Antes de utilizar
	Recargar batería	Después de 20 horas de uso
	Cambio de batería	3-4 años
Sensor óptico	Revisión y limpieza del sensor	Antes de utilizar
Neumático	Revisión del labrado del neumático	Mensualmente
Rodamientos del neumático	Revisión de los rodamientos	

 	<b>EJECUCIÓN DE LAS TAREAS DE MANTENIMIENTO</b>	<b>FRECUENCIA</b>	Diariamente	
			Mensualmente	<b>X</b>
<b>QUINTA RUEDA ÓPTICA</b>	Trimestralmente			
	Semestralmente			
Versión: 2018	<b>TALLER AUTOMOTRIZ</b>		anual o más	



		<b>Máquina</b>	
		Apagada	<b>X</b>
		Encendida	
<b>Tiempo de ejecución: 10 min</b>			
<b>REVISIÓN PUNTOS DE SOLDADURA Y LIMPIEZA DE LA ESTRUCTURA</b>			
<b>Herramientas:</b>	<b>Materiales:</b>	<b>Equipo:</b>	
Kit de herramientas	Franela, guaípe		
<b>Procedimiento:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Apagar el equipo.</li> <li>- Retirar algún objeto que impida la realización de las tareas (herramientas o accesorios del taller).</li> <li>- Revisa el estado de la estructura y que sus partes principales estén completas (cables, contactos, llantas, etc.).</li> <li>- Verificar si existe alguna fisura en los puntos de soldadura.</li> <li>- Limpiar la estructura</li> <li>- Verificar que los cables se encuentren debidamente en su lugar.</li> <li>- Comprobar si la estructura no tiene alguna deformación o pandeo en alguna parte</li> </ul>			
<b>Observaciones:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- La persona encargada de realizar las tareas de mantenimiento, deberá estar con todos los implementos de seguridad (guantes, mascarilla, gafas mandil etc.)</li> </ul>			

 	<b>EJECUCIÓN DE LAS TAREAS DE MANTENIMIENTO</b>  <b>QUINTA RUEDA ÓPTICA</b>	<b>FRECUENCIA</b>	Antes de usar	<b>X</b>
			Mensualmente	
Trimestralmente				
Semestralmente				
anual o más				
Versión: 2018	<b>TALLER AUTOMOTRIZ</b>			

		<b>Máquina</b>	
		Apagada	<b>X</b>
		Encendida	
<b>Tiempo de ejecución: 5 min</b>			
<b>REVISIÓN DE LA CAJA DE CONTROL</b>			
<b>Herramientas:</b>	<b>Materiales:</b>	<b>Equipo:</b>	
Kit de herramientas	Franela, guaípe		
<b>Procedimiento:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Apagar el equipo.</li> <li>- Revisar que los indicadores funcionen correctamente encendiendo y apagando el equipo.</li> <li>- Revisar que la impresora tenga papel suficiente para realizar las pruebas y que la luz indicadora de la impresora se encienda.</li> <li>- Limpiar la caja de control.</li> <li>- Limpiar la estructura.</li> <li>- Verificar que los cables se encuentren debidamente en su lugar.</li> <li>- Comprobar que la caja de control se encuentre sujeta correctamente a la estructura, en caso de no ser así, apretar cada una de las tuercas correctamente.</li> </ul>			
<b>Observaciones:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- La persona encargada de realizar las tareas de mantenimiento, deberá estar con todos los implementos de seguridad (guantes, mascarilla, gafas mandil etc.).</li> </ul>			



	<b>EJECUCIÓN DE LAS TAREAS</b>	Antes de usar	<b>X</b>
	<b>DE MANTENIMIENTO</b>	<b>FRECUENCIA</b>	Mensualmente
QUINTA RUEDA ÓPTICA	Trimestralmente		
	Semestralmente		
	anual o más		
Versión: 2018	TALLER AUTOMOTRIZ		

