

**Universidad Internacional del Ecuador**

**Facultad de Ingeniería Automotriz**



**Diseño de una Electrolinera Móvil para Vehículos Tipo M1**

**Empleando un Cargador Eléctrico de 20 Kw**

**Proyecto de grado para la Obtención del Título de Ingeniero en Mecánica Automotriz**

**José Miguel Ortiz Franco**

**Director:**

**Ing. Alex Llerena Mena MSc.**

**Guayaquil – Ecuador**

**Enero, 2022**



**Universidad Internacional del Ecuador**  
**Escuela de Ingeniería Automotriz**

**Certificado**

**Ing. Alex Llerena Mena, MSc.**

**CERTIFICA**

Que el trabajo titulado “Diseño De Una Electrolinera Móvil Para Vehículos Tipo M1 Empleando Un Cargador Eléctrico De 20 Kw”, realizado por el estudiante: José Miguel Ortiz Franco, ha sido guiado y revisado periódicamente y cumple las normas estatutarias establecidas por La Universidad Internacional del Ecuador, en el Reglamento de Estudiantes.

Debido a que constituye un trabajo de excelente contenido científico que coadyuvará a la aplicación de conocimientos y al desarrollo profesional. El mencionado trabajo consta de un empastado que contiene toda la información de este trabajo. Autoriza al señor José Miguel Ortiz Franco, que lo entregue a biblioteca de la Escuela, en su calidad de custodia de recursos y materiales bibliográficos.

Guayaquil, Enero 2022

---

Ing. Alex Llerena Mena, MSc.

Director de Proyecto

**Universidad Internacional del Ecuador**  
**Escuela de Ingeniería Automotriz**  
**Certificación y Acuerdo de Confidencialidad**

Yo, José Miguel Ortiz Franco, declaro bajo juramento, que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido presentado anteriormente para ningún grado o calificación profesional y que se ha consultado la bibliografía detallada.

Cedo mis derechos de propiedad intelectual a la Universidad Internacional del Ecuador, para que sea publicado y divulgado en internet, según lo establecido en la Ley de Propiedad Intelectual, reglamento y leyes.

---

José Miguel Ortiz Franco

C.I. 0924929615

## **Dedicatoria**

Dedico este trabajo investigativo a mi familia por su apoyo incondicional en la consecución de mis metas y objetivos a lo largo de mi tiempo de formación universitaria, a todas aquellas personas que me brindaron su apoyo incondicional para que pudiera seguir adelante en mi formación académica, ya que este logro se traduce en una herramienta indispensable que todo ciudadano está en el derecho de poder alcanzar.

**José Miguel Ortiz Franco**

## **Agradecimiento**

Agradezco a Dios infinitamente por darme la oportunidad de disfrutar de mi familia, por confiar y apoyarme en cada decisión a lo largo de mi vida, ya que sin su apoyo y confianza esto no habría sido posible, a todas aquellas personas que creyeron en mí y me han apoyado a lo largo y ancho de mi caminar para cumplir con esta meta

No ha sido sencillo el camino trazado sabiendo el sacrificio y esfuerzo derrochado en estos años de estudio ya que con voluntad y dedicación se puede lograr cualquier meta que uno se proponga.

**José Miguel Ortiz Franco**

## Resumen

El desarrollo del automóvil eléctrico en la última década ha tenido una participación importante en el sistema de transporte a nivel mundial debido a las altas emisiones de gases de efecto invernadero que emiten los vehículos térmicos y la alta demanda de fuente de energía. Los consumos desmedidos de los combustibles fósiles hacen que el mundo cambie su foco de atención hacia las nuevas tecnologías implantadas en la última generación como son los coches eléctricos. Los autos ecológicos han tenido un aumento de venta en las ciudades más grandes de nuestro país, pero hay demandas insatisfechas en lo que a estaciones de carga se refiere, esto se ha convertido en un privilegio que solo las grandes ciudades disfrutan, no siendo así para el resto de las ciudades pequeñas que carecen de esta infraestructura para sostener la electromovilidad.

Este proyecto está enfocado a brindar recargas eléctricas a los vehículos tipo M1 en lugares donde no existe infraestructura eléctrica alguna y que utilizan autos eléctricos como medio de transporte utilizando para ello un generador eléctrico accionado por un motor eléctrico de corriente alterna monofásico ayudado por medio de un volante de inercia que se encargará de mantener los niveles adecuados de la potencia proporcionada por el motor eléctrico para que el sistema siga girando. A esto se suma un cargador eléctrico con 20 kW, que se encargará de suministrar la potencia de flujo para reestablecer la carga eléctrica consumida por el vehículo.

Palabras clave: Vehículo eléctrico, gases de efecto invernadero, electrolinera, electromovilidad, transporte.

## **Abstract**

The development of the electric car in the last decade has had an important participation in the global transportation system level, due to the high greenhouse gases emissions produced by thermal vehicles and the high demand of energy source. The excessive consumption of fossil fuels makes the world change its focus of attention towards the new technologies implanted in the latest generation such as electric cars. Ecological cars have had an increase in sales in the largest cities of our country, but there are not enough charging stations, this has become a privilege that only large cities can enjoy it. On the other hand, the small cities lack this infrastructure to sustain electromobility.

This project is focused on providing electric recharges to M1 vehicles type in places where there is no electrical infrastructure and electric cars are used as means of transportation using an electric generator driven by an alternating current motor of a single phase helped by a flywheel unit that will be in charge of maintain the power provided by the alternating current motor so that the system continues rotating. For this an electric charger of 20 kw is added. This electric charger will be in charge of supplying electrical power to replace the electric charge consumed by the vehicle.

**Keywords:** Electric car, greenhouse gases, electric station, electromobility, transportation.

## Índice General

Certificado .....	ii
Certificación y Acuerdo de Confidencialidad .....	iii
Dedicatoria.....	iv
Agradecimiento .....	v
Resumen.....	vi
Abstract.....	vii
Índice General .....	viii
Índice de Tablas .....	xiii
Índice de Figuras.....	xiv
Capítulo I.....	1
Introducción .....	1
1 Tema de Investigación.....	1
1.1 Planteamiento, Formulación y Sistematización del Problema .....	1
1.2 Formulación.....	3
1.3 Sistematización .....	3
1.4 Objetivos de la Investigación.....	3
1.4.1 Objetivo General.....	3
1.4.2 Objetivos Específicos .....	3
1.5 Justificación e Importancia de la Investigación .....	3
1.5.1 Justificación Teórica.....	3
1.5.2 Justificación Metodológica.....	4
1.5.3 Delimitación Temporal.....	4
1.5.4 Delimitación del Contenido.....	5
1.6 Hipótesis del Trabajo .....	5
Capítulo II.....	6

<b>2. Marco Teórico .....</b>	<b>6</b>
<b>2.1 Vehículo Eléctrico .....</b>	<b>6</b>
<b>2.2 Clasificación de los Vehículos Eléctricos.....</b>	<b>6</b>
<b>2.2.1 Vehículo Eléctrico Híbrido.....</b>	<b>6</b>
<b>2.2.2 Vehículo Eléctrico Híbrido Enchufable.....</b>	<b>7</b>
<b>2.2.3 Vehículo Eléctrico Puro de Batería .....</b>	<b>7</b>
<b>2.3 Características de la Estación de Carga o Electrolinera .....</b>	<b>8</b>
<b>2.3.1 Tipos de Recarga para Vehículos Eléctricos .....</b>	<b>9</b>
<b>2.3.1.1 Carga Lenta .....</b>	<b>9</b>
<b>2.3.1.2 Carga Semi – Rápida .....</b>	<b>9</b>
<b>2.3.1.3 Carga Rápida.....</b>	<b>9</b>
<b>2.4 Infraestructura de la Estación de Carga.....</b>	<b>9</b>
<b>2.5 Tipos de Electrolineras o Estaciones de Carga.....</b>	<b>10</b>
<b>2.5.1 Electrolinera en la Vía Pública .....</b>	<b>10</b>
<b>2.5.2 Electrolinera Interna .....</b>	<b>11</b>
<b>2.6 Modos de Carga.....</b>	<b>11</b>
<b>2.6.1 Tabla Comparativa de los Tipos de Recarga Vehicular .....</b>	<b>12</b>
<b>2.7 Conectores Estandarizados por la Norma IEC 62196-2:2011 para la Recarga de Vehículos Eléctricos .....</b>	<b>13</b>
<b>2.7.1 Conector SAE J1772 DC CCS .....</b>	<b>14</b>
<b>2.7.2 Conector Único Combinado o CCS.....</b>	<b>15</b>
<b>2.7.3 Conector IEC 62196 Mennekes .....</b>	<b>15</b>
<b>2.8. Tipos de Conectores a Aplicar a los Vehículos Eléctricos según la Norma IEC 62196 – 2.....</b>	<b>16</b>
<b>2.9 Estación de Recarga Rápida.....</b>	<b>18</b>
<b>2.9.1 Modelos de Estaciones de Recarga Rápida .....</b>	<b>19</b>
<b>2.10 Placa de Características Técnicas en el Cargador.....</b>	<b>20</b>
<b>2.11 Baterías Automotrices .....</b>	<b>21</b>

2.11.1	Batería de Plomo - Acido.....	21
2.11.2	Batería de Níquel – Hidruro Metálico .....	22
2.11.3	Batería VRLA (Gel - AGM).....	23
2.12	Marca de Vehículos Eléctricos que se Comercializan en el Ecuador .....	24
2.12.1	Vehículos Eléctricos que Admiten Carga Rápida.....	25
2.13	Principio de Funcionamiento de los Generadores Eléctricos .....	26
2.13.1	Componentes de un Generador Eléctrico.....	26
2.14	Motor Eléctrico .....	27
2.15	Inversor de Corriente.....	28
2.16	Como Funciona un Inversor de Corriente .....	29
2.17	Conductores Eléctricos.....	30
2.18	Partes de un Conductor Eléctrico .....	31
2.19	Interruptor Termo Magnético.....	32
2.20	Contactador .....	33
2.21	Interruptor de Paro de Emergencia.....	35
2.22	Acero .....	36
2.23	Clasificación del Acero por su Composición Química .....	36
2.24	Designación de los Aceros al Carbono.....	37
2.24.1	Según la ASTM.....	37
2.24.2	Según la AISI.....	38
2.24.3	Según la SAE .....	39
2.25	Volante de Inercia.....	40
2.26	Funciones de un Volante de Inercia. ....	41
2.27	Partes de un Volante de Inercia .....	42
2.28	Rodamiento (chumacera).....	44
Capítulo III.....		45
Diseño de la Electrolinera .....		45

<b>3. Metodología .....</b>	<b>45</b>
<b>3.1 Descripción General del Sistema .....</b>	<b>45</b>
<b>3.2. Selección de Materiales y Equipos para el Proyecto Electrolinera .....</b>	<b>46</b>
<b>3.2.1. Módulo de Recarga Automotriz Trifásico.....</b>	<b>46</b>
<b>3.2.2. Generador Eléctrico Trifásico .....</b>	<b>47</b>
<b>3.2.3. Motor Eléctrico Monofásico .....</b>	<b>48</b>
<b>3.2.4. Eje de Acero Empleado en la Trasmisión de Movimiento.....</b>	<b>50</b>
<b>3.2.5. Acoplamiento Elástico Lovejoy L. 190 .....</b>	<b>52</b>
<b>3.2.6. Volante de Inercia.....</b>	<b>54</b>
<b>3.2.7. Chaveta .....</b>	<b>54</b>
<b>3.3 Diagrama de Ensamblaje Eléctrico .....</b>	<b>55</b>
<b>3.4 Diagrama de Ensamblaje Mecánico .....</b>	<b>56</b>
<b>3.6 Diseño Para El Ensamblaje Mecánico Empleado Un Volante De Inercia Liso</b>	<b>56</b>
<b>3.6.1 Diseño Para El Ensamblaje Mecánico .....</b>	<b>56</b>
<b>3.6.2 Diseño Para La Generación De Energía Eléctrica.....</b>	<b>57</b>
<b>3.7 Diagrama de Instalación Eléctrica de los Inversores y Generador Eléctrico.....</b>	<b>94</b>
<b>Capítulo IV .....</b>	<b>97</b>
<b>Análisis de Costos del Proyecto .....</b>	<b>97</b>
<b>4. Selección de Materiales y Análisis de Costos.....</b>	<b>97</b>
<b>4.1 Introducción.....</b>	<b>97</b>
<b>4.2 Análisis de Costos Directos.....</b>	<b>97</b>
<b>4.2.1. Costo de la Materia Prima Directa .....</b>	<b>97</b>
<b>4.2.2. Costo de Materiales Normalizados .....</b>	<b>99</b>
<b>4.2.3. Costo de Mano de Obra Directa (maquinado y ensamble).....</b>	<b>99</b>
<b>4.2.4. Costo Directo Total.....</b>	<b>100</b>
<b>4.3. Análisis de Costos Indirectos .....</b>	<b>101</b>

<b>4.3.1. Costo de Materiales Indirectos.....</b>	<b>101</b>
<b>4.3.2. Costo de Herramientas y Equipos.....</b>	<b>102</b>
<b>4.3.3. Otros Costos Indirectos.....</b>	<b>103</b>
<b>4.3.4. Costo Total Indirecto.....</b>	<b>103</b>
<b>4.4. Costo Total del Proyecto .....</b>	<b>103</b>
<b>4.5. Análisis de Viabilidad del Proyecto Electrolinera .....</b>	<b>104</b>
<b>4.5.1. Valor Actual Neto (VAN).....</b>	<b>104</b>
<b>4.5.2. Tasa Interna de Retorno (TIR) .....</b>	<b>107</b>
<b>Conclusiones .....</b>	<b>109</b>
<b>Recomendaciones .....</b>	<b>110</b>
<b>Bibliografía .....</b>	<b>111</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>117</b>

## Índice de Tablas

<b>Tabla 1 Comparación de los Tipos de Recarga Vehicular.....</b>	<b>13</b>
<b>Tabla 2 Tipos de Conectores Aplicados a los Vehículos Eléctricos .....</b>	<b>17</b>
<b>Tabla 3 Modelos de Vehículos 100% Eléctricos.....</b>	<b>25</b>
<b>Tabla 4 Datos Técnicos del Generador.....</b>	<b>48</b>
<b>Tabla 5 Datos Técnicos del Motor Eléctrico .....</b>	<b>50</b>
<b>Tabla 6 Datos Técnicos del Eje Intermedio Hecho con Acero 705 - AISI 4340 - SAE 10452</b>	<b>52</b>
<b>Tabla 7 Datos Técnicos del Acoplamiento Elástico Lovejoy .....</b>	<b>54</b>
<b>Tabla 8 Características Técnicas del Acero A 36.....</b>	<b>54</b>
<b>Tabla 9 Datos Técnicos de la Chaveta Hecha con Acero AISI – SAE 1018.....</b>	<b>55</b>
<b>Tabla 10 Materiales Directos .....</b>	<b>98</b>
<b>Tabla 11 Materiales Normalizados .....</b>	<b>99</b>
<b>Tabla 12 Maquinado de Componentes .....</b>	<b>100</b>
<b>Tabla 13 Costo de Ensamblaje.....</b>	<b>100</b>
<b>Tabla 14 Costo Directo Total .....</b>	<b>101</b>
<b>Tabla 15 Materiales Indirectos .....</b>	<b>102</b>
<b>Tabla 16 Herramientas y Equipos .....</b>	<b>102</b>
<b>Tabla 17 Otros costos Indirectos.....</b>	<b>103</b>
<b>Tabla 18 Costo Indirecto Total .....</b>	<b>103</b>
<b>Tabla 19 Costo Total del Proyecto .....</b>	<b>104</b>
<b>Tabla 20 Criterios de Interpretación del VAN .....</b>	<b>105</b>
<b>Tabla 21 Flujo de Caja.....</b>	<b>106</b>
<b>Tabla 22 Criterios de Interpretación del VAN .....</b>	<b>107</b>

## Índice de Figuras

<b>Figura 1</b> <i>Tipos de Vehículos Eléctricos</i> .....	<b>6</b>
<b>Figura 2</b> <i>Electrolinera</i> .....	<b>8</b>
<b>Figura 3</b> <i>Electrolinera en la Vía Pública</i> .....	<b>10</b>
<b>Figura 4</b> <i>Electrolinera Multipunto</i> .....	<b>11</b>
<b>Figura 5:</b> <i>Modos de Carga</i> .....	<b>12</b>
<b>Figura 6</b> <i>Conector SAE J1772 DC CCS</i> .....	<b>14</b>
<b>Figura 7</b> <i>Conector Combinado CCS</i> .....	<b>15</b>
<b>Figura 8</b> <i>Conector Mennekes</i> .....	<b>16</b>
<b>Figura 9</b> <i>Diferentes Modelos de Electrolineras</i> .....	<b>20</b>
<b>Figura 10</b> <i>Batería Plomo Acido</i> .....	<b>22</b>
<b>Figura 11</b> <i>Batería Níquel – Hidruro Metálico</i> .....	<b>22</b>
<b>Figura 12</b> <i>Batería de Gel</i> .....	<b>23</b>
<b>Figura 13</b> <i>Batería de AGM</i> .....	<b>24</b>
<b>Figura 14</b> <i>Partes de un Generador</i> .....	<b>26</b>
<b>Figura 15</b> <i>Motor Eléctrico</i> .....	<b>27</b>
<b>Figura 16</b> <i>Inversor de Corriente</i> .....	<b>28</b>
<b>Figura 17</b> <i>Corriente Continua y Corriente Alterna</i> .....	<b>29</b>
<b>Figura 18</b> <i>Onda Cuadrada</i> .....	<b>29</b>
<b>Figura 19</b> <i>Onda Sinusoidal Rectificada</i> .....	<b>30</b>
<b>Figura 20</b> <i>Conductor Eléctrico</i> .....	<b>31</b>
<b>Figura 21</b> <i>Partes de un Conductor Eléctrico</i> .....	<b>32</b>
<b>Figura 22</b> <i>Interruptor Magneto Térmico</i> .....	<b>32</b>
<b>Figura 23</b> <i>Partes de un Interruptor Magneto Térmico</i> .....	<b>33</b>
<b>Figura 24</b> <i>Contacto Eléctrico</i> .....	<b>34</b>

<b>Figura 25 Partes de un Contactor Eléctrico.....</b>	<b>34</b>
<b>Figura 26 Instalación Eléctrica de un Contactor.....</b>	<b>35</b>
<b>Figura 27 Interruptor de Parada de Emergencia.....</b>	<b>36</b>
<b>Figura 28 Nomenclatura de la Norma ASTM.....</b>	<b>37</b>
<b>Figura 29 Nomenclatura de la Norma ASTM.....</b>	<b>38</b>
<b>Figura 30 Nomenclatura de la Norma SAE .....</b>	<b>40</b>
<b>Figura 31 Interruptor Centrifugo .....</b>	<b>41</b>
<b>Figura 32 Freno Regenerativo Tecnología Kers .....</b>	<b>42</b>
<b>Figura 33 Volante de Inercia .....</b>	<b>43</b>
<b>Figura 34 Cadena Cinemática con un Volante de Inercia .....</b>	<b>43</b>
<b>Figura 35 Chumacera.....</b>	<b>44</b>
<b>Figura 36 Partes de un Rodamiento .....</b>	<b>44</b>
<b>Figura 37 Diagrama de Bloque del Proyecto .....</b>	<b>45</b>
<b>Figura 38 Módulo de Recarga Automotriz .....</b>	<b>46</b>
<b>Figura 39 Módulo de Pared.....</b>	<b>47</b>
<b>Figura 40 Modelos de Generadores Trifásicos WEG .....</b>	<b>47</b>
<b>Figura 41 Modelos de Motores Eléctricos Monofásicos .....</b>	<b>49</b>
<b>Figura 42 Eje de Acero Intermedio Motor – Generador.....</b>	<b>51</b>
<b>Figura 43 Eje de Acero Intermedio con el Lovejoy, Chumaceras y Volante de Inercia.....</b>	<b>51</b>
<b>Figura 44 Dimensiones del Lovejoy L. 190 .....</b>	<b>53</b>
<b>Figura 45 Máximo Par Nominal Transmisible del Lovejoy L. 190 .....</b>	<b>53</b>
<b>Figura 46 Diagrama de Instalación Eléctrico de Todo el Sistema .....</b>	<b>55</b>
<b>Figura 47 Ensamblaje Mecánico del Volante de Inercia, Eje y Chumaceras .....</b>	<b>56</b>
<b>Figura 48 Volante de Inercia, Eje y Chumaceras .....</b>	<b>63</b>
<b>Figura 49 Eje Intermedio Vista Superior .....</b>	<b>63</b>

<b>Figura 50</b> <i>Distribución de Fuerzas en el Plano Horizontal. (Beam calculator, 2020)</i> .....	<b>64</b>
<b>Figura 51</b> <i>Conexión de Inversores de Corriente en Paralelo</i> .....	<b>77</b>
<b>Figura 52</b> <i>Distribución de los Niveles en la Mesa de Ensamble Mecánico</i> .....	<b>78</b>
<b>Figura 53</b> <i>Distribución de Fuerzas en el Plano Horizontal. (Beam Calculator, 2020)</i> .....	<b>79</b>
<b>Figura 54</b> <i>Distribución de Fuerzas en el Plano Horizontal. (Beam Calculator, 2020)</i> .....	<b>81</b>
<b>Figura 55</b> <i>Segundo y Tercer Nivel de la Mesa</i> .....	<b>83</b>
<b>Figura 56</b> <i>Distribución de Fuerzas en el Plano Horizontal</i> .....	<b>84</b>
<b>Figura 57</b> <i>Distribución de Fuerzas en el Plano Horizontal</i> .....	<b>85</b>
<b>Figura 58</b> <i>Tubo Cuadrado de 75 x 75 x 3 mm</i> .....	<b>87</b>
<b>Figura 59</b> <i>Diseño de la Mesa Empleando el Tubo Cuadrado de 75 x 75 x 3 mm</i> .....	<b>87</b>
<b>Figura 60</b> <i>Marco Superior de la Mesa</i> .....	<b>91</b>
<b>Figura 61</b> <i>Deflexión del Marco de la Mesa</i> .....	<b>92</b>
<b>Figura 62</b> <i>Marco Superior de la Mesa</i> .....	<b>92</b>
<b>Figura 63</b> <i>Diagrama de Ensamblaje Mecánico Vista Lateral</i> .....	<b>95</b>
<b>Figura 64</b> <i>Diagrama de Ensamblaje Mecánico Vista Superior</i> .....	<b>96</b>

# Capítulo I

## Introducción

### 1 Tema de Investigación

Diseño de una Electrolinera Móvil para vehículos Tipo M1 empleando un cargador eléctrico de 20 kW.