		<b>Máquina</b>	
		Apagada	<b>X</b>
		Encendida	
<b>Tiempo de ejecución: 10 min</b>			
<b>AJUSTES DE CONEXIONES</b>			
<b>Herramientas:</b>	<b>Materiales:</b>	<b>Equipo:</b>	
Multímetro	Pistola aplicador de silicón		
<b>Procedimiento:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Apagar el equipo.</li> <li>- Comprobar que exista continuidad en todos los cables.</li> <li>- Comprobar que la conexión entre la batería y la caja de control sea la adecuada.</li> <li>- Comprobar que el pin de conexión entre la caja de control y el sensor óptico tenga todas las patitas y que esté conectado correctamente.</li> <li>- Verificar que los cables se encuentren debidamente en su lugar.</li> <li>- Comprobar que todos los cables se encuentren debidamente sujetos a la estructura.</li> </ul>			
<b>Observaciones:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- La persona encargada de realizar las tareas de mantenimiento, deberá estar con todos los implementos de seguridad (guantes, mascarilla, gafas mandil etc.).</li> </ul>			



 	<b>EJECUCIÓN DE LAS TAREAS DE MANTENIMIENTO</b>	20 horas de uso	<b>X</b>	
	<b>QUINTA RUEDA ÓPTICA</b>	<b>FRECUENCIA</b>	Mensualmente	
			Trimestralmente	
			Semestralmente	
Version: 2018	<b>TALLER AUTOMOTRIZ</b>		anual o más	

<b>Tiempo de ejecución: 1 hora</b>		<b>Máquina</b>	
		Apagada	<b>X</b>
		Encendida	
<b>RECARGAR BATERÍA</b>			
<b>Herramientas:</b>	<b>Materiales:</b>	<b>Equipo:</b>	
Llaves, cargador de batería	Franela, guaiepe		
<b>Procedimiento:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Apagar el equipo.</li> <li>- Utilizar la llave adecuada para sacar el sujetador de la batería.</li> <li>- Desacoplar con cuidado la conexión existente con la caja de control.</li> <li>- Utilizar el cargador de batería y proceder con la carga de acuerdo a las indicaciones del fabricante del cargador de batería.</li> <li>- Comprobar que la batería haya llegado a su carga máxima.</li> <li>- Colocar la batería en el lugar correspondiente del equipo.</li> <li>- Volver a realizar la conexión adecuadamente.</li> </ul>			
<b>Observaciones:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- La persona encargada de realizar las tareas de mantenimiento, deberá estar con todos los implementos de seguridad (guantes, mascarilla, gafas mandil etc.).</li> </ul>			





 	<b>EJECUCIÓN DE LAS TAREAS DE MANTENIMIENTO</b>	<b>FRECUENCIA</b>	Antes de usar	
	<b>QUINTA RUEDA ÓPTICA</b>		Mensualmente	
Trimestralmente				
Semestralmente				
Versión: 2018	<b>TALLER AUTOMOTRIZ</b>		anual o más	<b>X</b>


		<b>Máquina</b>	
		Apagada	<b>X</b>
		Encendida	
<b>Tiempo de ejecución: 5 min</b>			
<b>CAMBIO DE BATERÍA</b>			
<b>Herramientas:</b> Kit de herramientas, Cautín	<b>Materiales:</b> Franela, guaípe, Estaño	<b>Equipo:</b>	
<b>Procedimiento:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Apagar el equipo.</li> <li>- Utilizar la llave adecuada para sacar el sujetador de la batería.</li> <li>- Desacoplar con cuidado la conexión existente con la caja de control.</li> <li>- Reciclar la batería que ya no este funcional y adquirir una nueva.</li> <li>- Soldar con cautín y estaño los conectores a la nueva batería como se encuentra en la batería anterior.</li> <li>- Colocar la batería en el lugar correspondiente del equipo.</li> <li>- Volver a realizar la conexión adecuadamente.</li> </ul>			
<b>Observaciones:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- La persona encargada de realizar las tareas de mantenimiento, deberá estar con todos los implementos de seguridad (guantes, mascarilla, gafas mandil etc.).</li> </ul>			

 	<b>EJECUCIÓN DE LAS TAREAS DE MANTENIMIENTO</b>  <b>QUINTA RUEDA ÓPTICA</b>	<b>FRECUENCIA</b>	Antes de usar	<b>X</b>
			Mensualmente	
Trimestralmente				
Semestralmente				
anual o más				
Versión: 2018	<b>TALLER AUTOMOTRIZ</b>			