#### 1.1 Planteamiento, Formulación y Sistematización del Problema

El constante uso de los motores de combustión interna que emplea en la industria automotriz ha provocado un gran incremento en los gases de efecto invernadero representando un incremento mayor del 34% de la contaminación ambiental global, repercutiendo en graves cambios al efecto climático del planeta tierra, además de producir un deterioro en la calidad del aire que los seres humanos y animales respiran diariamente, por lo que se ve necesario realizar un cambio rotundo a la matriz energética que mueve al transporte en las ciudades, siendo necesario el empleo de los vehículos impulsados por energía eléctrica a aplicarse a gran escala en las ciudades más congestionadas del país para lo cual a la par de eso se deberán crear electrolinerías en puntos estratégicos de la zona urbana para la recarga de los mismos.

El uso de energías renovables y limpias como fuente energética aplicadas en el impulso de los automóviles, se vuelve una opción viable ante los grandes consumos de combustibles fósiles que constantemente están su fluctuando su precio de venta de acuerdo a la demanda del producto en el momento. (Vargas, 2017)

Un vehículo eléctrico es aquel que utiliza un motor eléctrico en lugar de un motor térmico convencional de explosión, y un paquete de baterías en lugar de un tanque de combustible, para ello el motor eléctrico tiene un tamaño reducido, que se encuentra conectado directamente a la transmisión del vehículo, el pedal del acelerador del vehículo está conectado a un controlador eléctrico, que presionándolo ligeramente, enviará una señal al motor eléctrico para que este gire en proporción a la presión que se ejerza sobre el pedal, desplazando al

vehículo en el camino.

Se ha llegado a demostrar en la práctica, que el motor eléctrico es más conveniente para impulsar no sólo automóviles, sino también trenes, robots, entre otros equipos, debido a que el motor logra una eficiencia de más del 90% de efectividad (energía producida / energía consumida), por lo que se hace necesario realizar recargas a las baterías del vehículo constantemente en la electrolinera más cercana.

El objetivo de este proyecto está en diseñar una electrolinera móvil transportable cuya fuente de generación de energía proviene del movimiento de un generador eléctrico a la cual se le conectará el módulo de recarga vehicular, electrolinera, del cual saldrá el cable y enchufe vehicular para la recarga del mismo, sirviendo además como una fuente de energía eléctrica para el funcionamiento de otros equipos conectados a este.

Este proyecto surge de la necesidad de realizar recargas eléctricas a los vehículos de nueva tecnología en lugares en la que no es posible instalar una electrolinera fija conectada a la red de energía eléctrica, lugares a campo abierto en la que no existe construcción de obra civil alguna, entre otros lugares en donde se carece del servicio eléctrico.

De acuerdo con el plan nacional de desarrollo que rige en el Ecuador el presente proyecto está enmarcado en el objetivo 5 que indica: impulsar la productividad y competitividad para el crecimiento económico sostenible de manera redistributiva y solidaria, ya que con los conocimientos que este documento aporta al lector explica cómo funciona la electrolinera móvil, y los componentes que se asociaron para ello.

Con ello se tiene una opción más a aplicar como punto de recarga eléctrica vehicular al momento de popularizarse la tecnología dentro del territorio ecuatoriano ya que esto es un campo técnico muy amplio, sin explotar en lo que a movilidad eléctrica se refiere ya que este sistema de propulsión requiere de insumos y servicios necesarios para funcionar, brindando la oportunidad de nuevos negocios se desarrollen en la ciudad creándose nuevas fuentes de

empleo y riquezas.

## **1.2 Formulación**

¿Se puede diseñar una electrolinera móvil empleando un motor de corriente alterna y un generador eléctrico retroalimentándose a sí mismo y el resto de la energía producida ira destinado a la recarga de vehículos eléctricos?

## **1.3 Sistematización**

¿Qué cálculos matemáticos se deben de realizar para el diseño de la electrolinera móvil?

¿En qué tiempo se podrá recuperar la inversión que conllevaría la electrolinera móvil?

¿Qué cuidados debe de tener presente el técnico al momento de poner en funcionamiento la electrolinera?

## **1.4 Objetivos de la Investigación**

### ***1.4.1 Objetivo General***

Diseñar una electrolinera móvil usando un motor de corriente alterna y un generador de energía para satisfacer la necesidad de recarga a los vehículos eléctricos en lugares en donde no hay acceso al servicio de electricidad.

### ***1.4.2 Objetivos Específicos***

- Determinar los parámetros que deben tener los componentes involucrados en la electrolinera móvil.
- Seleccionar los componentes disponibles en el mercado mediante el análisis de sus hojas de datos.
- Esquematizar los circuitos eléctricos y ensamble mecánico de la electrolinera móvil.
- Detallar el costo económico que tendría la implementación de este proyecto.

## **1.5 Justificación e Importancia de la Investigación**

### ***1.5.1 Justificación Teórica***

Con la grave problemática que se tiene a nivel mundial con el calentamiento global, por

la acumulación desmedida de dióxido de carbono por muchas décadas al utilizar el petróleo como fuente de energía que mueve al mundo, por las continuas variaciones al precio del petróleo y derivados, al poco e ineficiente control vehicular en lo que a control de emisiones de gases contaminantes se refiere, a las grandes inversiones que el Ecuador ha realizado en la construcción de estaciones de generación de energía eléctrica a nivel nacional y a los grandes avances en la ciencia y tecnología de nuestra era se ve una necesidad poco satisfecha en nuestro entorno a lo que a movilidad por energía eléctrica vehicular se refiere.

Si bien es cierto la creación y desarrollo de los vehículos eléctricos no es nuevo, esto ha sido una idea que con el pasar de las décadas ha ido evolucionando y simplificando los componentes eléctricos y electrónicos involucrados en el sistema de propulsión del coche eléctrico y con la creciente demanda de vehículos que se encuentran rodando en las vías del país se ve una necesidad de cambiar todo el parque automotor térmico por los vehículos de nueva tecnología más eficientes y avanzados de nueva energía como son los eléctricos.

Por lo que el presente proyecto se enfoca en el diseño de una electrolinera móvil que será utilizado en lugares en donde la energía eléctrica de la red interconectada no le es posible llegar, empleando para ello un generador que será impulsado por un motor eléctrico y un volante de inercia que mantendrá girando al sistema, para romper la inercia, y mantener al motor eléctrico funcionando se aplicará un banco de baterías y tres inversores de corriente.

### ***1.5.2 Justificación Metodológica***

El contenido de la información a presentar a lo largo de este documento está basado en el método científico ya que este permite observar, descubrir, explicar y predecir las diferentes interrogantes que a lo largo de la investigación se irán haciendo con el desarrollo del mismo.

### ***1.5.3 Delimitación Temporal***

El presente documento tendrá una duración en fase de desarrollo de 8 meses hasta su culminación y entrega, empezando desde el mes de diciembre hasta agosto del 2021.

#### **1.5.4 Delimitación del Contenido**

El proyecto de investigación tiene el propósito de dar las pautas, procedimientos, cálculos matemáticos del caso, costo de realización del proyecto al trabajar con los diferentes componentes eléctricos y mecánicos con que cuenta el sistema de la electrolinería móvil.

#### **1.6 Hipótesis del Trabajo**

¿El diseño de una electrolinería móvil usando un motor de corriente alterna y un generador de energía permitirá satisfacer la necesidad de recarga a vehículos eléctricos en lugares donde no hay acceso al servicio de electricidad?

## Capítulo II

### 2. Marco Teórico

#### 2.1 Vehículo Eléctrico

Podemos decir que un vehículo eléctrico es todo coche que utiliza como medio de impulsión total o parcial uno o varios motores eléctricos empleando como fuente de energía eléctrica la carga almacenada en el pack de baterías recargables con que cuenta este medio de transporte alcanzando niveles de rendimiento de más del 80%. (Gómez, 2017)

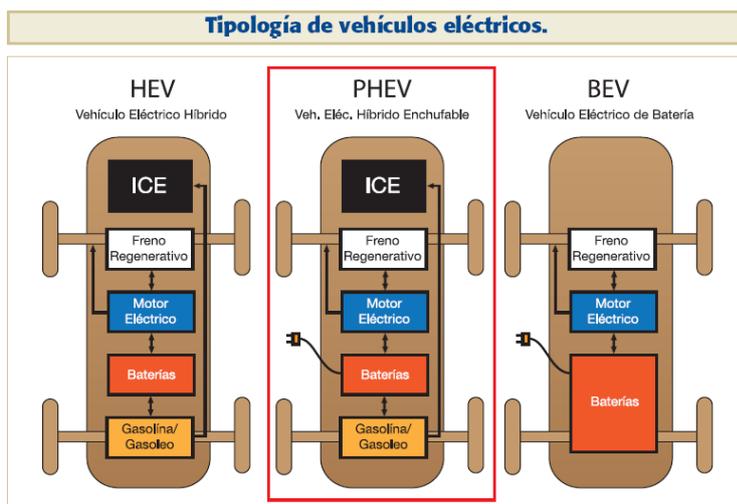
El restablecimiento de la carga eléctrica consumida en el desplazamiento normal del vehículo, es repuesto por el empleo de cargadores de alto voltaje para disminuir el tiempo de recarga del automotor.

#### 2.2 Clasificación de los Vehículos Eléctricos

La industria automotriz actualmente pone al mercado los tres tipos de vehículos eléctricos que se producen hoy en día, tal como se muestra en la figura 1:

**Figura 1**

*Tipos de Vehículos Eléctricos*



Fuente: (Ahorra energía , 2016)

##### 2.2.1 Vehículo Eléctrico Híbrido

En este tipo de vehículos existe una buena interacción entre un pequeño motor de

combustión interna y el motor eléctrico, existiendo un ahorro entre un 25% hasta un 40% de consumo de combustible aproximadamente por lo que se reduce en gran parte la emanación de gases contaminantes que lanza el tubo de escape en estos vehículos.

El motor eléctrico se pone en funcionamiento al romper la inercia y rodando a bajas velocidades reconociendo que las baterías de a bordo no cuentan con la suficiente capacidad de almacenamiento de energía por lo que su autonomía se ve reducida en largas distancias y altas velocidades de desplazamiento por lo que en esos casos se hace uso del motor térmico que en interacción con el motor eléctrico aumenta la velocidad y la potencia en el tren de rodaje del automotor. (Madrid, 2018)

El sistema híbrido no permite la carga de la batería mediante conexión a fuente exterior de electricidad por lo que se dan intervalos de carga y descarga ya que la batería es cargada mediante el uso del motor eléctrico con que cuenta el sistema ya que este puede actuar como un generador que es accionado durante las frenadas como es el caso del freno regenerativo, por la inercia en el desplazamiento del vehículo y por el giro del motor de combustión interna en su funcionamiento.

### ***2.2.2 Vehículo Eléctrico Híbrido Enchufable***

Son iguales en funcionamiento que en el vehículo eléctrico híbrido del caso anterior ya que cuentan con dos motores uno eléctrico y otro térmico que interactúan de acuerdo a los requerimientos del conductor, de acuerdo a las condiciones del carretero, propulsando al vehículo en una configuración serie o paralelo, se diferencia del caso anterior ya que en este tipo de vehículo permite cargar la batería conectándose a la red de energía eléctrica destinada para este fin, teniendo una mayor autonomía de carga eléctrica y mayor distancia de recorrido con ella. (Rosso Mateo, 2016)

### ***2.2.3 Vehículo Eléctrico Puro de Batería***

Son los vehículos de actualidad llamados también de Zero emisión que se están

popularizando en el mercado y cuentan con uno o varios motores eléctricos a bordo ya que estos no emiten a la atmosfera ningún tipo de contaminante al aire como era el caso de los MCI y extraen la energía eléctrica almacenada del banco de baterías recargable con que cuenta el sistema eléctrico para lo cual se emplean las electrolineras que son las encargadas de restablecer la carga eléctrica consumida por el vehículo, ya que el tiempo de reposición de las baterías puede ir desde unos cuantos minutos hasta varias horas dependiendo del sistema de recarga utilizado, siendo estos coches muy empleados en lugares céntricos y autopistas de distancias cortas. (Tomas, 2016)

### 2.3 Características de la Estación de Carga o Electrolinera

Una estación de carga llamada también electrolinera tal como se observa en la figura 2 es el espacio destinado a la recarga de las baterías de los coches eléctricos como también de los vehículos plug and hybrid, que dependiendo del tipo de conector que el sistema tenga configurado a bordo de este medio de transporte será de corriente continua C.C. o corriente alterna C.A. (Trasancos, 2016)

Los lugares más comunes en donde se encuentran instaladas estas electrolineras son los parqueaderos públicos, los parqueaderos privados y centros comerciales.

#### Figura 2

*Electrolinera*



Fuente: (Informate Santo Domingo, 2019)

### **2.3.1 Tipos de Recarga para Vehículos Eléctricos**

De acuerdo a la norma UNE-EN 61851-1:2001 indica que la tensión máxima de carga en corriente alterna puede llegar hasta los 690 voltios con una frecuencia de 50 a 60 Hz, en los diferentes tipos de recarga eléctrica vehicular se toma en consideración el lugar donde se realiza el mismo ya que este definirá el tipo de carga aplicado en el vehículo. (AENOR, 2019)

**2.3.1.1 Carga Lenta.** Este tipo de carga es el que se realiza generalmente en el garaje de las viviendas o en donde se estaciona el vehículo eléctrico ya que trabaja con corriente alterna monofásica con una tensión de 230 voltios a 16 amperios de intensidad nominal con una potencia de entre 3,5 a 22 Kw y un tiempo aproximado de recarga vehicular de entre 6 a 8 horas, aplicada por lo general en la zona horaria nocturna y orientada también a motos o cuadríciclos.

**2.3.1.2 Carga Semi – Rápida.** Este tipo de carga vehicular emplea corriente alterna trifásica con una tensión de 230 voltios y 32 amperios de intensidad nominal con una potencia de entre 7,3 a 22 Kw y un tiempo aproximado de recarga de 4 horas, aplicada por lo general en zona horaria nocturna, en establecimientos considerados como garajes comunitarios, domicilios unifamiliares o centros comerciales. (Gómez, 2017)

**2.3.1.3 Carga Rápida.** Este tipo de carga vehicular emplea corriente alterna trifásica con una tensión de 440 voltios y 400 amperios de intensidad nominal con una potencia de entre 43 a 150 Kw y un tiempo de recarga que va desde los 10 a 30 minutos dependiendo del tipo de cargador a utilizar, aplicada comúnmente en lugares públicos con alta rotación de vehículos como son las estaciones de servicio ya que tienen un tiempo de respuesta rápida. (Enrique, 2016)

## **2.4 Infraestructura de la Estación de Carga**

Actualmente el mercado automotriz pone a disposición diversos tipos de estaciones fijas de recarga vehicular de uso para electrolinerías, estacionamientos, centros comerciales,

garajes particulares entre otros ya que estos tienen visible la siguiente información:

- Fecha de fabricación de la estación de recarga automotriz.
- Tensión nominal de trabajo (V).
- Frecuencia de trabajo (Hz).
- Intensidad de corriente (A).

## 2.5 Tipos de Electrolineras o Estaciones de Carga

Las electrolineras para uso automotriz existen de diversos tipos, diseños y arquitecturas que se adaptaran a las necesidades del consumidor a ser instalados ya sea en domicilios, estacionamientos vehiculares, centros comerciales, electrolineras y demás lugares que la situación amerite su utilización.

### 2.5.1 *Electrolinera en la Vía Pública*

En este tipo de electrolinera estacionaria se constituye de un poste que alberga el enchufe para realizar la recarga al vehículo al encontrarse instaladas en las aceras donde se estacionan los coches, el usuario tendrá la opción de restablecer la carga eléctrica consumida por su vehículo mientras el carro está estacionado, tal como se observa en la figura 3.

### **Figura 3**

#### *Electrolinera en la Vía Pública*



Fuente: (Noya, 2018)

### 2.5.2 *Electrolinera Interna*

Este tipo de electrolinera están instalados en estacionamientos, gasolineras, viviendas, caracterizándose por contar con uno o más enchufes para conectar varios vehículos a la vez ya que las mangueras del conector se encuentran a una altura de entre 0,9 a 1,2 metros de altura por encima del suelo, tal como se observa en la figura 4. (Noya, 2018)

#### **Figura 4**

##### *Electrolinera Multipunto*



Fuente: (Noya, 2018)

## 2.6 Modos de Carga

De acuerdo a la normativa IEC 61851-1-2010 existen cuatro modos de carga aplicados en los vehículos eléctricos tal como se indica en la figura 5 a continuación.

**Modo 1:** la recarga del vehículo eléctrico se la realiza conectándolo a la red de corriente alterna, empleando para ello tomacorrientes de hasta 16 amperios de intensidad, además de un dispositivo de corriente residual y toma a tierra para protección en caso de sobrecarga eléctrica con el enchufe eléctrico Schuko. (Mendoza, 2017)

**Modo 2:** para este tipo de conexión en corriente alterna se aplica con intensidades de hasta 32 amperios de corriente, empleando un sistema de protección eléctrica a la par de un conductor piloto de control que verificara la correcta conexión entre el vehículo eléctrico a la red de energía eléctrica alterna, se puede emplear el enchufe eléctrico Schuko. (Mendoza, 2017)

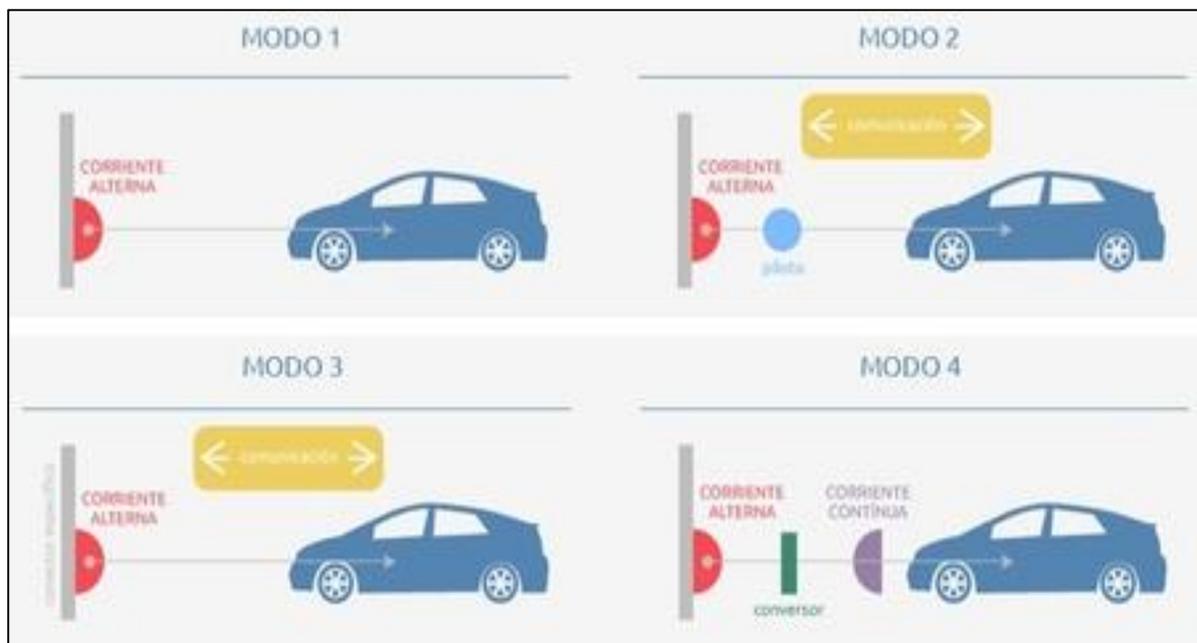
**Modo 3:** en esta conexión a la red eléctrica alterna los diferentes dispositivos

electrónicos de control y protección se encuentran instalados al interior de la propia electrolinería y el cable que porta el enchufe vehicular en su interior posee el conductor piloto de comunicación incorporado, utiliza los enchufes eléctricos SAE J1772, Mennekes o Scame. (Mendoza, 2017)

**Modo 4:** esta conexión eléctrica alterna es de manera indirecta ya que para que se dé requiere de un convertidor de corriente externa para transformarla en corriente continua, donde el conductor piloto de control se encuentra entre la toma de corriente y el convertidor de energía, aplicada en recarga rápida con el enchufe eléctrico Chademo. (Mendoza, 2017)

## Figura 5

### Modos de Carga



Fuente: (Motor pasión, 2012)

### 2.6.1 Tabla Comparativa de los Tipos de Recarga Vehicular.

Con lo anteriormente descrito de los tipos de recarga vehicular ponemos de manifiesto en la tabla 1 las respectivas particularidades que engloba cada tipo en donde se apreciara las características técnicas, tiempo aproximado de recarga y demás datos relevantes del tema.

**Tabla 1***Comparación de los Tipos de Recarga Vehicular*

	<b>Carga lenta / domestica</b>	<b>Carga semi rápida / de oportunidad</b>	<b>Carga rápida</b>
<b>Potencia e intensidad eléctrica</b>	Corriente monofásica de 230 V e intensidad de 16 A. Potencia hasta 3,7 Kw.	Corriente monofásica de 230 V e intensidad entre 32 – 63 A. Potencia entre 7,4 – 14,5 Kw.	Corriente continua de 600 V e intensidad hasta 400 A. Potencia de 240 Kw.
<b>Tiempo estimado de recarga</b>	Corriente trifásica de 400 V e intensidad de 16 A. Potencia hasta 11 Kw.  5,5 Horas para una recarga completa con corriente monofásica.	Corriente trifásica de 400 V e intensidad entre 32 – 63 A. Potencia entre 22 – 43,5 Kw. Entre 3 Horas (32 A) y 1,5 horas (63 A) con corriente monofásica.	Corriente alterna de 500 V e intensidad hasta 250 A. Potencia hasta 220 Kw.  Entre 5 – 8 minutos.
<b>Localización optima</b>	2 Horas con corriente trifásica.  En viviendas, lugares de trabajo, estaciones de ferrocarril o aeropuertos.	Entre 1 hora (32 A) y 0,5 hora (63 A) con corriente trifásica.  En centros urbanos, supermercados, centros comerciales, de ocio.	Estaciones de servicio (electrolineras).
<b>¿Cuándo se utiliza?</b>	El V.E. se deja cargando y se recarga después de varias horas (toda la noche, una jornada laboral, etc.).	El V.E. se deja cargando mientras se realizan compras o se disfruta de algún entretenimiento (cine, teatro, partido de futbol, etc.).	El V.E. se carga sin alejarse de él. Es necesaria la presencia de un supervisor.