		<b>Máquina</b>	
		Apagada	<b>X</b>
		Encendida	
<b>Tiempo de ejecución: 15 min</b>			
<b>REVICIÓN Y LIMPIEZA DEL SENSOR ÓPTICO</b>			
<b>Herramientas:</b> Kit de herramientas	<b>Materiales:</b> Franela, guaipe	<b>Equipo:</b>	
<b>Procedimiento:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Apagar el equipo.</li> <li>- Sacar el la tuerca del pasador que sujeta al neumático.</li> <li>- Sacar el pasador y desmontar la llanta.</li> <li>- Verificar que los cables estén conectados correctamente a la caja de control.</li> <li>- Encender el equipo.</li> <li>- Mediante la utilización de la cámara de un celular verificar que el sensor emita una luz de tonalidad purpura.</li> <li>- Si el sensor se encuentra en perfecto estado armar el neumático en su lugar, caso contrario reemplazar el sensor.</li> </ul>			
<b>Observaciones:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- La persona encargada de realizar las tareas de mantenimiento, deberá estar con todos los implementos de seguridad (guantes, mascarilla, gafas mandil etc.).</li> </ul>			

 	<b>EJECUCIÓN DE LAS TAREAS DE MANTENIMIENTO</b>	<b>FRECUENCIA</b>	Antes de usar	
			Mensualmente	<b>X</b>
QUINTA RUEDA ÓPTICA	Trimestralmente			
	Semestralmente			
Versión: 2018	<b>TALLER AUTOMOTRIZ</b>		anual o más	

		<b>Máquina</b>	
		Apagada	<b>X</b>
		Encendida	
<b>REVISIÓN DEL LABRADO DEL NEUMÁTICO</b>			
<b>Tiempo de ejecución:</b> 5 min			
<b>Herramientas:</b>	<b>Materiales:</b>	<b>Equipo:</b>	
Kit de herramientas, calibrador	Franela, guaipe		
<b>Procedimiento:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Apagar el equipo.</li> <li>- Mediante la utilización de un calibrador comprobar que el neumático tenga un labrado mayor a 1,6 mm.</li> <li>- Comprobar que el neumático cuente con la presión adecuada.</li> <li>- En caso que se deba cambiar el neumático.</li> <li>- Sacar el pasador desenroscando la tuerca.</li> <li>- Sacar el neumático del aro y colocar un nuevo de iguales características.</li> <li>- Colocar el conjunto nuevamente en su lugar en el equipo.</li> </ul>			
<b>Observaciones:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- La persona encargada de realizar las tareas de mantenimiento, deberá estar con todos los implementos de seguridad (guantes, mascarilla, gafas mandil etc.).</li> </ul>			

	<b>EJECUCIÓN DE LAS TAREAS DE MANTENIMIENTO</b> <b>QUINTA RUEDA ÓPTICA</b>	<b>FRECUENCIA</b>	Antes de usar	
			Mensualmente	<b>X</b>
Trimestralmente				
Semestralmente				
anual o más				
Versión: 2018	<b>TALLER AUTOMOTRIZ</b>			

		<b>Máquina</b>	
		Apagada	<b>X</b>
		Encendida	
<b>REVISIÓN DE LOS RODAMIENTOS</b>			
<b>Herramientas:</b> Kit de herramientas, extractor de rodamientos (Santiago)		<b>Materiales:</b> Franela, guaípe	<b>Equipo:</b>
<b>Procedimiento:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Apagar el equipo.</li> <li>- Retirar algún objeto que impida la realización de las tareas (herramientas o accesorios del taller).</li> <li>- Comprobar que los rodamientos tengan alguna anomalía como ruidos extraños o que el neumático no gire adecuadamente.</li> <li>- En caso que los rodamientos se encuentren defectuosos, sacar el pasador y desmontar el neumático.</li> <li>- Sacar los rodamientos dañados.</li> <li>- Colocar los rodamientos nuevos.</li> <li>- Colocar el neumático en su lugar.</li> <li>- Realizar giros del neumático para comprobar que el daño fue solucionado.</li> <li>- Realizar pruebas de funcionamiento.</li> <li>- Verificar ruidos anormales.</li> <li>- Apagar el equipo.</li> <li>- Realizar una limpieza después de haber realizado la tarea si es necesario.</li> </ul>			
<b>Observaciones:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- La persona encargada de realizar las tareas de mantenimiento, deberá estar con todos los implementos de seguridad (guantes, mascarilla, gafas mandil etc.).</li> </ul>			

**Realizado por:** Autores

**Fuente:** Autores

## CAPITULO VI

### 6. ANALISIS ECONÓMICO

#### 6.1 Costos

El presente análisis económico describe todos los gastos realizados en la parte del diseño y construcción de la parte electrónica y mecánica.

##### 6.1.1 *Costos Directos*

Los costos directos involucran gastos por materiales, mano de obra maquinaria y equipos utilizadas y transporte.

Costos de Materiales

**Tabla 1-6:** Costos directos

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	PRECIO U.	P. TOTAL
6 m	Tubo Mecánico redondo 1 ¼	9,95	9,95
60cm	Eje cuadrado de acero	20,00	20,00
1	Masilla, lija	10,00	10,00
1	Implementos suelda MIG	30,00	30,00
1	LCD 20X4	20,00	20,00
1	Modulo reloj DS3231	6,00	6,00
1	Teclado matricial	5,50	5,50
1	Reguladores de voltaje lm7805	0,60	2,40
1	Sensor industrial FC-SPX303	27,00	27,00
1	Caja plástica para sensor industrial	3,50	3,50
1	Rueda en mdf	5,00	5,00
40	Cables para Arduino	0,15	6,00

1	Placa de 20X30	4,50	4,50
2	Impresiones	1,00	2,00
2	Molex 2 pines	0,50	1,00
1	Molex de 3 pines	0,50	1,50
2	Molex de 4 pines	0,70	1,40
2	Fusibles de 1A de 20mm	0,15	0,30
3	Capacitores de 1000uF/16v	0,20	0,60
3	Cable 22	0,30	0,90
2	Led alto brillo	0,30	0,60
1	Diodo de 3ª	0,30	0,30
1	Potenciómetro pequeño	0,50	0,50
1	Bornes de 2 pines	0,25	0,25
3	Espadines hembra	0,80	2,40
2	Espadines macho	0,80	1,60
1	Caja de MDF can acrílico y letras	30,00	30,00
1	Base metálica y soldadura de la misma	25,00	25,00
1	Batería de 12v/7ah	26,50	26,50
1	Papel de fibra de carbono	4,00	4,00
2	Terminales eléctricas	0,15	0,30
		SUB TOTAL	\$ 249,00
		IVA 0%	
		IVA 12%	\$ 29,88
		IMP.IVA	
		<b>SUB TOTAL</b>	<b>\$ 278,88</b>
		<b>A</b>	

**Realizado por:** Autores

**Fuente:** Autores

Costos de mano de obra calificada

**Tabla 2-6:** Costos de mano de obra calificada

DESCRIPCION	CANTIDAD	SAL.REAL/HORA	HORAS HOMBRE	SUB TOTAL
Maestro Mecánico y pintura	1	3,50	100	350,00
<b>SUB TOTAL B</b>				<b>350,00</b>

Realizado por: Autores

Fuente: Autores

Costos de equipos y herramientas

**Tabla 3-6:** Costos de equipos

DESCRIPCION	COSTO x HORA	HORAS EQUIPO	SUB TOTAL
Moladora	1,50	5	7,50
Dobladora de tubos	5,00	2	10,00
Multímetro	1,50	10	15,00
Destornilladores	1,00	20	20,00
Cortadora	2,50	5	12,50
Soldadora MIG	5,00	5	25,00
Flexómetro	1,25	1	1,25
Herramientas para electricista	2,00	30	60,00
Cautín	2,50	10	25,00
Escuadra	1,00	5	5,00
Tijera de placas	2,00	6	12,00
Pinzas	0,75	15	11,25
Taladro manual	2,50	8	20,00
Broca	1,00	8	8,00
<b>SUB TOTAL C</b>			<b>\$ 232,50</b>

Realizado por: Autores

Fuente: Autores

*Costos por transporte de materiales.* Los costos por transporte de los materiales están incluidos en la tabla anterior ya que los mismos fueron traídos de otra ciudad. Además, se tiene \$50 por viajes y transporte de la estructura al hacer las pruebas y \$ 50 por concepto de acabados y pintura del equipo.