Fuente: (Electromovilidad, 2020)

## **2.7 Conectores Estandarizados por la Norma IEC 62196-2:2011 para la Recarga de Vehículos Eléctricos**

Con la gran cantidad de marcas de vehículos que se comercializan en el mundo y los grandes avances en lo que a tecnología automotriz se refiere, se han desarrollado y normado

una variedad de enchufes vehiculares destinadas a suministrar de energía eléctrica al coche, desde la electrolinera hasta las baterías de a bordo del automotor. (Rosso Mateo A. , 2017)

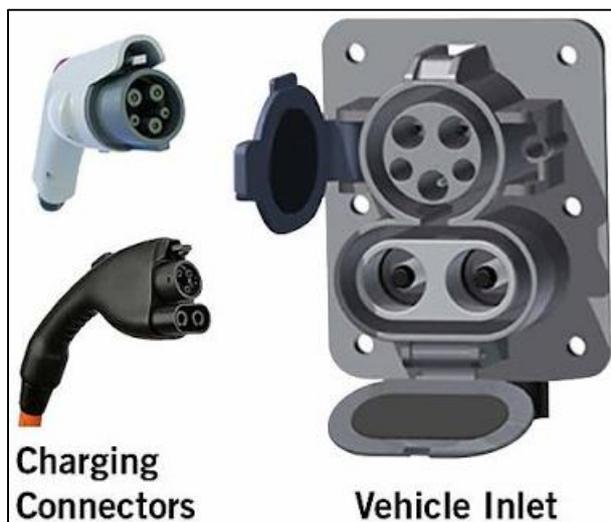
De acuerdo con lo que indica la Comisión Electrónica Internacional 62196-2 (IEC, 2020), norma los enchufes eléctricos que la industria automotriz aplica en la recarga vehicular, de los cuales 2 modelos en particular son los mayormente empleados por la industria automotriz los cuales son los siguientes:

### **2.7.1 Conector SAE J1772 DC CCS**

Denominado también como conector J, diseñado para ser utilizado en sistemas eléctricos de 200 o 450 voltios en corriente continua a una potencia máxima de 90 Kw, empleado para vehículos de procedencia americana y japonesa con un diámetro del conector de 43 mm ya que cuenta con cinco pines de los cuales 2 son de corriente alterna, 1 de protección a tierra en caso de sobrecarga eléctrica, 1 pin es utilizado para indicar al sistema de control del vehículo a que permanezca inmóvil mientras dura el proceso de recarga vehicular y 1 pin utilizado para indicar el nivel de carga existente en la batería del vehículo, tal como se observa en la figura 6. (EV Charger, 2016)

**Figura 6**

*Conector SAE J1772 DC CCS*



Fuente: (EV Charger, 2016)

### 2.7.2 Conector Único Combinado o CCS

CCS proviene de los acrónimos “combined charging system” que significa sistema de carga combinado en la cual permite realizar ambos modos de recarga lenta y rápida en un solo enchufe vehicular, tal como se observa en la figura 7 compuesto de un enchufe de corriente alterna tipo Mennekes y un enchufe de corriente continua de dos contactos permitiendo recargar al coche en modo 2, 3 y 4 en un solo enchufe eléctrico vehicular, provee de 690 V y de 50 a 60 Hz a 250 A en corriente alterna, y de 600 V a 400 A en corriente continua, aplicado para vehículos de procedencia americano y europeo ya que este conector cuenta con 5 bornes, 2 son de corriente alterna con una potencia de 44 kW, 2 bornes en corriente continua con una potencia de 350 kW y un borne de protección a tierra. (Gonzalez, 2019)

#### Figura 7

*Conector Combinado CCS*



Fuente: (Eco Electricos, 2020)

### 2.7.3 Conector IEC 62196 Mennekes

Este tipo de enchufe vehicular fue mejorado por una empresa Alemana y para su funcionamiento se vale de la red eléctrica monofásica o trifásica de acuerdo a la disposición presente en el momento con una tensión que va desde los 200 hasta los 600 voltios en corriente continua, con una intensidad máxima de 400 A y 240 kW de potencia, ya que este conector

tiene un diámetro de 55 mm y cuenta con 7 bornes distribuidos de la siguiente manera, 4 son salida de corriente alterna trifásica, 1 es de protección a tierra y 2 son utilizado para comunicaciones, tal como se observa en la figura 8. (Motor pasión, 2012)

De los 4 bornes de corriente alterna trifásica presente en el enchufe vehicular, 3 son de línea viva, es decir uno por cada fase eléctrica presente y un borne se considera neutro dando los 4 bornes anteriormente nombrado, de allí 1 borne es de protección a tierra en caso de sobrecargas existentes al momento de la reposición de energía a las baterías del coche y 2 pines considerados de comunicación al notificar al módulo de control que se encuentra en fase de recarga solicitándole la intensidad a dosificar para la reposición de energía eléctrica a los acumuladores a bordo del vehículo, tiene un mecanismo que no permite el paso de corriente eléctrica a menos que el enchufe esté conectado al vehículo y permanezca estático en el estacionamiento para este fin y diseñado para soportar temperaturas de  $-30^{\circ}\text{C}$  hasta más de  $50^{\circ}\text{C}$ ., ya que tiene un sensor térmico integrado en el enchufe eléctrico.

### **Figura 8**

*Conector Mennekes.*



Fuente: (Motor pasión, 2012)

## **2.8. Tipos de Conectores a aplicar a los Vehículos Eléctricos según la Norma IEC 62196**

**Tabla 2***Tipos de Conectores Aplicados a los Vehículos Eléctricos*

<b>Modelo de enchufe a disposición</b>	<b>Ilustración</b>	<b>Descripción técnica</b>	<b>Marca de vehículos que utilizan el enchufe</b>
SAE J1772		Aplicada en vehículos americanos, requiere de 120, 240 V a 70 A y 16,8 Kw de potencia.	Nissan, Mitsubishi, Peugeot, Citroen, Renault, Ford, Toyota.
SAE J1772 DC CCS		Aplicada en vehículos americanos, requiere de 200, 450 V en CC con una potencia de 90Kw.	Nissan, Chevrolet, Toyota.
Tesla		Aplicada en vehículos americanos, requiere de 120, 240 V y 22 Kw en C.A. y 480 V y 120 Kw en C.C.	Tesla.
Chademo		Requiere de 500 V en C.C. a 200 A y 50 Kw de potencia.	Nissan, Toyota, Peugeot.
Conector único combinado o CCS		Aplicada en vehículos americanos y europeos, en C.A. requiere de 690 V a 50 – 60 Hz a 250 A y de 600 V en C.C. a 400A.	Audi, BMW, Daimler, Porsche, Volkswagen.
IEC 62196 Mennekes		Requiere de 120 V y produce 16 A o 500 V y produce 63 A.	Renault, Tesla modelo S, Volvo.
EV plug alliance		Requiere de 200 – 600 V en C.C. a 400 A y 240 Kw de potencia.	Renault, Fiat.
Schuko		Aplicada en aparatos eléctricos de origen europeo de 230 V a 50 Hz y 16 A de intensidad.	Vehículo eléctrico Twizy, Motocicletas, Bicicletas eléctricas.

Fuente: (Motor pasion, 2012)

## 2.9 Estación de Recarga Rápida

La restitución de la carga para un vehículo eléctrico se realiza mediante el uso de lo que se llama cargador de corriente, ya que este está en conexión directa con la red de energía eléctrica de corriente alterna y el sistema eléctrico a bordo del automotor.

Un cargador eléctrico vehicular está compuesto por un conjunto de componentes electrónicos que están en interacción constante suministrando una corriente eléctrica que va en sentido opuesto al de descarga producido por los consumidores que tiene el automotor para que esta sea restituida y almacenada en la batería. (Rodríguez, 2019)

Una estación de recarga es un sistema que contiene un cargador eléctrico en su interior por el cual despliega uno o varios enchufes de conexión vehicular, en donde se empata al sistema de carga a bordo del automotor eléctrico, existiendo comunicación entre estas dos partes, coche – electrolinera.

Existen dos tipos de estaciones de recarga que la industria automotriz emplea en la recarga de los vehículos eléctricos que son: estaciones de recarga inteligentes que permite una comunicación directa con el sistema de gestión de a bordo del vehículo y estaciones de recarga manejados por un solo sistema de control que se comunica con varios sistemas de gestión de a bordo del vehículo. (Tomas, 2016)

Normalmente una estación de recarga vehicular cuenta con los siguientes elementos que son:

- Estación con una o varias salidas con su respectivo enchufe vehicular individual.
- Enchufe eléctrico vehicular normado.
- Luz indicadora de señalización que indicara nivel de carga completa o en proceso de carga.
- Panel de control en el que se alojaran los botones de encendido, detención y apagado de la estación de carga.

- Regulador electrónico automático de carga que se ajustara de acuerdo al vehículo a recargar.
- Fusible de conexión automático en caso de sobrecarga o corto circuito.
- Sistema para el pago y apertura del servicio, los modernos utilizan tarjeta con tecnología de identificación por radio frecuencia RFID.

Según el área donde se instalarán las estaciones de recarga, estas se clasifican en dos tipos que son:

- Electrolinera de uso privado.
- Electrolinera de uso público.

Según la forma de ubicación las estaciones de recarga de automóviles eléctricos, se clasifican en dos tipos:

- Electrolinera de pared.
- Electrolinera de pie o poste.

### ***2.9.1 Modelos de Estaciones de Recarga Rápida.***

La industria automotriz pone a disposición del parque automotor, una amplia gama de electrolineras producidas por varias fábricas dedicadas al negocio de los vehículos eléctricos que se ajustara a las necesidades del usuario de acuerdo a la disponibilidad de espacio físico para su instalación, disponibilidad de energía eléctrica monofásica o trifásica, con tarjeta RFID o sin tarjeta de identificación de usuario, de pared o de pedestal, tal como se observa en la figura 9. (Ozores, 2012)

Actualmente los fabricantes de estas estaciones de recarga rápida vehicular poseen varios enchufes eléctricos, lo que ayudará a adaptarse al perfil del conector eléctrico a bordo del vehículo a ser recargado, bien sea para vehículos de procedencia americano o de procedencia europeo, para lo cual se observa varios modelos que se encuentran vigentes en el mercado, tal como se muestra en la figura 9.

**Figura 9***Diferentes Modelos de Electrolineras*

Fuente: (Ozores, 2012)

## 2.10 Placa de Características Técnicas en el Cargador

Según la norma IEC 61851-22:2001, indica que las electrolineras estacionarias deberán llevar gravado y de manera indeleble bien sea en placa o en etiqueta los datos informativos de las características técnicas de la estación de recarga y cuya información a presentar es la siguiente:

- Nombre de la empresa que produce la electrolinera.
- Referencia del equipo.
- Número de serie.
- Fecha de fabricación.

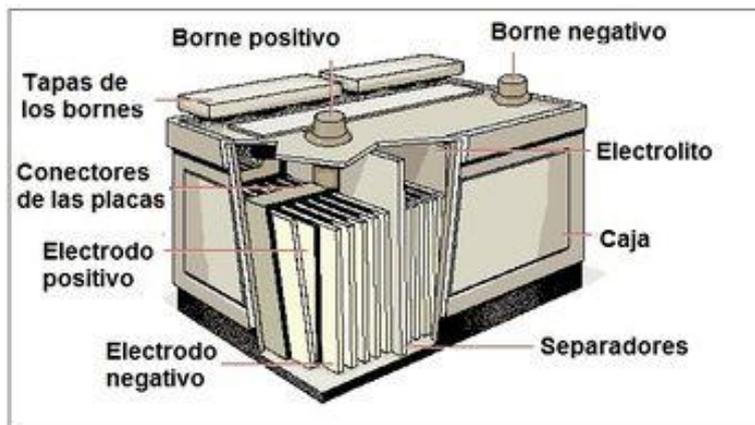
- Tensión nominal de trabajo de la electrolinera.
- Corriente nominal de trabajo de la electrolinera.
- Frecuencia de trabajo de la electrolinera.
- Numero de fases activas en la electrolinera.
- Grado de protección contra partículas externas IP.
- Si su aplicación es para lugares abiertos o cerrados.

## **2.11 Baterías Automotrices**

Las baterías cumplen un papel vital en el buen funcionamiento de todo vehículo eléctrico, ya que estos acumuladores son los encargados de almacenar y distribuir la energía eléctrica hacia los demás componentes eléctricos con que cuenta el vehículo. Uno de los grandes problemas que tienen los vehículos eléctricos es el almacenamiento de energía, lo que se traduce en autonomía de desplazamiento, ya que, dependiendo del tipo de batería, de los componentes con los que esta armada y la tecnología que esta reúna dependerá y hará la diferencia en ser un vehículo con poca autonomía o un vehículo de larga autonomía de recorrido. (Vaca, 2019). Existe una gran diversidad de baterías de uso automotriz que se comercializa en el mercado siendo las más empleadas las siguientes:

### ***2.11.1 Batería de Plomo - Acido***

Esta es una de las baterías mayormente conocidas, empleadas y la más antigua usada en vehículos convencionales, y suelen tener presentaciones de 6 y 12 voltios, utilizadas para el encendido del vehículo, iluminación y soporte del sistema electro - electrónico. Actualmente con la llegada de los coches eléctricos se están dejando de aplicar, ya que tienen un ciclo de vida limitado, una densidad baja de entre 30-40 Wh/Kg, requiriendo de mantenimiento periódico. En el mercado automotriz se las obtiene por un bajo costo y responden bien en el arranque en frío, tienen un peso prominente, ya que el plomo alojado en su interior es tóxico y son de recarga lenta, tal como se observa en la figura 10. (Ecured, s.f.)

**Figura 10***Batería Plomo Acido*

Fuente: (Ecured, s.f.)

**2.11.2 Batería de Níquel – Hidruro Metálico**

Esta batería es muy empleada en los vehículos híbridos y utiliza un ánodo de oxihidróxido de níquel y un cátodo de hidruro metálico, tienen una mayor capacidad de carga, un ciclo de vida de 300 a 500 ciclos de carga - descarga, con una densidad de 30-80 Wh/Kg, requieren de un constante mantenimiento, son de menor fiabilidad, no soporta intensas descargas, tienen una menor resistencia a las altas cargas de corriente y a las altas temperaturas de trabajo, tal como se observa en la figura 11. (Baterias madrid, s.f.)

**Figura 11***Batería Níquel – Hidruro Metálico*

Fuente: (Baterias madrid, s.f.)

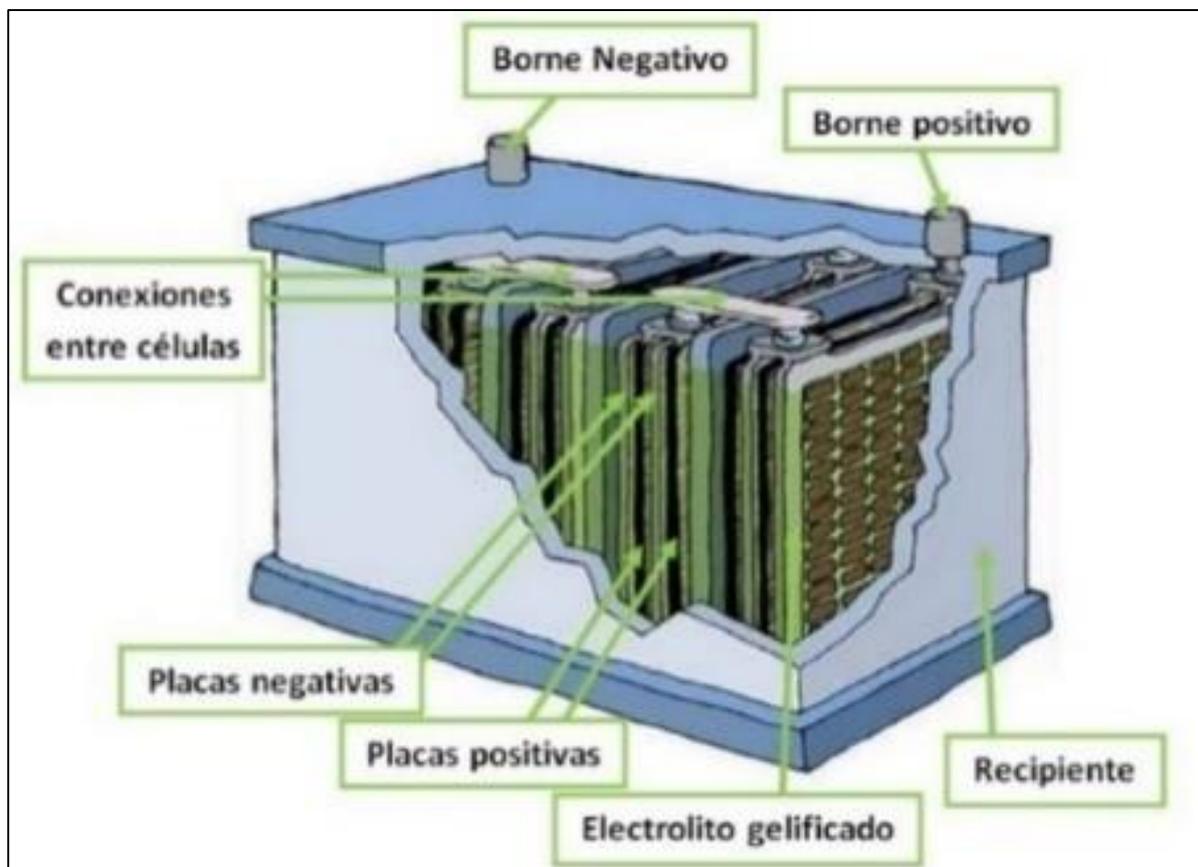
### 2.11.3 Batería VRLA (Gel - AGM)

VRLA significa ácido de plomo regulado por válvula, en la caja de la batería viene instalado una válvula de seguridad presurizada conteniendo un gas en estado líquido reduciendo así la posibilidad de pérdida de fluido. Existen 2 versiones para estas baterías las de Gel y la AGM. Las de gel emplea una combinación de ácido de silicio con electrolito haciendo el ácido más sólido, es resistente a descargas profundas y a las vibraciones, tal como se observa en la figura 12.

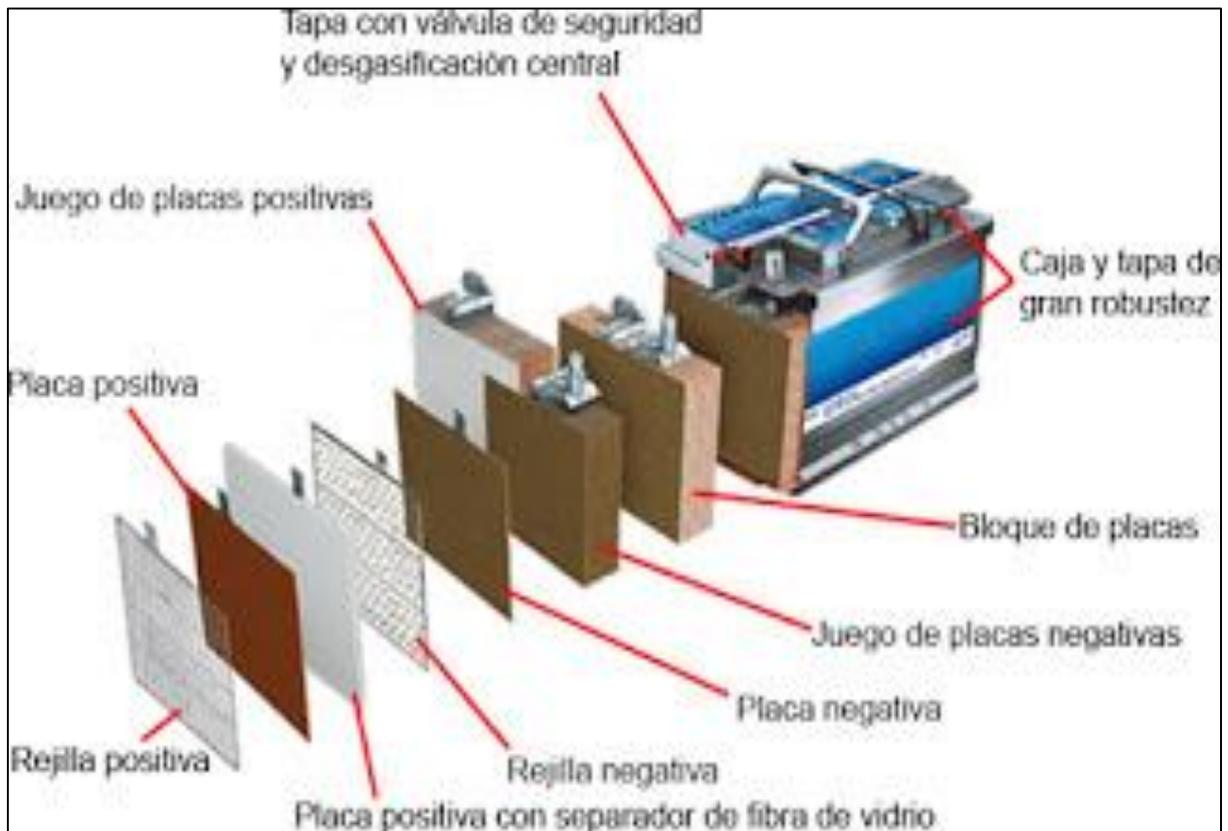
AGM significa separador absorbente de fibra de vidrio, en su composición interna no utiliza agua o gel, sino un separador de fibra de vidrio manteniendo el electrolito en su lugar, teniendo una resistencia interna muy baja. Suministra mucha potencia viniendo de una batería muy pequeña, tal como se observa en la figura 13. (Genera tu luz, 2020)

**Figura 12**

*Batería de Gel*



Fuente: (Genera tu luz, 2020)

**Figura 13***Batería de AGM*

Fuente: (Blog mecanicos, 2016)

## 2.12 Marca de Vehículos Eléctricos que se Comercializan en el Ecuador

En el Ecuador existen varios modelos y concesionarias a nivel nacional que comercializan los vehículos eléctricos los cuales anotamos las siguientes: Nissan, BYD, Toyota, Great Wall, Renault y Kia, como las principales marcas de automotores que lanzan año a año al mercado nacional la línea de vehículos eléctricos, lo cual esta revolucionando el parque automotor nacional de nuevas tecnologías y para lo cual se está construyendo en todo el territorio nacional, especialmente en aquellas vías de mayor auge de circulación de vehículos, estaciones de recarga rápida para este nuevo y creciente parque automotor cuya principal finalidad es reducir el tiempo de espera para la restitución de la carga eléctrica en el vehículo, cuyas características técnicas y tecnológicas más importantes la ilustramos en la Tabla 3.