Costos totales directos

**Tabla 4-6:** Costos totales directos

DESCRIPCION	PRECIO (\$)
MATERIALES	278,88
MANO DE OBRA	350,00
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	232,50
TRANSPORTE Y PINTURA	100,00
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS</b>	<b>\$ 961,38</b>

Realizado por: Autores

Fuente: Autores

### 6.1.2 *Costos indirectos.*

Los costos indirectos son aquellos que se generan por el trabajo ingenieril involucrado, este costo ingenieril tiene un agregado de 25% ya que involucra el diseño y posterior supervisión de la construcción del equipo, durante el tiempo de construcción.

**Tabla 5-6:** Costos indirectos

COSTOS INGENIERILES	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO (\$)	PRECIO TOTAL (\$)
Supervisión	50	Hora	5,00	250,00
Diseño	20	Hora	5,00	100,00
<b>SUB TOTAL</b>				<b>350,00</b>

Realizado por: Autores

Fuente: Autores



*Costos Totales:* Los costos totales son la suma de los costos directos e indirectos

**Tabla 6-6:** Costos totales

COSTOS DIRECTOS	961,00
COSTOS INDIRECTOS	350,00
<b>TOTAL</b>	<b>1311,38</b>

**Realizado por:** Autores

**Fuente:** Autores

Se tiene un costo total del equipo quinta rueda óptica de **\$ 1,311.38**  
(Mil ciento tres y cuatro centavos Americanos).

## CAPÍTULO VII

### 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 7.1 Conclusiones

- Se revisó el material bibliográfico concerniente a la quinta rueda óptica pudiéndose constatar que en el país no hay ningún registro sobre este equipo ya que este ensayo no se lo realiza en ninguna empresa carrocera, a pesar que la realización del ensayo está estipulada como un mecanismo de evaluación de una carrocería en la Norma INEN 1668, debido a esto el diseño y construcción se basó en cumplir con las necesidades del ensayo de acuerdo a criterios propios de los autores.
- Se utilizó el software CAD, equipos específicos y materiales de calidad de tal manera para asegurar que no exista ningún problema al momento de la construcción y en posteriores pruebas realizadas.
- Se ha podido llevar a cabo la construcción total del equipo de tal manera que resista sin ningún tipo de problema al ensayo de aceleración en plano y que no modifique de ninguna manera la estructura de la carrocería.
- Se realizaron ensayos de aceleración en plano como esta descrito en la norma INEN 1668, se ha podido evaluar el funcionamiento adecuado del elemento conocido como quinta rueda óptica, dando resultados satisfactorios y cumplimiento la totalidad del ensayo sin presentar ningún problema.

## 7.2 **Recomendaciones**

- Asegurar bien el equipo a la estructura del autobús para evitar que esta pueda zafarse y se produzca un percance grave, además conectar correctamente la alimentación del equipo para no producir un fallo eléctrico.
- Antes de emplear el equipo, leer el módulo de operación ubicado en el capítulo cinco para poder facilitar la manipulación del mismo, además se debe leer el ensayo de aceleración en plano ubicado en el capítulo dos para poder tener en cuenta todas las consideraciones necesarias para realizar el ensayo correctamente.
- Evitar que el equipo tenga contacto con la humedad ya que podría dañar los circuitos existentes en el interior del mismo
- Realizar un estudio de la NTE 1668 específicamente el requisito establecido en el inciso 5.2 denominado prueba de aceleración en plana, ya que con los ensayos realizados se ha establecido que la norma es muy permisiva y se debería realizar un ajuste del tiempo establecido en dicho ensayo.

## BIBLIOGRAFÍA

**401 Ruta.** *Loctite Teroson*. [En línea] 28 de 06 de 2016. [Citado el: 09 de 10 de 2017.]. Disponible en: <https://blog.reparacion-vehiculos.es/tipos-de-carrocerias-principales-caracteristicas>.

**Arduino. cl.** Arduino. cl. *Arduino. cl*. [En línea] [Citado el: 21 de 03 de 2018.]. Disponible en: <http://arduino.cl/arduino-mega-2560/>.

**AutoScout24.** Relacion entre peso y potencia. *Relacion entre peso y potencia*. [En línea]. [Citado el: 21 de 03 de 2018.]. Disponible en: <http://www.autoscout24.es/tematicas/tecnologia-del-automovil/traccion-coche/relacion-peso-potencia/>.

**Beevoz. .** Beevoz. *La historia del autobus*. [En línea] 20 de 02 de 2015. [Citado el: 21 de 03 de 2018.]. Disponible en: <http://www.beevoz.com/2015/02/20/la-historia-del-autobus-como-medio-de-transporte/>.

**Bembibre, Victoria.** Definicion ABC. *Definicion ABC*. [En línea] 26 de 12 de 2008. [Citado el: 12 de 03 de 2018.]. Disponible en: <https://www.definicionabc.com/tecnologia/pantalla-lcd.php>.

**Corporación de tránsito del Ecuador .** Resolución N°. 080-DIR-2010-CNTTTSV. *Cuadro de vida útil*. [En línea] 03 de 03 de 2010. [Citado el: 21 de 03 de 2018.]. Disponible en: <https://www.ant.gob.ec/index.php/transito-7/resoluciones-de-transporte/resoluciones-de-vida-util/file/84-resolucin-no-0139-dir-2010-cntttsv>

**Corral, Yadira.** Universidad de Carabobo. *Portal de revistas electronicas*. [En línea] 09 de 02 de 2009. [Citado el: 09 de 07 de 2018.]. Disponible en: <http://servicio.bc.uc.edu.ve/educacion/revista/n33/art12.pdf>.

**DEFINICION.** Definicion. *Definicion*. [En línea] [Citado el: 07 de 12 de 2017.]. Disponible en: <https://definicion.de/bus/>.

**Definicionyque.es.** Definicionyque.es. *Definicionyque.es*. [En línea] 2014. [Citado el: 04 de 12 de 2017.] Disponible en: <http://definicionyque.es/arduino/>.

**ENCODER.** Encoder products company. *Encoder products company*. [En línea] 16 de Junio de 2016. [Citado el: 13 de 12 de 2017.] Disponible en: <http://encoder.com/blog/encoder-basics/que-es-un-encoder/>.

**Ferrer, Julián.** *Elementos estructurales del vehículo*. Madrid : Editex, 2014, pp 20-90.

**Garcia Gonzales, Antony.** Panamahitek. *Panamahitek*. [En línea] 23 de 01 de 2013. [Citado el: 21 de 03 de 2018.] Disponible en: <http://panamahitek.com/arduino-mega-caracteristicas-capacidades-y-donde-conseguirlo-en-panama/>.

**García, David.** *Evolución de la carrocería (Tesis), Upaep, Ingeniería en diseño automotriz, Fundamentos del vehículo*. Puebla : s.n., 2015.

**GMH Engineering.** GMH Engineering. *Fifth Wheel Sensor*. [En línea] 2010. [Citado el: 21 de 03 de 2018.]. Disponible en: [http://www.gmheng.com/fifth\\_wheel.php](http://www.gmheng.com/fifth_wheel.php).

**González, Antony García.** panamahitek. [En línea] 23 de Enero de 2013. [Citado el: 11 de Diciembre de 2017.]. Disponible en: <http://panamahitek.com/arduino-mega-caracteristicas-capacidades-y-donde-conseguirlo-en-panama/>.

**Impresoras.** Impresoras. *Impresoras*. [En línea] [Citado el: 22 de 03 de 2018.]. Disponible en: <http://www.impresoras.nom.es/impresora-termica/>.

**Llamas, Luis.** Luis Llamas Ingeniería Informática y Diseño. *Luis Llamas Ingeniería Informática y Diseño*. [En línea] 02 de Octubre de 2016. [Citado el: 14 de 03 de 2018.]. Disponible en: <https://www.luisllamas.es/arduino-teclado-matricial/>.

**Orovio Astudillo, Manuel.** *Tecnologías del automóvil*. s.l. : Ediciones Paraninfo, 2010.

**Porto, Julián Pérez.** Definición de. *Definición de*. [En línea] 2016. [Citado el: 10 de 09 de 2017.]. Disponible en: <https://definicion.de/carroceria/>.

**Telégrafo, El.** El Telégrafo. [En línea] 01 de 07 de 2017. [Citado el: 15 de 09 de 2017.]. Disponible en: <http://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/economia/8/el-sector-carrocero-factura-usd->