### 2.12.1 Vehículos Eléctricos que Admiten Carga Rápida

**Tabla 3**

*Modelos de Vehículos 100% Eléctricos*

<b>Marca</b>	<b>Ilustración</b>	<b>Descripción</b>
<b>Hanteng X5 EV</b>		Vehículo 100% eléctrico, con una autonomía de 300 Km con una velocidad máxima de 180 Km/h
<b>Chok Cross</b>		Vehículo 100% eléctrico, con una autonomía de 120 Km con una velocidad máxima de 60 Km/h
Chok G2		Vehículo 100% eléctrico, con una autonomía de 100 Km con una velocidad máxima de 50 Km/h
Renault Twizy ZE		Vehículo 100% eléctrico, con una autonomía de 100 Km con una velocidad máxima de 80 Km/h
Kia Soul EV		Vehículo 100% eléctrico, con una autonomía de 200 Km con una velocidad máxima de 145 Km/h
BYD E5		Vehículo 100% eléctrico, con una autonomía de 400 Km con una velocidad máxima de 130 Km/h
Nissan Leaf		Vehículo 100% eléctrico, con una autonomía de 385 Km con una velocidad máxima de 120 Km/h
Renault Kangoo ZE		Vehículo 100% eléctrico, con una autonomía de 165 Km con una velocidad máxima de 100 Km/h
Chevrolet Bolt EV		Vehículo 100% eléctrico, con una autonomía de 320 Km con una velocidad máxima de 146 Km/h

Fuente: (Mendoza, 2017)

## 2.13 Principio de Funcionamiento de los Generadores Eléctricos

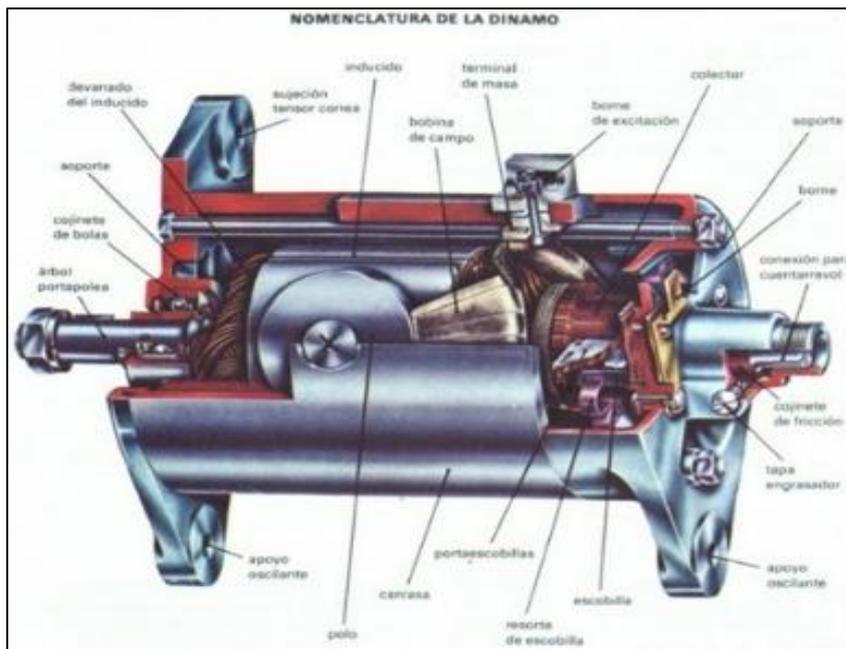
Un generador eléctrico se entiende como una máquina que al estar en movimiento constante produce un flujo de corriente eléctrica, con la ayuda de la inducción electromagnética, al hacer girar las diferentes bobinas de alambre entre los polos de un imán permanente lo que da a lugar a un campo magnético o la rotación del campo magnético a través de las diferentes bobinas de alambre, llamada también armadura o rotor, en el cual en uno de sus extremos va alojado los anillos rosantes o colectores aislados que en contacto con las escobillas permiten el transporte del pulso eléctrico generado en ese instante.

La corriente generada por este equipo es corriente alterna, y si es necesario se la puede rectificar a corriente continua para su posterior almacenamiento en el banco de baterías, estos generadores producen una corriente trifásica y de acuerdo a la necesidad del usuario final la empleara en conexión monofásica o trifásica, entendiéndose por corriente trifásica a las 3 líneas de corriente que produce el generador a la salida.

### 2.13.1 Componentes de un Generador Eléctrico

**Figura 14**

*Partes de un Generador*



Fuente: (Como funciona, 2021)

Los principales componentes que se observa en la figura 14 conforman un generador eléctrico y estos son:

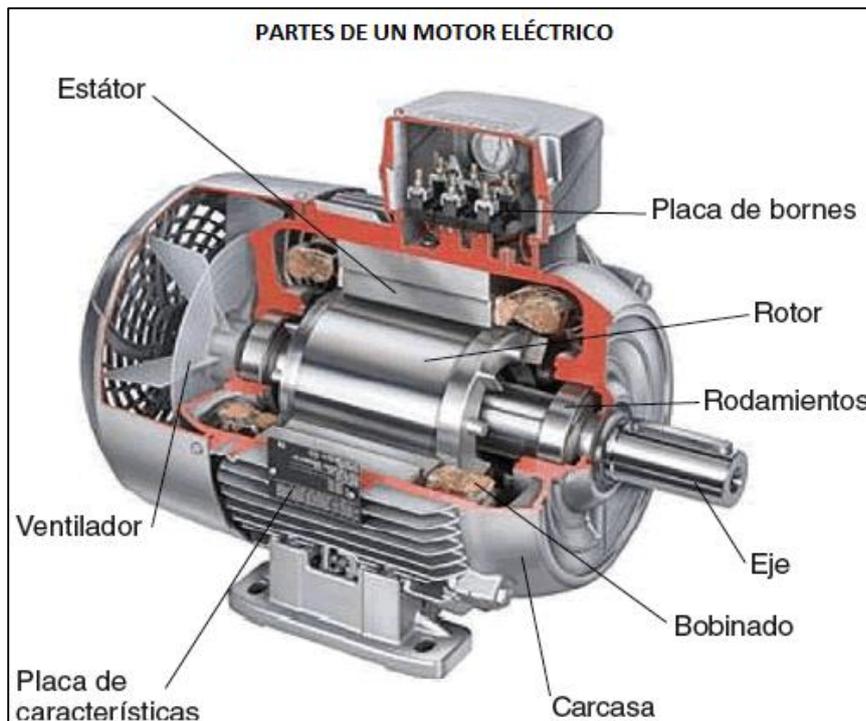
- Estator
- Rotor
- Sistema de Enfriamiento
- Excitatriz

## 2.14 Motor Eléctrico

Se denomina así a un dispositivo rotatorio que convierte la energía eléctrica en energía mecánica de rotación por medio de la acción del electromagnetismo, efecto generado en las bobinas que aloja en su interior, diferenciándose 2 partes importantes que son el estator y el rotor, tal como se observa en la figura 15.

**Figura 15**

*Motor Eléctrico.*



Fuente: (Florida motores, 2014)

Los motores eléctricos son muy utilizados en muchos campos de la ciencia pero su mayor presencia se dan en instalaciones industriales, comerciales, maquinaria, sus aplicaciones

más comunes son: ventiladores, bombas de agua, electrodomésticos, esmeriles angulares, herramientas eléctricas y un sinnúmero de aplicaciones, siendo impulsados por fuentes de corriente continua (CC), y corriente alterna (CA).

### 2.15 Inversor de Corriente.

Es un dispositivo electrónico de alta potencia que transforma una corriente de bajo ingreso como por ejemplo 12 V, 24 V, 36 V o más voltios de corriente continua proveniente de un banco de baterías en corriente alterna de alta salida como ejemplo 110V o más a la misma frecuencia de trabajo que está presente en la red de energía eléctrica pública, 60 Hz, siendo muy utilizados en una gran variedad de aplicaciones, permitiendo utilizar diversos aparatos eléctricos de uso cotidiano en lugares en donde no hay posibilidad de una toma de corriente cerca para el accionamiento de dispositivos de corriente alterna, electrodomésticos, casas rodantes, computadoras, luminarias, aires acondicionado, teléfonos celulares inteligentes, entre otras aplicaciones, equipo tal como se observa en la figura 16.

#### Figura 16

*Inversor de Corriente*



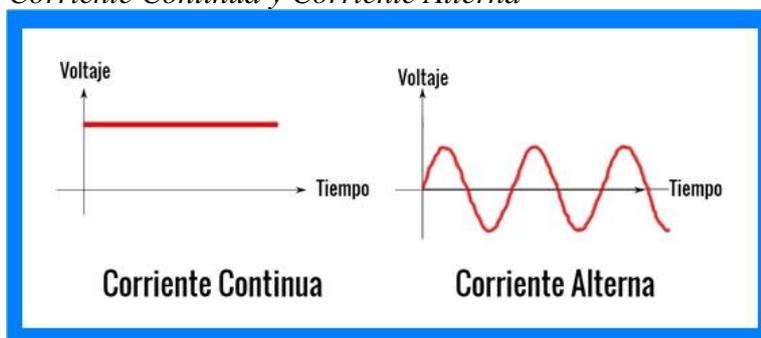
Fuente: (Genera tu luz, 2020)

## 2.16 Como funciona un Inversor de Corriente

El voltaje de la corriente continua proveniente de las baterías es una energía eléctrica estable y constante a lo largo del tiempo ya que esta fluye en una sola dirección a diferencia de la corriente alterna cuya magnitud y dirección de flujo cambia periódicamente a lo largo del tiempo formándose picos de voltaje que oscilan entre positivo y negativo en intervalos regulares, tal como se observa en la figura 17.

**Figura 17**

*Corriente Continua y Corriente Alterna*

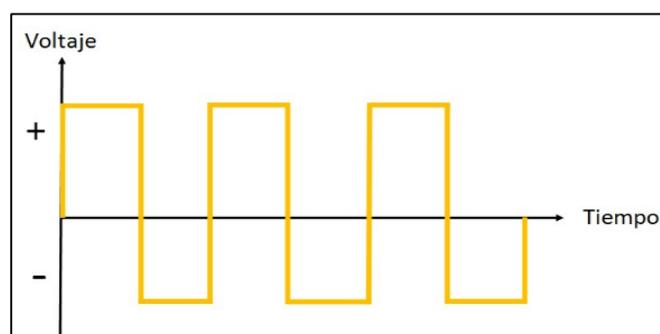


Fuente: (Libro visual, 2020)

Para realizar los cambios de polaridad que tiene la corriente alterna en los 50-60 ciclos por segundo, se requiere la ayuda de los transistores, del tipo Mosfets, tiristores o IGBT, los inversores cuentan con un oscilador que controla a los transistores ya nombrados que interrumpen la corriente de ingreso formando una onda rectangular, tal como se observa en la figura 18.

**Figura 18**

*Onda Cuadrada*

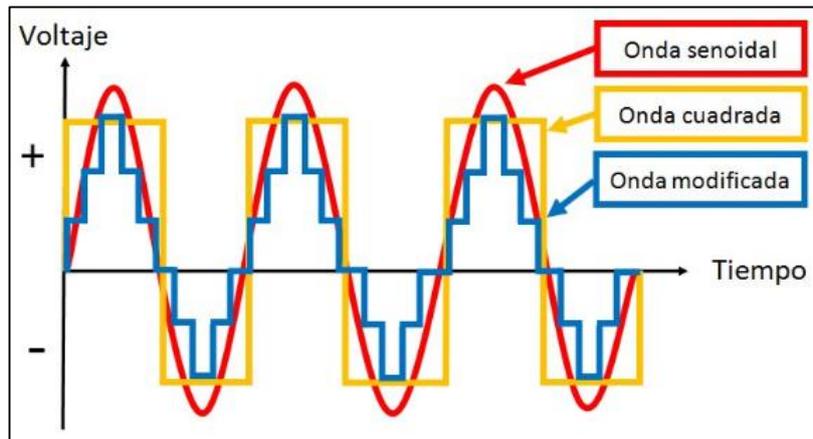


Fuente: (Genera tu luz, 2020)

Para hacer la onda más fina, los inversores de corriente hacen uso de los capacitores e inductores, suavizando la onda y modificándola para que no haya saltos bruscos, tal como se observa en la figura 19.

**Figura 19**

*Onda Sinusoidal Rectificada*



Fuente: (Genera tu luz, 2020)

Para que exista un aumento en la tensión de la corriente alterna, se aplica un fenómeno llamado inducción electromagnética, para conseguir esto en el inversor de corriente se aplica un transformador eléctrico, que es alimentada por la onda rectangular anteriormente nombrada que suavizara su forma ya que el transformador consta de dos bobinas, la primaria y la secundaria ya que juntas generan un campo magnético y dependiendo del número de espiras presentes dependerá la intensidad del campo magnético aumentando o disminuyendo la tensión.

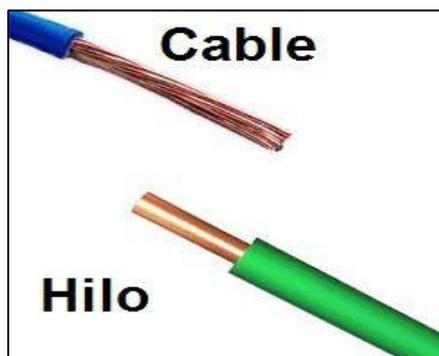
## 2.17 Conductores Eléctricos

Se entiende por conductor eléctrico al hilo de metal que opone poca resistencia al flujo de electrones ya que la estructura atómica del material del que está fabricado el conductor permite el transporte de la energía eléctrica y este puede ser de alambre de una sola hebra, cable formado por varias hebras, o alambres retorcidos entre sí. Los materiales mayor mente difundidos para la elaboración de los conductores eléctricos son el aluminio y el cobre, tal como se observa en la figura 20.

El aluminio tiene un 63% de conductividad eléctrica con respecto al cobre y es empleado en las líneas de transmisión aéreas. El cobre es el material mayormente empleado en la fabricación de conductores eléctricos ya que, por su bajo costo, alta conductividad eléctrica y maleabilidad lo hace idóneo para esta tarea.

### Figura 20

#### *Conductor Eléctrico*

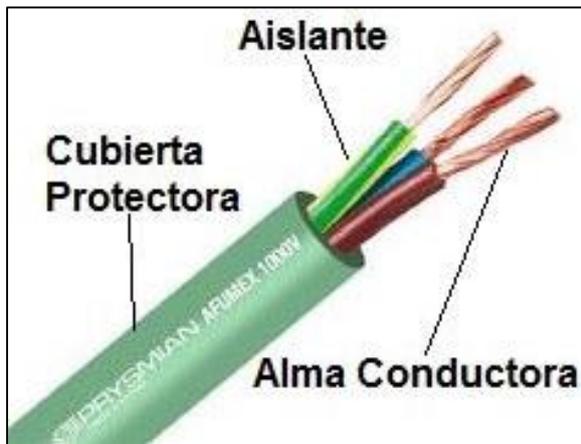


Fuente: (Area tecnología, s.f.)

### 2.18 Partes de un Conductor Eléctrico

Un conductor eléctrico está compuesto por el alambre rígido o flexible según sea el caso que se encuentra en el centro del cable, rodeado del aislamiento que es una capa de polímero plástico que lo aísla de otros conductores, tal como se observa en la figura 21.

- **Conductor eléctrico:** Es el alma metálica del cable ya que en el transporta la energía eléctrica constituido por uno o más hilos de alambre de cobre o aluminio.
- **Aislamiento:** constituido de polímero plástico como el policloruro de vinilo (PVC), caucho etileno propileno (EPR) y el polietileno reticulado (XLPE), que son materiales que separan la parte activa del entorno impidiendo que la corriente eléctrica no se escape del conductor.
- **Cubierta protectora:** esta **protege mecánicamente** al alma y al aislante de daños físicos, químicos como el calor, la lluvia, el frío, raspaduras, golpes, se construyen de nailon y con esto se logra un aspecto redondo y homogéneo.

**Figura 21***Partes de un Conductor Eléctrico*

Fuente: (Area tecnologia , s.f.)

**2.19 Interruptor Termo Magnético**

Es un dispositivo magneto térmico, tal como se observa en la figura 22 que interrumpe la corriente eléctrica en un circuito cuando ésta excede los valores establecidos de fábrica, consta, de dos partes básicas que son, el electroimán y una lámina bimetálica, por la que circula la corriente que va hacia la carga, protegiendo la instalación contra las sobrecargas y cortocircuitos. (Electroindustria, 2019)

**Figura 22***Interruptor Magneto Térmico*

Fuente: (Indelek , 2020)

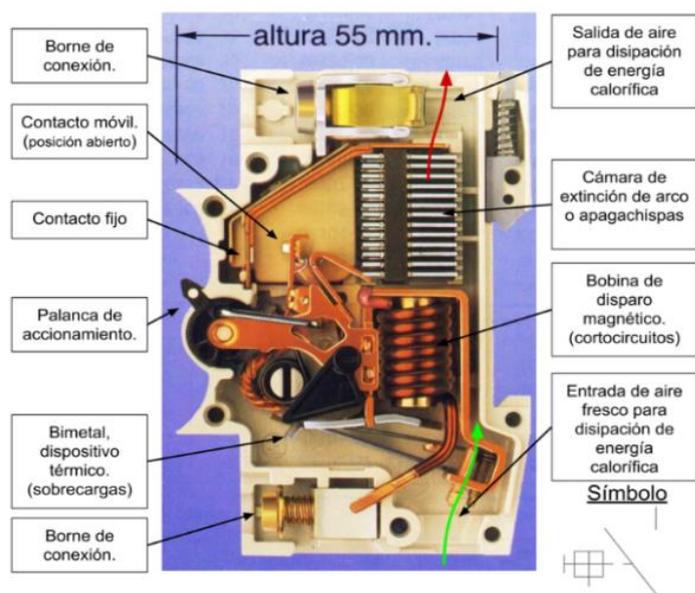
El electroimán al ser energizado, genera una fuerza magnética que, mediante un dispositivo mecánico de palanca abre un contacto, cuando la intensidad de corriente que circula por la carga sobrepasa el límite establecido. El cortocircuito es un aumento de intensidad provocada por el contacto directo accidental entre la fase y el neutro, tal como se observa en la figura 23.

La lámina bimetálica, al calentarse por encima del límite establecido, sufre una deformación que, mediante el dispositivo mecánico, provoca la apertura del contacto, ambos dispositivos se complementan en su acción de protección, el magnético para los cortocircuitos y el térmico para las sobrecargas.

El dispositivo eléctrico tiene provisto una palanca que permite la desconexión manual del flujo eléctrico o la reconexión del dispositivo automático cuando se ha producido una desconexión.

### Figura 23

#### *Partes de un Interruptor Magneto Térmico*



Fuente: (Wikipedia, 2020)

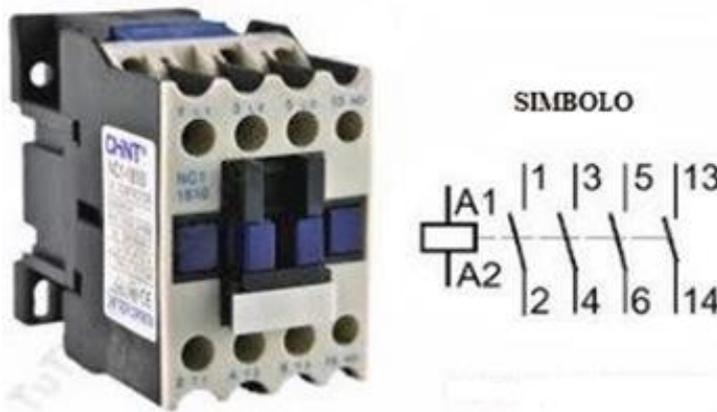
## 2.20 Contactor

Es un componente eléctrico de mando a distancia de funcionamiento muy similar a un

relé aplicada específicamente en cargas de alta corriente, compuesto por una bobina y contactos que se abren y cierran de acuerdo a los requerimientos de funcionamiento del momento, tal como se observa en la figura 24.

**Figura 24**

*Contactor Eléctrico*

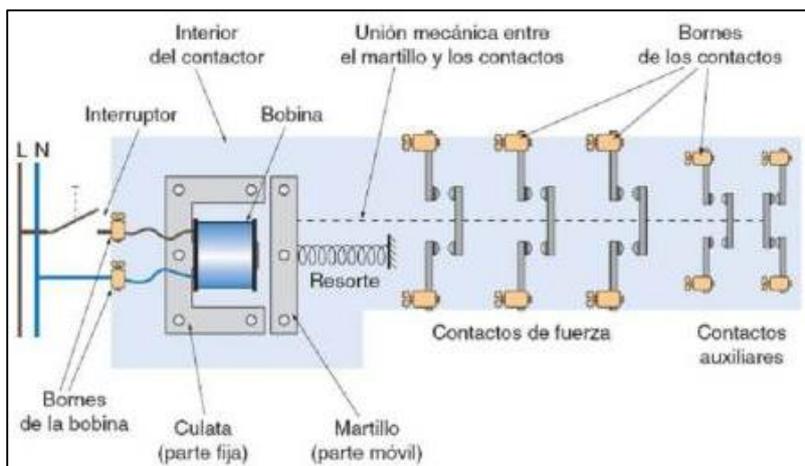


Fuente: (Area tecnologia, s.f.)

Son esencialmente unos interruptores controlados remotamente, diseñados para operar a los dispositivos de control manejando su estado, son dispositivos simples, proporcionando un medio eficaz para el control remoto y automatizado de grandes máquinas eléctricas, las partes del contactor la podemos apreciar en la figura 25.

**Figura 25**

*Partes de un Contactor Eléctrico*

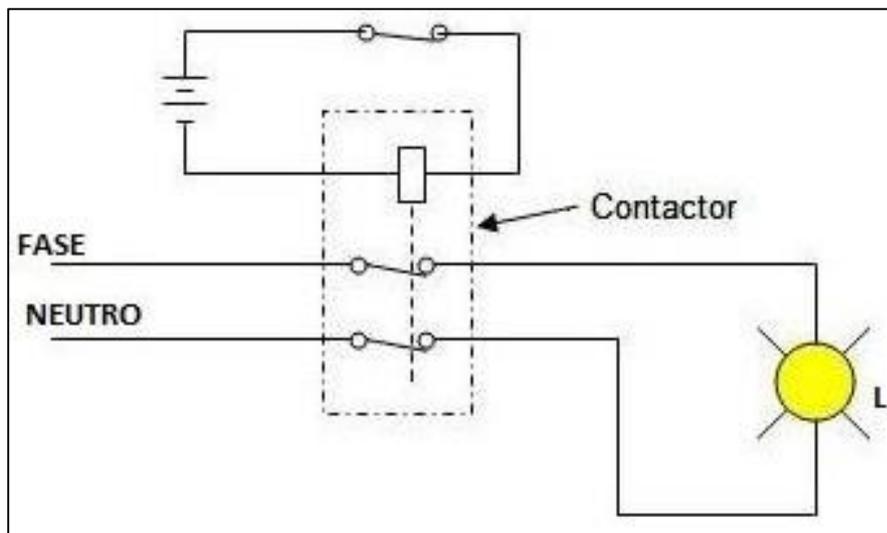


Fuente: (Area tecnologia, s.f.)

La bobina del contactor es un electroimán que acciona los contactos **cuando este es** energizado, abriéndolo y cerrándolo de acuerdo a la configuración que tiene el sistema eléctrico al cual está inmerso, al cortar la corriente los contactos vuelven a su estado inicial permaneciendo en estado de reposo, se puede apreciar el diagrama eléctrico en la figura 26.

**Figura 26**

*Instalación Eléctrica de un Contactor*



Fuente: (Area tecnologia, s.f.)

## 2.21 Interruptor de Paro de Emergencia

De acuerdo a lo que estipula la norma EN ISO 13850, todo equipo eléctrico debe de contar con un interruptor de parada de emergencia para prevenir alguna situación que ponga en peligro tanto a las personas que están alrededor y posibles daños a la máquina en funcionamiento, se pueda interrumpir el trabajo de la unidad minimizando así el riesgo existente de presentarse el caso, activándose con una sola maniobra del operador, tal como se observa en la figura 27.

Este interruptor tiene forma de champiñón rojo con un fondo amarillo, empleándose como medida de seguridad complementaria que esté al alcance del operador en caso de percatarse de algún peligro inminente.

**Figura 27***Interruptor de Parada de Emergencia*

Fuente: (Grainger, 2019)

**2.22 Acero**

Se denomina acero a la aleación que hay entre el mineral de hierro (Fe) y el mineral de carbono (C), está en proporción de menos del 2%, además de otros minerales que de acuerdo a la proporción que tienen estos se producen diferentes tipos y grados de acero que se irán aplicando de acuerdo a la necesidad. El mineral de hierro como el mineral de carbono se encuentra en grandes cantidades en la corteza terrestre extrayéndoselo de las diferentes minas convirtiéndose en un material estratégico para un sin número de aplicaciones.

Para la creación del acero es necesario la aplicación de otros minerales considerados como aleantes el cual irán modificando las propiedades del acero y con la adición de los tratamientos térmicos alteran la composición general como atómica, el tamaño de grano.

**2.23 Clasificación del Acero por su Composición Química**

El acero por el contenido de carbono presente en la aleación se clasifica de la siguiente manera:

- Acero de bajo carbono ( $\%C < 0.25$ )
- Acero de medio carbono ( $0.25 < \%C < 0.55$ )
- Acero de alto carbono ( $2 > \%C > 0.55$ )
- Por el contenido de los minerales aleantes se clasifica de la siguiente manera:
  - Acero de baja aleación (elementos aleantes  $< 5\%$ )
  - Acero de alta aleación (elementos aleantes  $> 5\%$ )

- Acero inoxidable: tiene un 10.5% de Cromo y 1.2% de Carbono.

## 2.24 Designación de los Aceros al Carbono

### 2.24.1 Según la ASTM

La Sociedad americana para prueba y materiales (ASTM) no indica la composición química del material a disposición, si no la aplicación y ámbito de empleo del mismo.

La nomenclatura la podemos observar en la figura 28:

Donde: **YXX**

Y siendo la primera letra de la norma, indica el grupo de aplicación del material seleccionado según la siguiente lista:

- A: si se trata de especificaciones para aceros;
- B: especificaciones para no ferrosos;
- C: especificaciones para hormigón, estructuras civiles;
- D: especificaciones para químicos, así como para aceites, pinturas, etc.
- E: si se trata de métodos de ensayo.

**Figura 28**

*Nomenclatura de la Norma ASTM.*



Fuente: (Slideshare, 2015)

Ejemplo:

**A36:** acero estructural al carbono.

**A325:** aleación para pernos estructurales con tratamiento térmico con una

resistencia a la tracción mínima de 105 ksi.

**A514:** aleación para planchas templadas y revenidas con alta resistencia a la tracción, son adecuadas para soldar.

### 2.24.2 Según la AISI

El (Instituto Americano del Hierro y el Acero AISI) utiliza un código de 4 números para la denominación del acero, tal como se observa en la figura 29.

## AISI ZYXX

El significado del código numérico es la siguiente:

**XX** indica el porcentaje (%) de contenido de carbono (C).

**Y** indica el porcentaje aproximado del elemento predominante de la aleación.

**Z** indica el tipo de acero (o aleación), de acuerdo a la siguiente tabla:

Z=1: aceros al Carbono (corriente u ordinario);

Z=2: aceros al Níquel;

Z=3: aceros al Níquel-Cromo;

Z=4: aceros al Molibdeno, Cr-Mo, Ni-Mo, Ni-Cr-Mo;

Z=5: aceros al Cromo;

Z=6: aceros al Cromo-Vanadio;

Z=7: aceros Al Tungsteno-Cromo;

Z=8: aceros al Ni-Cr-Mo;

**Figura 29**

*Nomenclatura de la Norma ASTM.*



Fuente: (Laminas y aceros, 2020)

Ejemplos:

**AISI 1018**

1: acero corriente u ordinario.

0: no aleado.

18: 0.18 % de C.

**AISI 1045**

1: acero corriente u ordinario.

0: no aleado.

45: 0.45 % de C.

**2.24.3 Según la SAE**

La norma SAE (Sociedad de Ingenieros Automotrices) clasifica a los aceros en diferentes grupos:

- Aceros al carbono;
- Aceros de media aleación;
- Aceros aleados;
- Aceros inoxidable;
- Aceros de alta resistencia;
- Aceros de herramienta, etc.

**2.24.3.1 Aceros al Carbono.** La designación que emplea esta norma se la puede observar en la figura 30 y es como sigue a continuación:

SAE 10XX, donde XX indica el contenido de Carbono (C).

Ejemplos:

SAE 1010 (con un contenido en carbono entre 0,08 - 0,13 % C)

SAE 1040 (contenido de carbono entre 0,3 - 0,43 % C)

Por el contenido en porcentaje de carbono los aceros se clasifican de la siguiente

manera:

- Aceros de muy bajo % de carbono (desde SAE 1005 a 1015)
- Aceros de bajo % de carbono (desde SAE 1016 a 1030)
- Aceros de medio % de carbono (desde SAE 1035 a 1053)
- Aceros de alto % de carbono (desde SAE 1055 a 1095)

**Figura 30**

*Nomenclatura de la Norma SAE.*



Fuente: (Slideshare, 2015)

## 2.25 Volante de Inercia

El volante de inercia es una pieza mecánica que ha venido siendo usado desde el siglo VI a.c. en la elaboración de piezas de barro ya que estos en sus primeros inicios estuvieron realizados en madera, piedra o arcilla, para más adelante por el año 1200 se emplea este disco circular en el proceso de hilado para la fabricación de textiles de ese entonces.

Ya en la mitad del siglo XVIII el volante de inercia pasa a ser un componente más que impulsa las grandes máquinas de producción que existían en ese entonces consiguiéndose movimiento rotatorio uniforme, siendo construidos de hierro fundido y acero cuyas grandes dimensiones le permitían acumular una gran cantidad de energía cinética rotacional, tal como se observa en la figura 31.

Y en ese entonces el volante de inercia era la tecnología que mantenía en movimiento las grandes fábricas empleándose en una multitud de aplicaciones, y según iba avanzando la

ciencia de los materiales, se pudieron construir volantes de inercia que giran a mayor velocidad, acumulando mayor energía cinética en un menor espacio.

Este disco giratorio posee una gran cantidad masa acumulada en una rueda que al momento de girar crea un momento de inercia tal que puede sustituir a una masa puntual localizada en cierta parte de una máquina.

Dado su movimiento rotativo, el volante de inercia acumula energía cinética lo que ayuda a reducir las oscilaciones que se producen en el par torsor a lo largo del eje al que va instalado en su ciclo de trabajo normal, ya que las variaciones de velocidad producen oscilaciones que afectan el buen desempeño de una maquina ya que este disco al girar ayuda atenuar estas oscilaciones, manteniendo un régimen estable.

### **Figura 31**

#### *Interruptor Centrifugo*



Fuente: (Wikipedia, 2020)

### **2.26 Funciones de un Volante de Inercia**

La incorporación de un volante de inercia conectada en una cadena cinemática permite obtener los siguientes efectos:

- Ayuda a regularizar los pares, fuerzas o velocidades en el constante trabajo en un sistema.

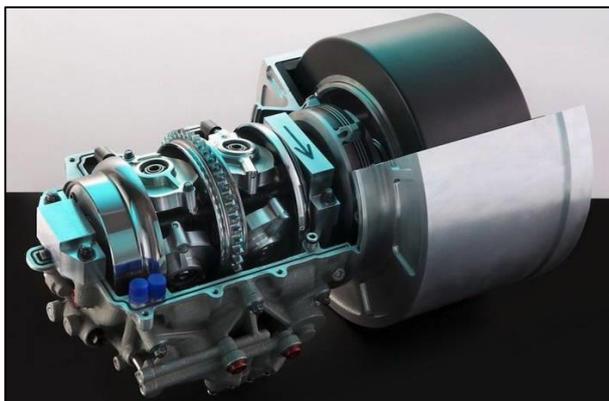
- Capacidad de almacenar energía cinética a corto plazo.
- Ceder energía constantemente cuando el sistema lo requiera.
- Corregir las oscilaciones de vibración generados en el constante trabajo.

Las aplicaciones que tiene el uso de los volantes de inercia actualmente son muy diversas, los cuales podemos indicar:

- En el freno regenerativo al almacenar energía mecánica que luego se transformara en energía eléctrica, tal como se observa en la figura 32.
- En los motores de combustión interna que de las dos vueltas que el cigüeñal emplea para realizar un ciclo motor solo en media vuelta se genera par.
- En la generación de energía eléctrica al aumentar el par de torque proveniente del motor impulsor.
- En máquinas de uso industrial en donde se requiere de la sollicitación elevada de energía en un corto espacio de tiempo.

### **Figura 32**

*Freno Regenerativo Tecnología Kers*



Fuente: (Tecmovia, 2013)

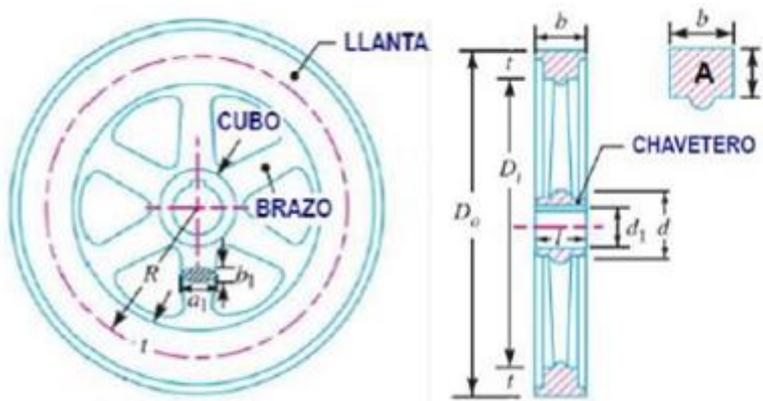
### **2.27 Partes de un Volante de Inercia**

El volante de inercia convencional está compuesto por las siguientes partes, tal como se observa en la figura 33:

- **Llanta:** es la superficie que conforma la delimitación de la rueda como tal, comprendida entre el diámetro exterior y el diámetro interior del volante de inercia.
- **Brazo:** son los rayos que sirven como elementos de unión entre el buje y la llanta del volante de inercia.
- **Cubo:** es la pieza mecánica cilíndrica que se ubica en el centro de la rueda por el cual pasara el eje de transmisión de movimiento, el cual alojara en su interior a la chaveta.

**Figura 33**

*Volante de Inercia*

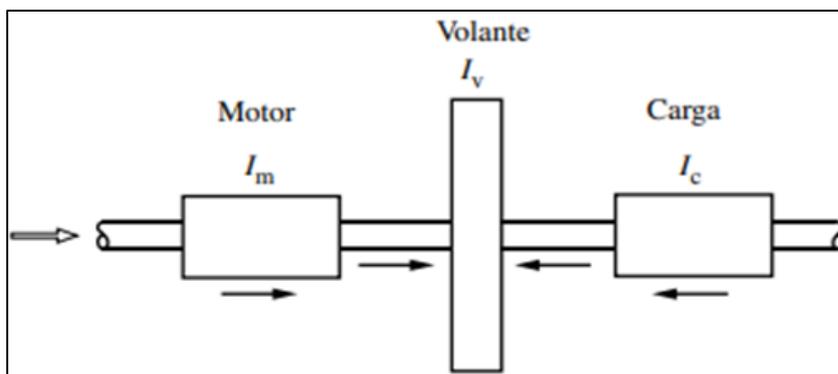


Fuente: (Universidad Carlos III de Madrid, 2017)

Un aspecto a tomar en cuenta en los volantes es su forma exterior tal como se observa en la figura 34, ya que hay diseños que acumulan masa en el contorno exterior del disco giratorio, aumentando la inercia y reduciendo el peso total del volante de inercia.

**Figura 34**

*Cadena Cinemática con un Volante de Inercia*



Fuente: (Salvador Cardona Foix, 2011)

## 2.28 Rodamiento (chumacera)

Es un componente mecánico de acción giratoria que permite transmitir movimiento, reducir la fricción existente entre un eje y las piezas conectadas a este, además de servir como elemento de apoyo, facilitando su desplazamiento, tal como se observa en la figura 35 y las partes que lo componen en la figura 36.

### Figura 35

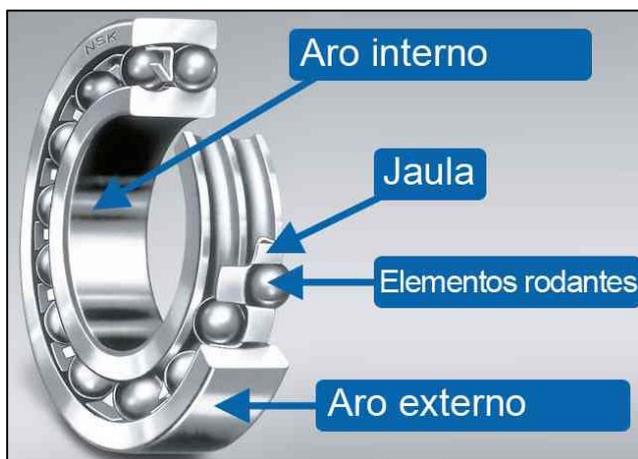
*Chumacera*



Fuente: (jactualidades, s.f.)

### Figura 36

*Partes de un Rodamiento*



Fuente: (Partes del, s.f.)

## Capítulo III

### Diseño de la Electrolinera

#### 3. Metodología

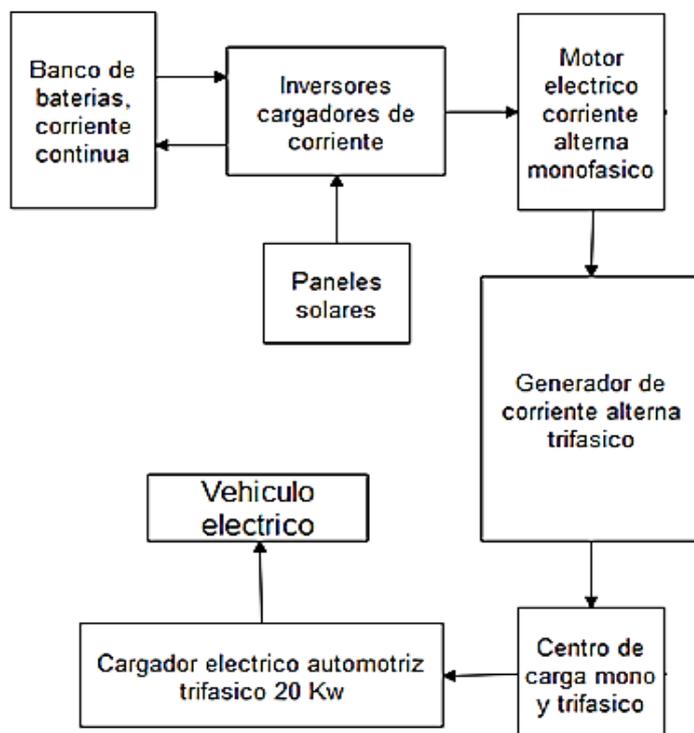
La información expuesta en el presente proyecto está basada en el método científico el cual observa la problemática existente, descubre las posibles alternativas de solución, explica la opción más adecuada al problema y predecir las diferentes interrogantes que a lo largo de la investigación se irán haciendo en el desarrollo del mismo.

#### 3.1 Descripción General del Sistema

La electrolinera móvil aplica un módulo de recarga automotriz de 20 Kw, cuya energía eléctrica es obtenida de un generador de corriente alterna que es impulsado por un motor eléctrico monofásico y al momento del arranque y funcionamiento empleara un banco de baterías con inversores eléctricos para este propósito, tal como se presenta en la figura 37.

**Figura 37**

*Diagrama de Bloque del Proyecto.*



## 3.2. Selección de Materiales y Equipos para el Proyecto Electrolinera

Para la realización de este proyecto se necesitará de los siguientes materiales y equipos que se describirán a continuación:

### 3.2.1. Módulo de Recarga Automotriz Trifásico

Para que la recarga de nuestro vehículo eléctrico sea posible, se requiere del módulo electrolinera, que es el componente el cual aloja el cable, el enchufe y la electrónica indispensable para que funcione y sea aplicado en el campo automotriz, para propósito de nuestro proyecto se utilizara el modelo EVW2S22P02 trifásico, ya que en cada línea de entrada de corriente admitirá una capacidad de 32 A, siendo su capacidad total de 22 Kw a 220 V, tal como se observa en la figura 38 y 39.

**Figura 38**

*Módulo de Recarga Automotriz*



Fuente: (Almacenamiento de energía para sistemas de energía, 1994)

**Figura 39**

*Módulo de Pared*

Wall mounted



Mode 3

Charging station type	No. of chargepoints	Socket outlet type Silver-plated contacts	Power per socket outlet / Phases		
			7.4 kW (1P - 32 A)	22 kW (3P - 32 A)	
<b>Plug and charge - without RFID reader</b>					
	1 <sup>(1)</sup>	T2		EVW2S7P02	EVW2S22P02
		T2 with shutters		EVW2S7P04	EVW2S22P04
	2	T2		EVW2S7P22	EVW2S22P22
		T2 with shutters		EVW2S7P44	EVW2S22P44
<b>With RFID reader<sup>(2)</sup></b>					
	1 <sup>(1)</sup>	T2		EVW2S7P02R	EVW2S22P02R
		T2 with shutters		EVW2S7 P04R	EVW2S22P04R
	2	T2		EVW2S7P22R	EVW2S22P22R
		T2 with shutters		EVW2S7P44R	EVW2S22P44R

Fuente: (Hydraulics & Pneumatics, 2020)

**3.2.2. Generador Eléctrico Trifásico**

Para la selección del generador eléctrico trifásico del proyecto, se tomara en cuenta la capacidad que requiera el módulo electrolinera de recarga automatizada, en este caso será de 22 kW, teniendo claro este punto seleccionamos un equipo que cubra la demanda de energía eléctrica existente, observando la lista de generadores AC de la figura 40, la marca WEG pone a disposición se eligió el modelo GTA 201 AIHS de 220 - 440 V que produce 32,6 kW de energía eléctrica, cubriendo la necesidad del proyecto.

**Figura 40**

*Modelos de Generadores Trifásicos WEG*

480 / 240 V (60 Hz) | 440 / 220 V (60 Hz) | 380 / 190 V (60 Hz) | Cosφ 0,8

Modelo	Δ T	480V - Y 240V - YY					440V - Y 220V - YY					380V - Y 190V - YY				
		80°C	105°C	125°C	150°C	163°C	80°C	105°C	125°C	150°C	163°C	80°C	105°C	125°C	150°C	163°C
GTA161AISR	kVA	12.3	14.1	15.4	15.9	15.9	11.0	12.6	13.7	14.7	15.3	10.1	11.6	12.6	13.5	14.0
	kW	9.8	11.3	12.3	12.7	12.7	8.8	10.1	11.0	11.8	12.2	8.1	9.3	10.1	10.8	11.2
GTA161AIHS	kVA	14.6	16.8	18.3	19.6	20.3	14.0	16.0	17.5	18.7	20.0	12.0	13.7	14.9	16.0	16.6
	kW	11.7	13.4	14.6	15.7	16.2	11.2	12.8	14.0	15.0	16.0	9.6	11.0	11.9	12.8	13.3
GTA161AIHH	kVA	16.9	19.4	21.1	22.6	23.5	15.5	17.7	19.3	20.7	21.5	13.2	15.1	16.5	17.6	18.3
	kW	13.5	15.5	16.9	18.1	18.8	12.4	14.2	15.4	16.6	17.2	10.6	12.1	13.2	14.1	14.6
GTA161AIHI	kVA	20.8	23.8	26.0	28.5	29.7	20.2	23.2	25.3	27.1	28.1	15.9	18.2	19.9	21.3	22.1
	kW	16.6	19.0	20.8	22.8	23.8	16.2	18.6	20.2	21.7	22.5	12.7	14.6	15.9	17.0	17.7
GTA161AIHJ	kVA	21.8	25.0	27.3	30.0	31.1	20.1	23.0	27.0	29.0	29.0	17.7	20.3	23.0	25.0	26.0
	kW	17.4	20.0	21.8	24.0	24.9	16.1	18.4	21.6	22.4	23.2	14.2	16.2	18.4	20.0	20.8
GTA162AIVD	kVA	25.9	29.7	42.0	44.0	46.0	29.4	33.7	42.0	44.0	46.0	25.4	29.1	40.0	40.0	42.0
	kW	20.7	23.8	33.6	35.2	36.8	23.5	27.0	33.6	35.2	36.8	20.3	23.3	32.0	32.0	33.6
GTA201AIHS	kVA	43.4	49.7	54.3	59.5	62.0	40.8	46.7	51.0	55.8	58.2	35.2	40.3	44.0	48.2	50.2
	kW	34.7	39.8	43.4	47.6	49.6	32.6	37.4	40.8	44.6	46.6	28.2	32.2	35.2	38.6	40.2
GTA201AIHV	kVA	56.4	64.6	70.5	77.2	81.0	54.5	62.4	68.1	72.8	75.7	47.3	54.2	59.1	63.2	71.0
	kW	45.1	51.7	56.4	61.8	64.8	43.6	49.9	54.5	58.2	60.6	37.8	43.4	47.3	50.6	56.8
GTA201AIHB	kVA	68.5	78.5	85.6	92.2	92.2	60.4	69.2	75.5	80.7	85.0	56.8	65.1	71.0	75.9	78.9
	kW	54.8	62.8	68.5	73.8	73.8	48.3	55.4	60.4	64.6	68.0	45.4	52.1	56.8	60.7	63.1
GTA201AIHE	kVA	66.1	75.7	88.0	95.0	97.0	66.0	75.6	88.0	95.0	97.0	62.1	71.2	80.0	83.0	86.4
	kW	52.9	60.6	70.4	76.0	77.6	52.8	60.5	70.4	76.0	77.6	49.7	57.0	64.0	66.4	69.1
GTA202AMJ	kVA	107.2	122.8	141.0	144.0	150.0	105.4	120.7	141.0	144.0	150.0	93.8	107.5	123.0	129.0	136.0
	kW	85.8	98.2	112.8	115.2	120.0	84.3	96.6	112.8	115.2	120.0	75.0	86.0	98.4	103.2	108.8

Fuente: (Alternadores Sincronicos Linea G Plus Marca WEG)

Las características técnicas del generador eléctrico se las expone a continuación en la Tabla 4.

**Tabla 4**

*Datos Técnicos del Generador*

<b>Denominación</b>	<b>Valor</b>
Potencia del generador	32,6 kW
Voltaje producido generador	220 V
Eficiencia del generador	87,2 %
Cos $\Phi$	0,8
Inercia rotor del generador	0,3 Kg m <sup>2</sup>
Diámetro del eje	60 mm
Masa total del generador	237 Kg
Chaveta del eje	18 mm x 11 mm

Fuente: (WEG , 2021)

### **3.2.3. Motor Eléctrico Monofásico**

Para la selección del motor eléctrico que impulsara el generador anteriormente seleccionado se establecerá uno del tipo monofásico, que gire cerca de las 1800 RPM, velocidad que el generador eléctrico requiere para producir los 60 Hz de frecuencia estable, y que el equipo previamente seleccionado no tenga un consumo de energía eléctrica no tan elevada.

A fin de que el generador logre cubrir el consumo de corriente para el módulo de recarga automotriz, se seleccionara uno de la lista de los que observamos en la figura 41, en el que se detalla la potencia, el par motor, masa, tipo de carcasa y demás información técnica importante, tomando en cuenta que para el arranque requerirá más de 100 A, corriente que suministrara el banco de baterías e inversores de corriente, en este caso se eligió el motor W 22 monofásico de 4 polos.

Figura 41

## Modelos de Motores Eléctricos Monofásicos

## W22 Monofásico - Con condensador de arranque o arranque y permanente - 60 Hz

Potencia		Carcasa	Par nominal Tn (kgfm)	Corriente con rotor trabado I/In	Par con rotor trabado TV/Tn	Par Máximo Tt/Tn	Momento de Inercia J (kgm²)	Tiempo máximo con rotor trabado (s)	Peso (kg)	Nivel de ruido dB (A)	RPM	% de la potencia nominal						Corriente nominal In (A)	
kW	HP											Rendimiento			Factor de potencia			220V	440V
												50	75	100	50	75	100		
<b>II Polos</b>																			
0,12	0,16	63	0,034	5,9	2,0	2,9	0,0002	6	10,0	50	3490	35,8	44,4	49,9	0,52	0,60	0,68	1,61	0,804
0,18	0,25	63	0,050	6,1	2,2	2,8	0,0003	6	10,7	50	3490	42,3	50,8	55,8	0,51	0,61	0,69	2,12	1,06
0,25	0,33	63	0,071	4,6	2,4	2,4	0,0002	6	10,7	50	3440	48,0	55,6	59,0	0,51	0,62	0,72	2,68	1,34
0,37	0,5	71	0,102	7,2	2	3,1	0,0005	7	13,0	60	3520	51,7	59,9	64,2	0,50	0,61	0,72	3,64	1,82
0,55	0,75	80	0,152	7,7	2,1	3	0,0008	10	16,5	65	3525	60,7	69,8	72,8	0,77	0,85	0,91	3,78	1,89
0,75	1	80	0,208	7,0	2,3	2,7	0,0009	9	17,5	65	3520	60,0	68,0	71,0	0,75	0,83	0,88	5,46	2,73
1,1	1,5	90S	0,303	9,1	2,1	2,9	0,0020	9	24,0	69	3535	70,8	77,2	79,8	0,77	0,85	0,89	7,04	3,52
1,5	2	90L	0,415	8,4	2,1	2,7	0,0022	8	25,0	69	3520	68,4	74,9	77,7	0,81	0,87	0,90	9,76	4,88
2,2	3	100L	0,608	8,7	2,3	3	0,0064	9	37,0	72	3525	72,7	79,2	81,8	0,92	0,95	0,98	12,5	6,25
3	4	112M	0,830	8,0	2,6	2,5	0,0081	6	45,0	72	3520	76,4	81,6	82,1	0,91	0,94	0,95	17,5	8,74
3,7	5	112M	1,02	8,0	2,6	2,5	0,0091	6	47,0	72	3525	80,0	82,3	83,4	0,91	0,96	0,97	20,8	10,4
5,5	7,5	132S	1,52	8,5	2,8	2,9	0,0234	5	69,0	72	3515	73,7	79,7	82,4	0,92	0,95	0,96	31,6	15,8
7,5	10	132M	2,07	8,0	2,2	3,1	0,0223	8	70,0	72	3525	79,9	82,4	83,9	0,83	0,90	0,94	43,2	21,6
9,2	12,5	132M	2,55	8,8	1,9	3	0,0285	7	79,0	72	3515	85,0	87,5	88,3	0,94	0,96	0,97	48,8	24,4
11	15	132M/L	3,04	8,5	2,2	3,5	0,0339	6	92,0	72	3530	83,7	87,2	88,5	0,89	0,94	0,95	59,4	29,7
<b>Carcasas opcionales</b>																			
1,5	2	90S	0,415	8,4	2,1	2,7	0,0022	8	25,0	69	3520	68,4	74,9	77,7	0,81	0,87	0,90	9,76	4,88
2,2	3	90L	0,612	7,5	2	2,1	0,0028	7	27,5	69	3500	72,0	77,0	78,5	0,94	0,95	0,96	13,3	6,63
<b>IV Polos</b>																			
0,12	0,16	63	0,068	5,0	2,3	2,0	0,0007	7	9,8	47	1730	32,5	40,0	44,2	0,50	0,58	0,66	1,87	0,935
0,18	0,25	71	0,101	5,0	2,8	2,1	0,0008	15	12,7	55	1730	49,6	55,2	60,4	0,43	0,51	0,61	2,22	1,11
0,25	0,33	71	0,141	5,0	2,6	2,2	0,0009	18	13,2	55	1725	45,1	51,0	56,2	0,46	0,53	0,64	3,16	1,58
0,37	0,5	80	0,207	6,8	2,1	2,5	0,0030	10	17,8	55	1740	51,7	61,0	66,1	0,76	0,83	0,88	2,89	1,45
0,55	0,75	80	0,308	5,8	2,1	2,2	0,0034	9	18,5	55	1740	54,0	63,5	68,0	0,71	0,81	0,87	4,23	2,12
0,75	1	90S	0,414	8,5	2,3	2,4	0,0055	7	24,0	58	1765	55,8	65,1	70,3	0,82	0,87	0,91	5,32	2,66
1,1	1,5	90L	0,607	9,5	2	2,3	0,0069	6	28,0	58	1765	61,0	69,5	74,0	0,88	0,93	0,95	7,12	3,56
1,5	2	100L	0,837	7,2	2,5	2,2	0,0093	10	37,0	58	1745	66,0	73,0	77,0	0,87	0,90	0,93	9,51	4,76
2,2	3	112M	1,23	7,7	2,9	2,7	0,0156	8	46,0	60	1745	65,0	74,0	77,0	0,79	0,87	0,90	14,4	7,22
3	4	112M	1,68	8,0	2,7	2,4	0,0184	6	49,0	60	1740	69,5	75,0	77,0	0,96	0,97	0,98	18,1	9,04
3,7	5	132S	2,06	7,3	3,4	2,5	0,0329	6	65,0	63	1750	71,0	77,9	80,5	0,84	0,91	0,93	22,5	11,3
5,5	7,5	132M	3,06	7,7	3,2	2,5	0,0457	6	80,0	63	1750	75,6	81,0	83,0	0,88	0,92	0,94	32,0	16,0
7,5	10	132M*	4,20	6,7	2,6	2,4	0,0486	6	82,0	63	1740	77,9	82,5	84,0	0,92	0,94	0,95	42,7	21,3
9,2	12,5	132M*	5,15	6,5	2,2	2,3	0,0543	6	88,0	63	1740	78,0	83,2	84,0	0,85	0,91	0,93	53,6	26,8

Fuente: (Catalogo de motores WEG)

Para este caso seleccionamos el motor eléctrico monofásico de 4 HP, que puede trabajar con 110 – 220 V de corriente alterna, este equipo consume 15,7 amperios, configurado a 220 V monofásico para mantenerse en funcionamiento, la característica técnica del equipo en mención se lo puede observar a continuación en la tabla 5.

**Tabla 5***Datos Técnicos del Motor Eléctrico*

<b>Denominación</b>	<b>Valor</b>
Potencia	3 kW
Numero de polos	4 Polos
RPM	1740 RPM
Voltaje de trabajo	220 V
Corriente nominal de trabajo	15,7 A
Corriente de arranque	125 A
Corriente en vacío	7,2 A
$I_p/I_n =$	8
Torque nominal	16,36 Nm,
Factor de servicio	1,15
Diámetro de eje	28 mm
Masa total del motor eléctrico	50,91 Kg
Chaveta del eje	8 mm x 7 mm

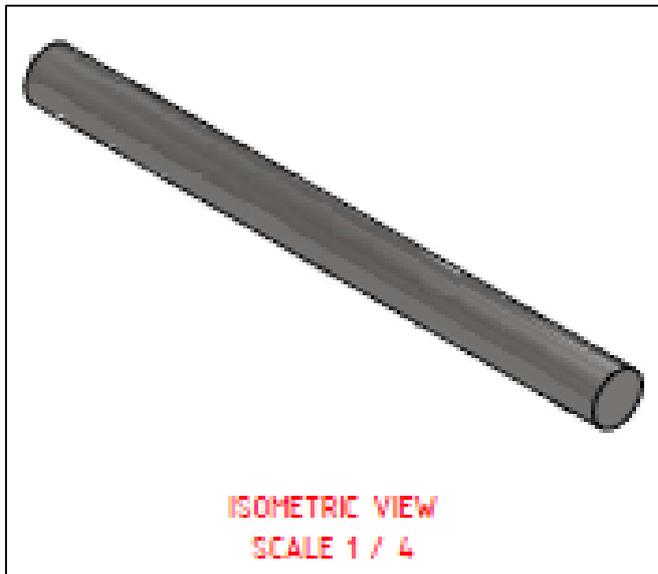
Fuente: (WEG, 2021)

**3.2.4. Eje de Acero Empleado en la Trasmisión de Movimiento**

Para el eje de acero se empleará el Acero 705 - AISI 4340 - SAE 1045, que es un acero construido específicamente para soportar altos ciclos de tracción y torsión muy empleado en la construcción de máquinas para la transmisión de energía cinética, en este caso del motor eléctrico al generador tal como se observa en las figuras 42 y 43, las características técnicas de este material la observamos en la tabla 6.

**Figura 42**

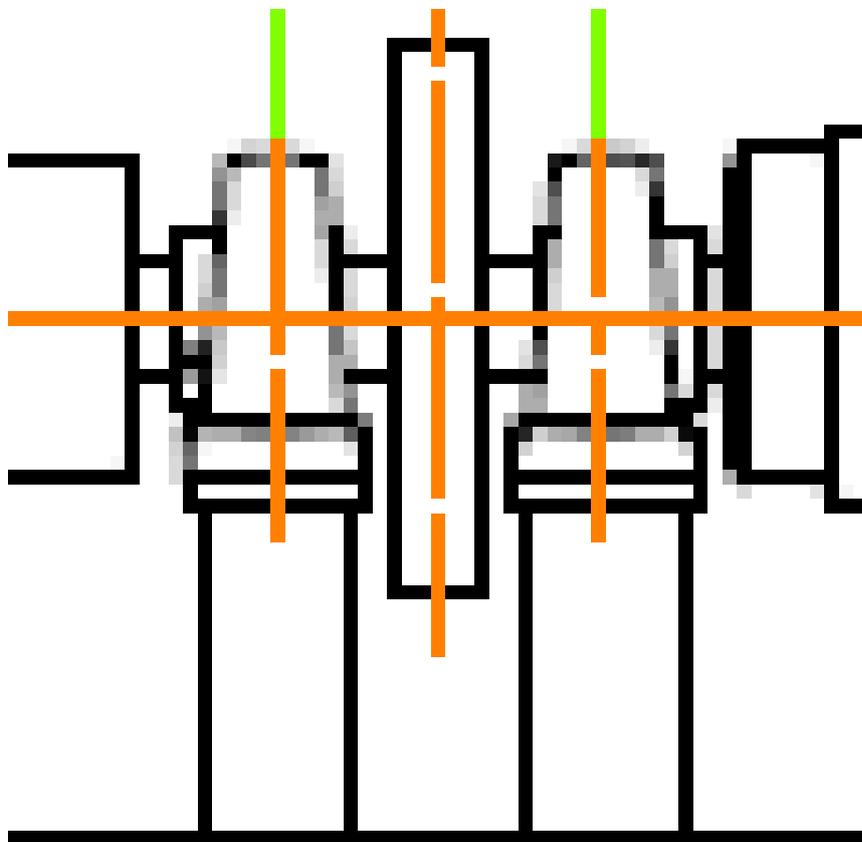
*Eje de Acero Intermedio Motor – Generador*



Fuente: (Servicio electromecanica acerico , 2020)

**Figura 43**

*Eje de Acero Intermedio con el Lovejoy, Chumaceras y Volante de Inercia*



**Tabla 6**

*Datos Técnicos del Eje Intermedio Hecho con Acero 705 - AISI 4340 - SAE 1045*

<b>Denominación</b>	<b>Valor</b>
Diámetro de eje	38,1 mm
Punto de fluencia	310 Mpa $\approx$ 45000 PSI
Módulo de elasticidad	200 Gpa $\approx$ 29000 KSI
Coefficiente de seguridad para el eje $n_v$	3

Fuente: (Dipac, 2016)

### **3.2.5. Acoplamiento Elástico lovejoy L. 190**

Como elemento de acoplamiento que conecta de manera mecánica el dinamo, el motor eléctrico al eje intermedio, se emplea los lovejoy L. 190 cuyo par transmisible máximo está en 529 Nm, información que indica la ficha de características técnicas, este valor de torque que soporta este acoplamiento mecánico fue el calculado por fórmulas matemáticas de las páginas a continuación, ya que estos accesorios en su interior alojan una estrella compuesta de un material llamado hytrel que sirve como elemento elástico que absorbe las vibraciones que produce el movimiento entre equipos, cuyas dimensiones y par nominal transmisible la observamos en las figuras 44 y 45, y las características técnicas en la tabla 7.

Figura 44

Dimensiones del Lovejoy L. 190

The technical drawing shows two views of the coupling: L035 a L110 and L190 y L225. Dimensions are labeled as C, ØA, ØE, D, and B. It also shows the 'ELEMENTO ELASTICO "E"' (a star-shaped elastomer) and the 'ELEMENTO ELASTICO "A"' (a ring with a split). A section line 'ANILLO SUECION' is indicated.

**Tabla 2**

DIMENSIONES ( cotas en mm )									MATERIAL MANGON				
(x) Material standard									ACERO SINT.	FUNDICION	ALUMINIO	ACERO INOX.	BRONCE
TIPOS	d máx.	A	B	C	D	E	AA	Peso Kg.					
L.035	10	15.9	20.6	7.1	6.8	15.9		0.05	x			x	
L.050	15	27.4	43.6	12.2	15.7	27.4		0.14	x		x	x	
L.070	19	34.5	50.8	12.2	19.0	34.5		0.27	x		x	x	
L.075	24	44.5	54.0	12.7	20.8	44.5		0.45	x		x	x	x
L.090	28	53.6	54.0	13.2	20.8	53.6	65	0.68	x		x	x	x
L.095	28	53.6	63.5	13.2	25.4	53.6	65	0.81	x		x	x	x
L.100	35	64.3	89.0	18.0	35.0	64.3	78	1.58	x		x	x	x
L.110	42	84.1	108.0	22.3	42.7	84.1	98	2.97	x		x	x	x
L.150	48	95.3	114.3	25.4	44.4	95.3	116	4.10	x		x	x	x
L.190	55	114.3	123.8	25.4	49.3	101.6	132	7.65		x		x	x
L.225	65	127.0	136.5	25.4	55.4	108.0	138	10.35		x		x	

Fuente: (Citsa, s.f.)

Figura 45

Máximo par Nominal Transmisible del Lovejoy L. 190

## PAR NOMINAL TRANSMISIBLE

Factor de par ( ver tabla 1)

Tabla 3

TIPOS	PAR Nm			KW Potencia transmitida a diferentes velocidades			NBR	Momento de inercia kg-cm <sup>2</sup>
	E + A	H	U	750	1000	1500		
	NBR	HYTREL	URETANO					
L.035	0.4			0.030	0.040	0.060	0.120	0.01
L.050	3.0	5.6	4.5	0.230	0.310	0.465	0.930	0.2
L.070	4.9	12.9	7.3	0.380	0.510	0.765	1.53	0.3
L.075	10.2	25.6	15.3	0.795	1.06	1.59	3.18	1
L.090	16.3	45.3	24.4	1.27	1.71	2.56	5.11	2
L.095	21.9	63.4	32.9	1.71	2.28	3.42	6.84	3
L.100	47.1	128.0	70.7	3.68	4.90	7.45	14.70	8
L.110	89.5	256.0	134.0	6.98	9.30	14.00	27.90	26
L.150	140.0	419.0	210.0	11.00	14.60	21.90	43.80	34
L.190	195.0	529.0	293.0	15.20	20.30	30.50	60.90	115
L.225	264.0	704.0	397.0	20.60	27.50	41.30	82.50	190

Mangones con agujeros mecanizados (mm) a tolerancia H7 con chavetero según DIN 6885, incluyendo tornillo prisionero sobre chaveta (stock standard).

Fuente: (Citsa, s.f.)

**Tabla 7***Datos Técnicos del Acoplamiento Elástico Lovejoy*

<b>Denominación</b>	<b>Valor</b>
Modelo	L 190
Masa	7,65 Kg
Diámetro exterior	114,3 mm
Par nominal transmisible	Hasta 529 Nm

Fuente: (Citsa, s.f.)

**3.2.6. Volante de Inercia**

Para el volante de inercia se empleará el acero laminado A 36 que es un material empleado en la construcción de uso general, ya que este componente al girar acumulará y liberará energía cinética que mantendrá al conjunto motor – generador girando constantemente y cuyas características técnicas se puede observar en la tabla 8.

**Tabla 8***Características Técnicas del Acero A 36*

<b>Denominación</b>	<b>Valor</b>
Resistencia a la tracción	400 Mpa
Límite de fluencia	250 Mpa
Módulo de elasticidad	200 Gpa

Fuente: (Area tecnología, s.f.)

**3.2.7. Chaveta**

Para la realización de este componente mecánico empleado como elemento de traba para la transmisión de energía entre el lovejoy y el eje de trasmisión de movimiento que conecta el motor y alternador, se emplea un acero cuyo límite de fluencia sea inferior al del eje de rotación a fin de que este importante componente actúe como un elemento fusible en caso de que el sistema se trabe por alguna circunstancia se empleará el acero AISI – SAE 1018 cuyas características técnicas están en la tabla 9.

**Tabla 9**

*Datos Técnicos de la Chaveta Hecha con Acero AISI – SAE 1018*

Denominación	Valor
Diámetro	1 in
Límite de fluencia	370 MPa = 53700 PSI
Módulo de elasticidad	205 GPa = 29700 KSI
Coefficiente de seguridad por cizallamiento	2
Coefficiente de seguridad por aplastamiento	1

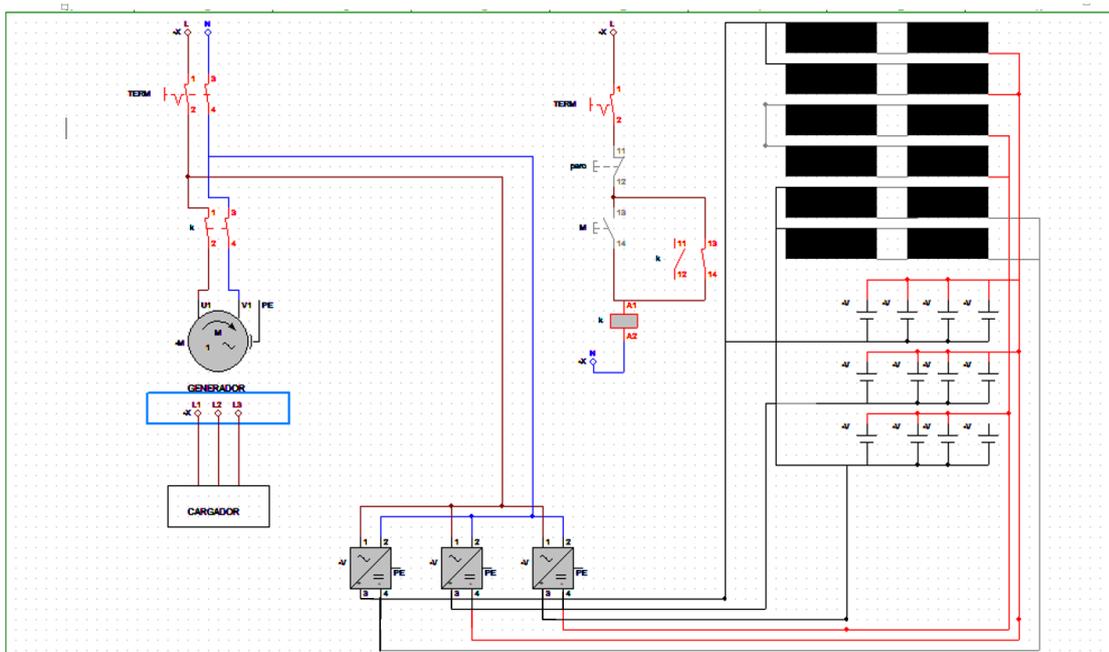
Fuente: (Dipac, 2016)

### 3.3 Diagrama de Ensamblaje Eléctrico

Para la realización de este proyecto, se requerirá de la ayuda de los inversores de corriente utilizados tanto para el arranque como para el funcionamiento del motor eléctrico, tanto el encendido como la parada se lo realiza pulsando los botones del panel de control, cuyo diagrama de ensamblaje eléctrico lo observamos en la figura 46.

**Figura 46**

*Diagrama de Instalación Eléctrico de todo el Sistema*



### 3.4 Diagrama de Ensamblaje Mecánico

Para el ensamblaje mecánico del proyecto será necesario construir una mesa para este propósito en el cual estará alojado el motor eléctrico, el generador, el volante de inercia, las 2 chumaceras en el nivel superior y 2 niveles más abajo se alojarán las baterías que empleara los inversores de corriente para hacer encender el motor eléctrico.

### 3.6 Diseño Para El Ensamblaje Mecánico Empleando Un Volante De Inercia Liso

#### 3.6.1 Diseño Para El Ensamblaje Mecánico

Al momento de realizar el ensamble de todos los componentes que forman el proyecto hay que tomar en consideración la alineación que deben tener estos, para reducir las vibraciones que se producen al momento de girar, tal como se observa en la figura 47

**Figura 47**

*Ensamblaje Mecánico del Volante de Inercia, Eje y Chumaceras*



**3.6.1.1 Modulo de Recarga Automotriz (Electrolinera).** El módulo electrolinera es ajustable para trabajar con intensidades que van desde los 6 amperios hasta los 32 amperios de corriente en 220 / 440 voltios, siendo su potencia de trabajo mínima de 7,4 kilovatios y de máxima 22 kilovatios.

$$I_t = \frac{P}{\sqrt{3} V (\cos \phi)} \quad (1)$$

$$I_t = \frac{20 \text{ Kw}}{\sqrt{3} (220V) (0,8)}$$

$$I_t = 65,60 A$$

Para poner en funcionamiento el módulo electrolinera se requerirá un generador eléctrico que mínimo produzca 53 amperios de corriente, para ello seleccionamos un equipo de la lista de productos que la marca pone a disposición cubra la necesidad del proyecto.

### 3.6.2 Diseño Para La Generación De Energía Eléctrica

#### Generador Eléctrico

$P_{activa}$  = Potencia del generador, capacidad que tiene el mismo (kW)

$P_{aparente}$  = Potencia aparente del generador (kVA)

$$P_{aparente} = P_{activa} \cdot (1,25) \quad (2)$$

$$P_{aparente} = 32,6 kW \cdot (1,25)$$

$$P_{aparente} = 40,75 kVA$$

Para determinar la capacidad que debe tener el generador eléctrico que se requiere para el proyecto lo calcularemos con las ecuaciones 1, 2, 3:

$$A = \frac{kVA \times 1000}{V \times \sqrt{3}} \quad (3)$$

$A$  = Amperaje

$V$  = Voltaje

$KVA$  = Potencia aparente

$$A = \frac{40,75 \times 1000}{220 \times \sqrt{3}}$$

$$A = 106,94 \text{ Amperios}$$

$$CV = \frac{KVA \times \cos \Phi}{0,736 \times \eta} \quad (4)$$

$CV$  = Caballos de vapor

$\cos \Phi$  = Factor de potencia de la carga 0,8

$\eta$  = Rendimiento del generador 87,2%

Para establecer que potencia se requiere para impulsar el generador de esta capacidad, se hace necesario emplear la ecuación 4, y la ecuación 5 para determinar el torque del mismo:

$$CV = \frac{40,75 \times 0,8}{0,736 \times 0,872}$$

$$CV = 50,79 \text{ cv}$$

$$50,79 \text{ cv} \times \frac{736 \text{ W}}{1 \text{ cv}} = 37381 \text{ W o } 37,38 \text{ KW}$$

$$50,79 \text{ cv} \times \frac{0,986 \text{ HP}}{1 \text{ cv}} = 50 \text{ HP}$$

50 Hp de capacidad que debe de tener el motor eléctrico para impulsar este generador directamente.

$$T = \frac{HP \times 716}{RPM} \quad (5)$$

$T$  = Torque del motor electrico (kg. f. m.)

$HP$  = Caballos de fuerza

$RPM$  = Revoluciones por minuto

$$T = \frac{50 \times 716}{1740}$$

$$T = 20,57 \text{ Kg f m}$$

$$20,57 \text{ Kg m} \times \frac{1 \text{ ft}}{0,3048 \text{ m}} \times \frac{2,2 \text{ lb}}{1 \text{ Kg}} = 148,50 \text{ lb ft}$$

$$148,50 \text{ lb ft} \times \frac{4,448 \text{ N}}{1 \text{ lb f}} \times \frac{0,3048 \text{ m}}{1 \text{ ft}} = 201,33 \text{ Nm}$$

201.33 Nm de torque requerido para impulsar este generador, por eso la ayuda del volante de inercia para aumentar el torque de un motor eléctrico pequeño y no haya tanto consumo de energía en el proceso.

**3.6.2.1 Motor Eléctrico.** El motor eléctrico elegido para este proyecto es de 4 Hp de 4 polos monofásico, se eligió este equipo por su bajo consumo de energía eléctrica, con la

ecuación 6 se calcula el torque que genera el mismo y con la ecuación 7 determinamos la relación motor generador.

$$T = \frac{HP \times 5252}{RPM} \quad (6)$$

$$T = \frac{4 HP \times 5252}{1740}$$

$$T = 12,07 \text{ lb ft}$$

$$12,07 \text{ lb ft} \times \frac{4,448 \text{ N}}{1 \text{ lb f}} \times \frac{0,3048 \text{ m}}{1 \text{ ft}} = 16,36 \text{ Nm}$$

$$12,07 \text{ lb ft} \times \frac{12 \text{ in}}{1 \text{ ft}} = 144,88 \text{ lb in}$$

La relación actual entre el torque que proporciona el motor eléctrico de 4 HP y el requerido por el generador eléctrico es de 0,081, es decir que el equipo no es capaz de impulsar el dinamo directamente por lo que se ve necesario adicionarle el volante de inercia para aumentar su torque final.

$$\text{Relación} = \frac{T \text{ motor}}{T \text{ generador}} \quad (7)$$

$$\text{Relación} = \frac{16,36 \text{ Nm}}{201,33 \text{ Nm}}$$

$$\text{Relación} = 0,081$$

**3.6.2.2 Diseño del Volante de Inercia.** La masa de inercia es la cantidad de materia que tiene un objeto el cual sufre una variación de velocidad repentinamente, la calculamos con la ecuación 8 y con la ecuación 9 obtenemos su inercia:

$$m_{\text{volante}} = \rho \cdot \pi \cdot r_{\text{volante}}^2 \cdot l \quad (8)$$

$m_{\text{volante}}$  = Masa del volante de inercia

$\rho$  = Densidad del acero

$\pi$  = Constante pi

$r_{volante}$  = Radio del volante de inercia, elegido a criterio del diseñador

$l$  = Longitud del eje

$$m_{volante} = \left(7860 \frac{Kg}{m^3}\right) \cdot (\pi) \cdot (0,09 m)^2 \cdot (0,025 m)$$

$$m_{volante} = 5 Kg$$

$$I_{volante} = \frac{1}{2} m_{volante} \cdot r^2 \quad (9)$$

$I_{volante}$  = Inercia del volante

$$I_{volante} = \frac{1}{2} (5 Kg) \cdot (0,09 m)^2$$

$$I_{volante} = 0,02025 Kg m^2$$

$$\omega = 1740 RPM \times \frac{2\pi rad}{1 rev} \times \frac{1 min}{60 s} = 182,21 rad/s$$

El volante de inercia al ser un componente mecánico y al estar sometido a movimiento rotacional esta acumula y libera energía constantemente que en este caso será destinado para mantener girando al generador eléctrico y aplicando la ecuación 10 de la energía cinética se determina el escalar que esta pieza es capaz de almacenar y liberar en el instante.

$$Ec = \frac{1}{2} \cdot m_{volante} \cdot r^2 \cdot \omega^2 \quad (10)$$

$$Ec = \frac{1}{2} \cdot (5 Kg) \cdot (0,09 m)^2 \cdot \left(182,21 \frac{rad}{s}\right)^2$$

$$Ec = 672,3 Nm$$

Para determinar la tensión máxima que tendría el acero en la construcción del volante de inercia lo calcularemos con la ecuación 11 del límite elástico el cual es el máximo esfuerzo que el material es capaz de desarrollar sin que ocurra una deformación permanente, tomando en consideración la velocidad angular de giro y el radio de la circunferencia del componente a construir.

$$\sigma_{elastico} = \rho \cdot r^2 \cdot \omega^2 \quad (11)$$

$$\sigma_{elastico} = \left(7860 \frac{Kg}{m^3}\right) \cdot (0,09 m)^2 \cdot \left(182,21 \frac{rad}{s}\right)^2$$

$$\sigma_{elastico} = 2113742,02 \frac{Kg}{m s^2}$$

La energía máxima almacenada del volante de inercia la calcularemos con la ecuación 12 tomando en consideración el límite elástico del material, la densidad del mismo y la constante de factor de forma k vista en las tablas de la sección de anexos.

$$E = k \frac{\sigma_{elastico}}{\rho} \quad (12)$$

$$E = 0,931 \frac{2113742,02 \text{ Kg/m s}^2}{7860 \text{ Kg/m}^3}$$

$$E = 250,36 \text{ m}^2/\text{s}^2$$

La resistencia mecánica máxima del volante de inercia es el esfuerzo máximo que puede desarrollar el material debido a la carga aplicada durante el ensayo hasta la ruptura, tomando en consideración la densidad del material, el radio del componente a elaborar, la velocidad angular y la constante de poisson observada en las tablas de la sección de anexos, para calcularlo aplicamos la ecuación 13:

$$\sigma_{maximo} = \frac{1}{8} \cdot \rho \cdot r^2 \cdot \omega^2 \cdot (3 + \nu) \quad (13)$$

$$\sigma_{maximo} = \frac{1}{8} \cdot \left(7860 \frac{Kg}{m^3}\right) \cdot (0,09 m)^2 \cdot \left(182,21 \frac{rad}{s}\right)^2 \cdot (3 + 0,3)$$

$$\sigma_{maximo} = 871918,58 \frac{Kg}{m s^2}$$

Para determinar el volumen que tendrá el volante de inercia aplicamos la ecuación 14 la del volumen de un cilindro que toma en consideración el radio y el alto del mismo.

$$Vol_{volante} = \pi \cdot r^2 \cdot ancho_{volante} \quad (14)$$

$$Vol_{volante} = (3,1416) \cdot (0,09 m)^2 \cdot (0,025 m)$$

$$Vol_{volante} = 0,000636 m^3$$

La energía cinética admisible del volante de inercia es la energía que la pieza mecánica es capaz de desarrollar al momento de girar tomando en consideración su volumen, el esfuerzo máximo y la constante del factor de forma observada en las tablas de la sección de anexos, y para calcularlo aplicamos la ecuación 15:

$$E_{maximo} = k \cdot vol_{volante} \cdot \sigma_{maximo} \quad (15)$$

$$E_{maximo} = (0,931) \cdot (0,000636 m^3) \cdot (871918,58 \frac{Kg}{m s^2})$$

$$E_{maximo} = 516,27 Nm$$

El volante de inercia con las dimensiones ya indicadas provee una relación de torque 2,56 veces más del requerido por el generador, por lo que sí es posible impulsar el dinamo para la producción de energía eléctrica, para determinar aquello aplicamos la fórmula 16:

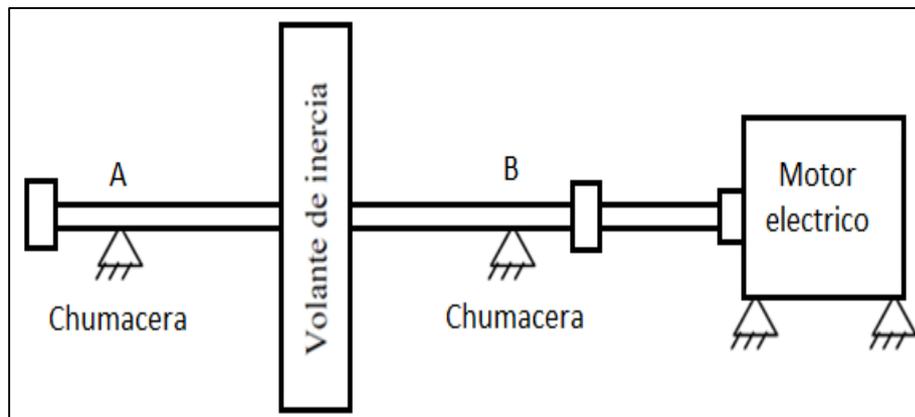
$$Relación = \frac{T_{volante}}{T_{generador}} \quad (16)$$

$$Relación = \frac{516,27 Nm}{201,33 Nm}$$

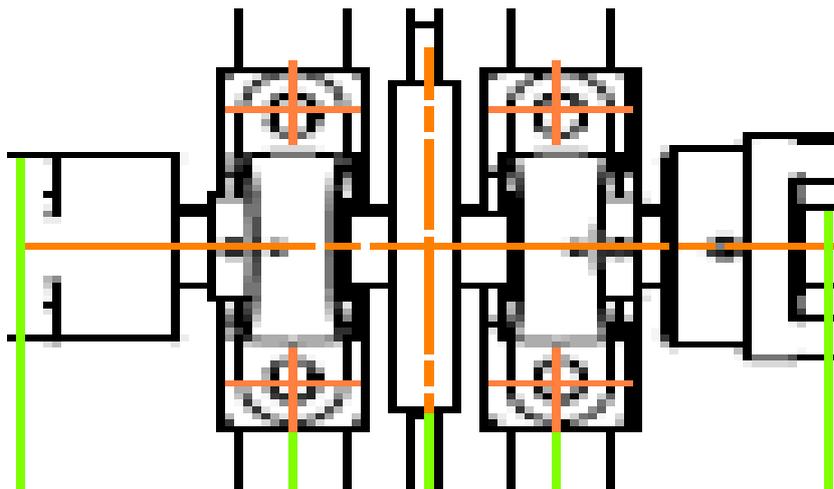
$$Relación = 2,56 veces$$

**3.6.2.3 Diseño del Eje Intermedio.** Este componente sirve como elemento de unión entre el motor eléctrico y el generador para la transmisión de energía de un equipo al otro, en el cual irán instalados los dos lovejoy, apoyados en las dos chumaceras y que servirán de soporte y sosteniendo el volante de inercia tal como se observa en la figura 48.

Tal como se puede apreciar en la figura 49, el eje de transmisión, el volante de inercia y las chumaceras, irán ensamblados en esa secuencia formando la cadena cinemática del conjunto, en cuya longitud se debe tomar en cuenta el ancho que ocupan los lovejoy, el espacio que requiere las chumaceras y el volante de inercia una vez instalados y su diagrama de distribución de fuerzas en la figura 50.

**Figura 48***Volante de Inercia, Eje y Chumaceras*

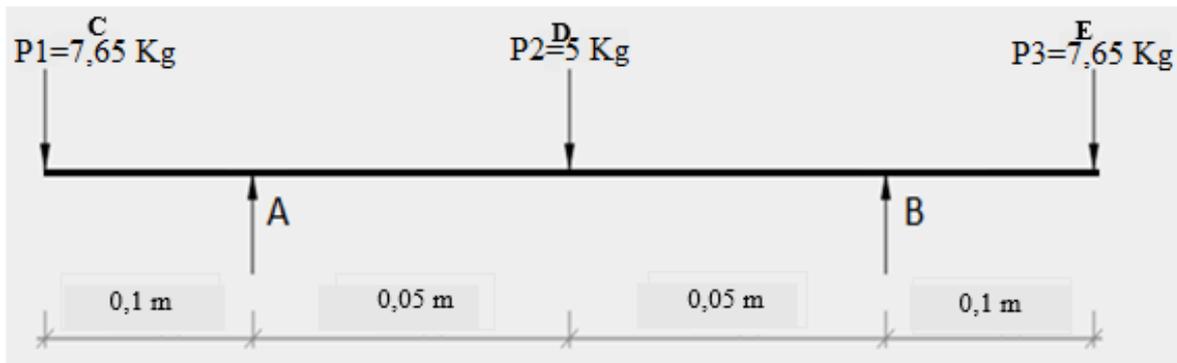
Fuente: (Rodavigo, 2020)

**Figura 49***Eje Intermedio Vista Superior*

Para la distribución de fuerzas en el eje horizontal tomamos en consideración la masa del volante de inercia calculado en la ecuación 8 y la longitud total del eje en mención determinado a criterio del diseñador, con las ecuaciones 17 y 18 obtenemos las ecuaciones de equilibrio y con la ecuación 19 determinamos el momento que ejerce el volante de inercia.

$$\text{Masa del volante de inercia} = 5 \text{ Kg} \times \frac{2,2 \text{ lb}}{1 \text{ Kg}} = 11 \text{ lb}$$

Longitud del eje: 0,3 m

**Figura 50***Distribución de Fuerzas en el Plano Horizontal*

Fuente: (Beam calculator, 2020)

Plano XY

$$\Sigma F_y = 0 \quad (17)$$

$$A_y + B_y - 7,65 \text{ Kg} - 5 \text{ Kg} - 7,65 \text{ Kg} = 0$$

$$A_y = 20,3 \text{ Kg} - B_y$$

$$\Sigma M_A = 0 \quad (18)$$

$$(7,65 \text{ Kg}) \cdot (0,1 \text{ m}) - (5 \text{ Kg}) \cdot (0,05 \text{ m}) + B_y(0,1 \text{ m}) - (7,65 \text{ Kg}) \cdot (0,2 \text{ m}) = 0$$

$$0,765 - 0,25 - 1,53$$

$$B_y(0,1 \text{ m}) = 1,015 \text{ Kg m}$$

$$B_y = 10,15 \text{ Kg}$$

**Reemplazando**

$$A_y = 20,3 \text{ Kg} - B_y$$

$$A_y = 20,3 \text{ Kg} - 10,15 \text{ Kg}$$

$$A_y = 10,15 \text{ Kg}$$

$$x = 0,1 \text{ m}$$

$$M_{ac} = -7,65 \text{ Kg} (x)$$

$$M_{ac} = -7,65 \text{ Kg } (0,1 \text{ m})$$

$$M_{ac} = -0,765 \text{ Kg m}$$

$$x = 0,05 \text{ m}$$

$$M_{ad} = -7,65 \text{ Kg } (x) + 10,15 \text{ Kg } (x - 0,15 \text{ m})$$

$$M_{ad} = 1,395 \text{ Kg m}$$

$$x = 0,15 \text{ m}$$

$$M_{bd} = -7,65 \text{ Kg } (x) + 10,15 \text{ Kg } (x - 0,15 \text{ m}) - 5 \text{ Kg } (x - 0,15 \text{ m})$$

$$M_{bd} = 1,145 \text{ Kg m}$$

$$x = 0,2 \text{ m}$$

$$M_{be} = -7,65 \text{ Kg } (x) + 10,15 \text{ Kg } (x - 0,15 \text{ m}) - 5 \text{ Kg } (x - 0,15 \text{ m}) + 10,15 \text{ Kg } (x - 0,2 \text{ m})$$

$$M_{be} = -1,27 \text{ Kg m}$$

### 3.6.2.3.1 Momento del Volante de Inercia

$$M_V = (0,05 \text{ m}) \cdot A_y \quad (19)$$

$$M_V = (0,05 \text{ m}) \cdot 10,15 \text{ Kg}$$

$$M_V = 0,5075 \text{ Kg m}$$

$$M_V = (0,05 \text{ m}) \cdot B_y$$

$$M_V = (0,05 \text{ m}) \cdot 10,15 \text{ Kg}$$

$$M_V = 0,5075 \text{ Kg m}$$

Se trabaja con el valor más alto de momento.

**3.6.2.4 Diseño del Eje.** En este punto se calculará el diámetro que debe tener el eje de unión motor – generador, que pasará por en medio del volante de inercia y en sus extremos se alojara a las bridas de unión entre equipos, para ello se aplica la ecuación 20:

$$516,27 \text{ Nm} \times \frac{1 \text{ lb}}{4,448 \text{ N}} \times \frac{39,37 \text{ in}}{1 \text{ m}} = 4569,59 \text{ lb in}$$

$$0,5075 \text{ Kg m} \times \frac{2,2 \text{ lb}}{1 \text{ Kg}} \times \frac{39,37 \text{ in}}{1 \text{ m}} = 43,96 \text{ lb in}$$

Coefficiente de seguridad  $n_s = 3$

$$d_{eje} = \sqrt[3]{\frac{32 n_s}{\pi S_y} \cdot \sqrt{M^2 + T^2}} \quad (20)$$

$$d_{eje} = \sqrt[3]{\frac{32 (3)}{\pi (45000 \text{ lb/in}^2)} \cdot \sqrt{(43,96 \text{ lb in})^2 + (4569,59 \text{ lb in})^2}}$$

$$d_{eje} = 1,458 \text{ in} \approx 1 \frac{1}{2} \text{ in}$$

Para calcular el esfuerzo cortante máximo al que puede estar sometido el eje sin sufrir daño alguno se toma en consideración el torque que provee el eje y volante de inercia del sistema al momento de girar, y para ello lo calculamos con la ecuación 21:

$$\tau_{max} = \frac{16 \cdot T}{d^3 \cdot \pi} \quad (21)$$

$$\tau_{max} = \frac{16 \cdot (4569,59 \text{ lb in})}{(1,5 \text{ in})^3 \cdot \pi}$$

$$\tau_{max} = 6895,62 \frac{\text{lb}}{\text{in}^2}$$

El eje de 1,5" soporta un esfuerzo cortante de 6895,62 PSI.

El momento flexionante del eje es un momento de fuerza resultante de la distribución de tensiones sobre el eje a estudio, se lo calcula tomando en consideración la fuerza que produce el volante de inercia a lo que está suspendido en la barra que lo contiene, para determinarlo aplicamos la ecuación 22:

$$\sigma = \frac{32 \cdot M_v}{d^3 \cdot \pi} \quad (22)$$

$$\sigma = \frac{32 \cdot (43,96 \text{ lb in})}{(1,5 \text{ in})^3 \cdot \pi}$$

$$\sigma = 132,67 \text{ lb/in}^2$$

El volante de inercia ejerce una presión de 132,67 PSI en el eje de 1,5".

El ángulo de torsión del eje se produce al transmitir movimiento de giro a lo largo de la barra, esta sufre una pequeña deformación angular producto de la fuerza de resistencia que debe vencer para poner a girar al sistema, para calcularlo se aplica las ecuaciones 23 y 24:

$$\text{Longitud total del eje} = 0,3 \text{ m} \times \frac{39,37 \text{ in}}{1 \text{ m}} = 11,81 \text{ in}$$

$$I = \frac{\pi \cdot d^4}{32} \quad (23)$$

$$I = \frac{\pi \cdot (1,5 \text{ in})^4}{32}$$

$$I = 0,497 \text{ in}^4$$

$$\phi = \frac{T \cdot l}{I \cdot G} \quad (24)$$

$$\phi = \frac{(4569,59 \text{ lb in}) \cdot (11,81 \text{ in})}{(0,497 \text{ in}^4) \cdot (29000000 \text{ lb/in}^2)}$$

$$\phi = 0,003744 \text{ radianes}$$

$$1^\circ \times \frac{\pi}{180^\circ} = 0,01745 \text{ rad}$$

$$0,003744 \text{ rad} \times \frac{1^\circ}{0,01745 \text{ rad}} = 0,2145^\circ$$

El ángulo de torsión que sufre el eje de acero es de 0,21° por el torque que cede el volante de inercia al momento de girar, con la ecuación 25 determinamos la masa que tendría el eje en mención.

Diámetro del eje = 1,5 in

$$1,5 \text{ in} \times \frac{2,54 \text{ cm}}{1 \text{ in}} \times \frac{1 \text{ m}}{100 \text{ cm}} = 0,0381 \text{ m}$$

$$r = \frac{d}{2} = \frac{0,0381 \text{ m}}{2} = 0,01905 \text{ m}$$

$$m_{\text{eje}} = \rho \cdot \pi \cdot r^2 \cdot l \quad (25)$$

$m_{eje}$  = Masa del eje intermedio

$\rho$  = Densidad del acero

$\pi$  = Constante pi

$r$  = Radio del eje

$l$  = Longitud del eje

$$m_{eje} = \left(7860 \frac{Kg}{m^3}\right) \cdot (3,1416) \cdot (0,01905 m)^2 \cdot (0,3 m)$$

$$m_{eje} = 2,688 Kg$$

La inercia del eje intermedio es la resistencia que opone un cuerpo al modificar su estado de reposo al pleno movimiento y esta dependerá de la cantidad de masa que esta posea y para calcularlo aplicamos la ecuación 26 y con la ecuación 27 determinamos la inercia que tendría la brida de union.

$$I_{eje} = \frac{1}{2} m_{eje} \cdot r^2 \quad (26)$$

$m_{eje}$  = Masa del eje

$I_{eje}$  = Inercia del eje

$$I_{eje} = \frac{1}{2} (2,688 Kg) \cdot (0,01905 m)^2$$

$$I_{eje} = 0,0004877 Kg m^2$$

Los acoples elásticos son accesorios de unión entre ejes para la transmisión de energía y como toda pieza mecánica que se encuentra en rotación, se calcula su inercia o resistencia que se opone al rotar.

$$114,3 mm \times \frac{1 cm}{10 mm} \times \frac{1 m}{100 cm} = 0,1143 m$$

$$r = \frac{d}{2} = \frac{0,1143 m}{2} = 0,05715 m$$

$$I_{brida\ 1-2} = \frac{1}{2} m_{brida\ 1-2} \cdot r^2 \quad (27)$$

$I_{brida}$  = Inercia de la brida

$m_{brida}$  = Masa de la brida

$$I_{brida\ 1-2} = \frac{1}{2} (7,65\ Kg) \cdot (0,05715\ m)^2$$

$$I_{brida\ 1-2} = 0,01249\ Kg\ m^2$$

Para tener claro cuál es la inercia total del sistema de transmisión se sumará todas las inercias calculadas por separado como se muestra en la fórmula 28:

La inercia que tiene el rotor del generador se la obtiene de la ficha técnica del equipo.

*Inercia del Motor Electrico Vista en la Ficha Tècnica*

$$0,4357\ ft^2 \cdot lb \times \frac{1\ m^2}{10,76\ ft^2} \times \frac{1\ Kg}{2,2\ lb} = 0,01840\ Kg\ m^2$$

$$I_{total} = I_{motor} + I_{brida\ 1} + I_{eje} + I_{volante} + I_{brida\ 2} + I_{generador} \quad (28)$$

$$I_{total} = 0,01840 + 0,01249 + 0,0004877 + 0,02025 + 0,01249 + 0,3$$

$$I_{total} = 0,3641\ Kg\ m^2$$

0,3 = Inercia del generador vista en la ficha técnica del equipo.

El movimiento constante de las masas en rotación produce energía cinética y para calcularlo es necesario conocer la inercia total del sistema en mención y su velocidad angular de rotación, aplicando la ecuación 29:

$$Ec = \frac{1}{2} \cdot I_{total} \cdot \omega^2 \quad (29)$$

$\omega$  = Velocidad angular dado en rad/s

$$Ec = \frac{1}{2} \cdot (0,3641\ Kg\ m^2) \cdot (182,21\ rad/s)^2$$

$$Ec = 6044,143\ J$$

Sumar las masas de los componentes que forman el tren de potencia del sistema, las dos

bridas, el volante de inercia y el eje de rotación, tal como se observa en la ecuación 30:

$$m_t = m_{brida 1} + m_{eje} + m_{volante} + m_{brida 2} \quad (30)$$

$$m_t = 7,65 \text{ Kg} + 2,688 \text{ Kg} + 5 \text{ Kg} + 7,65 \text{ Kg}$$

$$m_t = 22,988 \text{ Kg}$$

Para calcular la aceleración angular del sistema se tomará en cuenta el torque provisto por el motor eléctrico y la inercia total del mismo, aplicando la ecuación 31:

$$\alpha = \frac{T_{motor}}{I_{total}} \quad (31)$$

$$\alpha = \frac{16,36 \text{ Nm}}{0,3641 \text{ Kg m}^2}$$

$$\alpha = 44,93 \text{ rad/s}^2$$

Para determinar el tiempo que tarda el sistema en ponerse completamente en movimiento se tomara en cuenta la velocidad angular y la aceleración angular, aplicando la ecuación 32:

$$t = \frac{\omega}{\alpha} \quad (32)$$

$$t = \frac{182,21 \text{ rad/s}}{44,93 \text{ rad/s}^2}$$

$$t = 4,05 \text{ s}$$

**3.6.2.5 Diseño de la Chaveta Para el Eje.** Para la construcción de este componente se empleará el acero AISI – SAE 1018 cuyo esfuerzo de fluencia es de 53700 lb/in<sup>2</sup>, la longitud total del mismo la calculamos con la ecuación 33 y la dimensión de la chaveta está determinado según norma DIN 6886 = 12 X 8 mm

$$1,5 \text{ in} \times \frac{25,4 \text{ mm}}{1 \text{ in}} = 38,1 \text{ mm}$$

$$L = \phi_{eje} \cdot 1,5 \quad (33)$$

$$L = (38,1 \text{ mm}) \cdot (1,5)$$

$$L = 57,15 \text{ mm}$$

La chaveta tendrá una longitud de 57,15 mm.

La falla de la chaveta por cizallamiento es el corte que sufre el mismo producto de un esfuerzo máximo que soporta antes de que exista deformación alguna y para determinarlo se aplica las ecuaciones 34, 35 y 36:

$$4569,59 \text{ lb in} \times \frac{1 \text{ kg}}{2,2 \text{ lb}} \times \frac{25,4 \text{ mm}}{1 \text{ in}} = 52757,99 \text{ kg mm}$$

$$A_s = a \cdot l \quad (34)$$

$$A_s = (12 \text{ mm}) \cdot (57,15 \text{ mm})$$

$$A_s = 685,8 \text{ mm}^2$$

$$F = \frac{2T}{d_{eje}} \quad (35)$$

$$F = \frac{2(52757,99 \text{ kg mm})}{38,1 \text{ mm}}$$

$$F = 2769,44 \text{ kg}$$

$$\tau = \frac{F}{A_s} \quad (36)$$

$$\tau = \frac{2769,44 \text{ kg}}{685,8 \text{ mm}^2}$$

$$\tau = 4,03 \text{ kg/mm}^2$$

La chaveta está sometida a un esfuerzo cortante de 4,03 kg/mm<sup>2</sup>

Para determinar cuál sería la longitud mínima que debería tener la chaveta antes de sufrir deformación por corte, empleamos la ecuación 37:

$$53700 \text{ lb/in}^2 \times \frac{1 \text{ in}^2}{645,16 \text{ mm}^2} \times \frac{1 \text{ kg}}{2,2 \text{ lb}} = 37,83 \text{ kg/mm}^2$$

Coefficiente de seguridad  $n_s = 2$

$$L \geq \frac{4 \cdot T \cdot n_s}{d \cdot b \cdot S_y} \quad (37)$$

$$L \geq \frac{4(52757,99 \text{ kg mm}). (2)}{(38,1 \text{ mm}). (12 \text{ mm}). (37,83 \text{ kg/mm}^2)}$$

$$L \geq 24,40 \text{ mm}$$

$$57,15 \text{ mm} > 24,40 \text{ mm}$$

La longitud real de la chaveta en el eje es más larga de la mínima calculada por lo que no existirá cizallamiento del material.

La falla que se puede producir por aplastamiento de la chaveta se lo calcula con la siguiente ecuación 38:

$$\sigma_{\text{aplast}} = \frac{2 \cdot T}{d \cdot l \cdot \frac{h}{2}} \quad (38)$$

$$\sigma_{\text{aplast}} = \frac{2 \cdot T}{d \cdot (1,5 \cdot d) \cdot \frac{h}{2}}$$

$$\sigma_{\text{aplast}} = \frac{2 \cdot (52757,99 \text{ kg mm})}{(38,1 \text{ mm}) \cdot (1,5 \cdot (38,1 \text{ mm})) \cdot \left(\frac{8 \text{ mm}}{2}\right)}$$

$$\sigma_{\text{aplast}} = 12,11 \text{ kg/mm}^2$$

Para determinar cuál sería la longitud mínima que debería tener la chaveta antes de sufrir falla por aplastamiento, empleamos la ecuación 39:

Coefficiente de seguridad  $n_s = 1$

$$L \geq \frac{4 \cdot T \cdot n_s}{d \cdot h \cdot \sigma_{\text{aplast}}} \quad (39)$$

$$L \geq \frac{4 \cdot (52757,99 \text{ kg mm}). (1)}{(38,1 \text{ mm}). (8 \text{ mm}). (12,11 \text{ kg/mm}^2)}$$

$$L \geq 57,17 \text{ mm}$$

$$57,17 \text{ mm} \geq 57,17 \text{ mm}$$

La longitud real de la chaveta es igual a la calculada por lo que no existirá falla por aplastamiento.

**3.6.2.6 Chumacera.** Para determinar la vida nominal de las chumaceras aplicamos la ecuación 40 y observamos la tabla de horas de servicio que tienen los rodamientos, determinando las horas de trabajo de acuerdo a la aplicación que este tendrá  $40000 \leq L_{10h} \leq 50000$ .

Para esta aplicación se ha seleccionado la chumacera UCP 208 – 24 y observando el catálogo se determina la capacidad de carga básica dinámica  $C = 34,5 \text{ KN}$ .

El catálogo indica que para chumacera de rodillos el coeficiente  $p = 10/3$

$$L_{10h} = \frac{10^6}{60 n} \left( \frac{C}{P} \right)^p \quad (40)$$

$$P = \frac{C}{\sqrt[p]{\frac{L_{10h}(60 \cdot n)}{10^6}}}$$

$$P = \frac{32,5 \text{ KN}}{\sqrt[10/3]{\frac{(50000) \cdot (60)(1740)}{10^6}}}$$

$$P = 2,49 \text{ KN}$$

Para determinar que constante aplicar en la formula se debe de tener en cuenta que elemento actuará como fijo y cual estará girando, entre el aro exterior y el aro interior del rodamiento, aplicamos la ecuación 41:

$V = 1$  para giro del arco interior.

$V = 1,2$  para giro de arco exterior.

$$Fr = \frac{P}{V} \quad (41)$$

$$Fr = \frac{2,49 \text{ KN}}{1}$$

$$Fr = 2,49 \text{ KN}$$

**3.6.2.7. Diseño del Perno de Sujeción de las Chumaceras.** Para calcular las dimensiones que debe tener los pernos de sujeción se aplican las ecuaciones 42, 43 y 44g:

$$F_e = \frac{F_{eT}}{n} \quad (42)$$

$F_e$  = fuerza externa

$F_{eT}$  = fuerza externa total

$n$  = número de pernos usados en la chumacera = 2

$$F_e = \frac{2,49 \text{ KN}}{2}$$

$$F_e = 1,245 \text{ KN}$$

$$F_e = 1245 \text{ N} \approx 279,90 \text{ lb F}$$

$$1245 \text{ N} \times \frac{1 \text{ lb}}{4,448 \text{ N}} = 279,90 \text{ lb F}$$

El área de esfuerzo de tensión calculado del perno es el área mínima que debería tener este componente en el cual se distribuye la tensión del ajuste final que tiene este, para calcularlo se aplica la ecuación 43:

$$A_t = \left( \frac{6 \cdot F_e}{(in^{-1})S_y} \right)^{\frac{2}{3}} \quad (43)$$

$S_y$  = Resistencia de fluencia a la tracción SAE 1, ver tabla = 36 KSI.

$$A_t = \left( \frac{6 \cdot (279,90 \text{ lb F}) in^2}{36 000 \text{ lb}} \right)^{\frac{2}{3}}$$

$$A_t = 0,129 \text{ in}^2 \approx 83,22 \text{ mm}^2$$

$$0,129 \text{ in}^2 \times \frac{645,16 \text{ mm}^2}{1 \text{ in}^2} = 83,22 \text{ mm}^2$$

De acuerdo a la tabla de diseño de pernos con la sección antes indicada se emplearía un perno 5/8 in.

Para calcular la longitud que debería tener el perno se aplica la ecuación 44:

$$L_T = 2d + 0,25 \text{ in} \quad (44)$$

$$L_T = 2\left(\frac{5}{8} \text{ in}\right) + 0,25 \text{ in}$$

$$L_T = 1,5 \text{ in}$$

Se empleará un perno de 1,5 in de largo para esta aplicación.

Para determinar la fuerza de apriete máxima de debería tener el perno se aplica las ecuaciones 45 y 46:

$$S_i = 0,75 \cdot S_p \quad (45)$$

$S_i$  = Esfuerzo inicial.

$S_p$  = Resistencia límite a la tracción del perno SAE 1 ver tabla = 33 KSI.

$A_t$  = Área de esfuerzo a tracción.

$$S_i = 0,75 \cdot (33 \text{ KSI})$$

$$S_i = 24,75 \text{ KSI}$$

$$F_i = S_i \cdot A_t \quad (46)$$

$A_t$  = Área de esfuerzo a tracción perno 5/8 in ver tabla = 0,226 in<sup>2</sup>

$$F_i = (24750 \text{ lb/in}^2) \cdot (0,226 \text{ in}^2)$$

$$F_i = 5593,5 \text{ lb f} \approx 24,87 \text{ KN}$$

$$5593,5 \text{ lb f} \times \frac{4,448 \text{ N}}{1 \text{ lb f}} = 24879,88 \text{ N} \approx 24,879 \text{ KN}$$

El perno tendrá un apriete máximo de 24,87 KN de torque.

**3.6.2.8. Diseño del Ensamble Eléctrico.** El generador de corriente produce 106 amperios a 220 voltios, para poner en funcionamiento el módulo de recarga automotriz se requiere de 91 A, dejando libre 15 A para cubrir necesidades a futuro.

**3.6.2.8.1 Amperaje Disponible para Consumo.** Para determinar el amperaje disponible que no se estaría empleando se aplica la ecuación 47:

$$A \text{ disponible} = A \text{ producido} - A \text{ motor} \quad (47)$$

$$A \text{ disponible} = 106 \text{ A} - 91 \text{ A}$$

$$A \text{ disponible} = 15 \text{ A}$$

**3.6.2.8.2 Potencia del Inversor de Corriente Durante los 5 Primeros Segundos.** El inversor de corriente tiene una potencia de 12 KVA produciendo 43 amperios durante los 5 primeros segundos para la fase de arranque del motor eléctrico, después de ello se estabiliza la corriente y entrega 32 amperios, de acuerdo a lo que indica la ficha técnica del equipo.

Para transformar de KVA a Kw, información que indica la ficha técnica del inversor de corriente se aplica la ecuación 48 y su amperaje con la ecuación 49:

$$P_{\text{inversor}} = \frac{KVA}{1,25} \quad (48)$$

$$P_{\text{inversor}} = \frac{12 \text{ KVA}}{1,25}$$

$$P_{\text{inversor}} = 9,6 \text{ kW}$$

$$I = \frac{P}{V} \quad (49)$$

$$I = \frac{9600 \text{ W}}{220 \text{ V}}$$

$$I = 43,63 \text{ Amperios}$$

Durante los 5 primeros segundos, el inversor de corriente entrega 43,63 amperios, luego de ello la potencia decae un poco y se estabiliza.

Pasados los 5 primeros segundos la potencia del inversor decae un poco y se mantiene durante un tiempo a 9 KVA, información que indica la ficha de características técnicas del equipo.

$$P_{\text{inversor}} = \frac{KVA}{1,25}$$

$$P_{\text{inversor}} = \frac{9 \text{ KVA}}{1,25}$$

$$P_{\text{inversor}} = 7,2 \text{ KW}$$

$$I = \frac{P}{V}$$

$$I = \frac{7200 \text{ W}}{220 \text{ V}}$$

$$I = 32,72 \text{ Amperios}$$

Después de la fase de arranque el inversor entrega una corriente de 32,72 amperios durante 30 minutos continuos, según lo que indica la ficha de características técnicas.

Para aumentar la capacidad de amperaje suministrado por el inversor de corriente hay que conectar varios inversores en paralelo, para determinar la cantidad de inversores eléctricos necesarios para encender el motor eléctrico se aplica la ecuación 50 y con la ecuación 51 determinamos el tiempo de autonomía que tendría este:

### 3.6.2.8.3 Encendido del Motor Eléctrico

$$\# \text{ inversores} = \frac{I \text{ arranque}}{I \text{ maxima}} \quad (50)$$

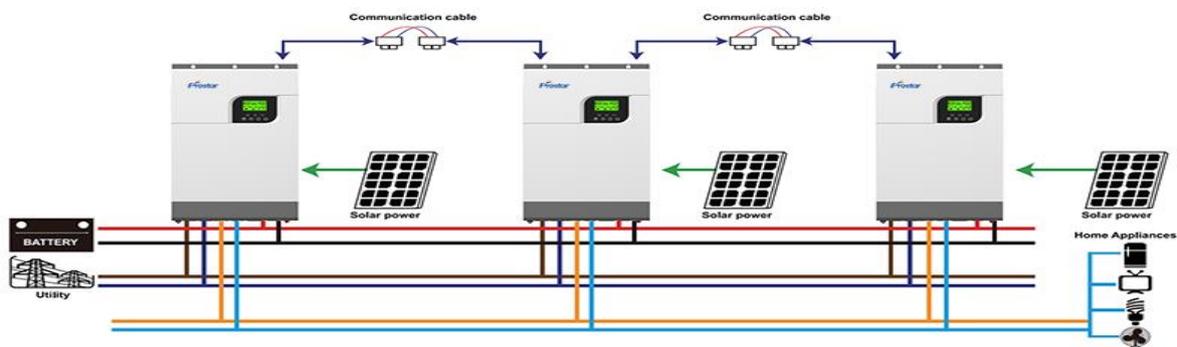
$$\# \text{ inversores} = \frac{125 \text{ A}}{43 \text{ A}}$$

$$\# \text{ inversores} = 2,90$$

Para encender el motor de 4 HP se requiere de la ayuda de 3 inversores de corriente, tal como se observa en la figura 51:

**Figura 51**

*Conexión de Inversores de Corriente en Paralelo*



Fuente: (Solarmat, 2016)

$$T. \text{ funcionamiento} = \frac{I \text{ maxima}}{I \text{ trabajo motor}} \quad (51)$$

$$T. \text{ funcionamiento} = \frac{150 \text{ A/h}}{15,7 \text{ A}}$$

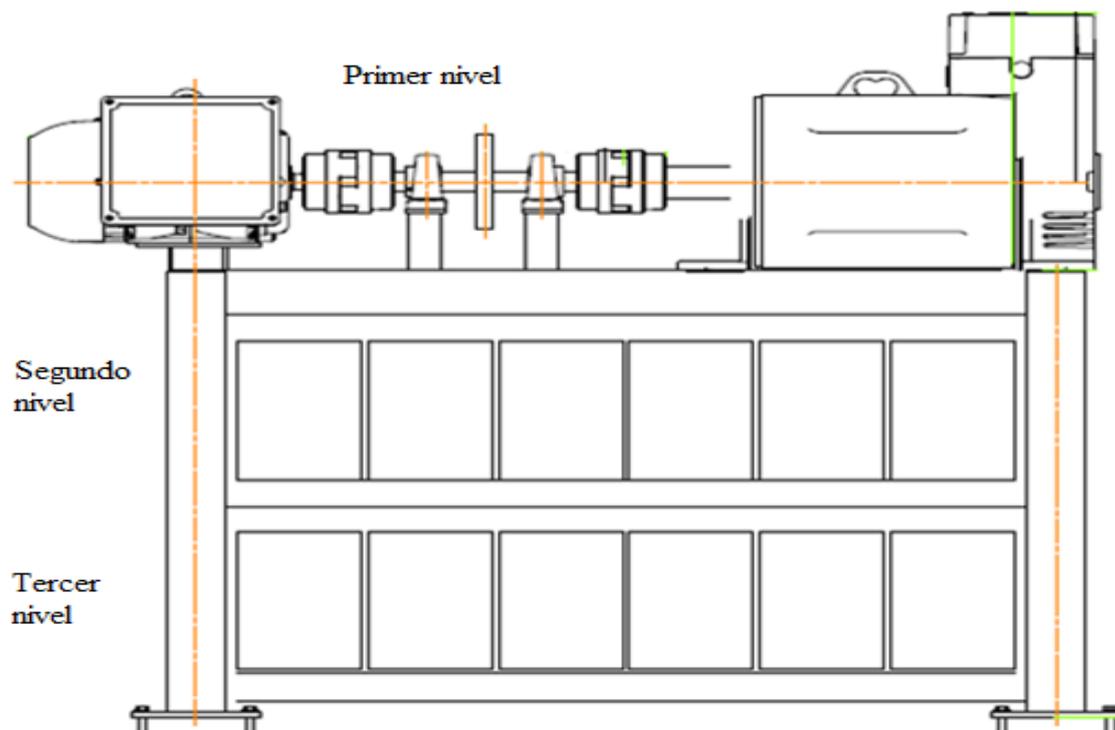
$$T. \text{ funcionamiento} = 9,55 \text{ h}$$

El motor eléctrico estará en funcionamiento constante con el inversor de corriente en funcionamiento durante más de 9 horas continuas con el banco de baterías cargadas a carga completa.

**3.6.2.9 Diseño de la Mesa de Ensamble Mecánico.** Para la construcción de la mesa de ensamble del proyecto se empleará tubo de perfilera metálica cuadrado, y este a su vez estará dividido en el nivel superior que es donde estarán instalados los equipos del proyecto y dos niveles inferiores para alojar el banco de baterías de los inversores de corriente, tal como se observa en la figura 52 y su diagrama de distribución de fuerzas en la figura 53.

**Figura 52**

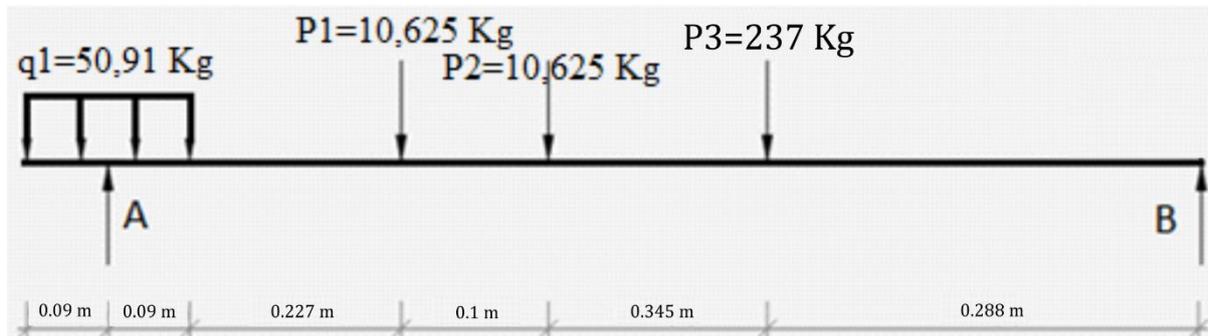
*Distribución de los Niveles en la Mesa de Ensamble Mecánico*



## Nivel superior

**Figura 53**

*Distribución de Fuerzas en el Plano Horizontal*



Fuente: (Beam calculator, 2020)

$$Chumacera_{1-2} = 23,375 \text{ lb} \times \frac{1 \text{ Kg}}{2,2 \text{ lb}} = 10,625 \text{ Kg}$$

$$masa_{motor} = 50,91 \text{ Kg} \times \frac{2,2 \text{ lb}}{1 \text{ Kg}} = 112 \text{ lb}$$

$$masa_{generador} = 237 \text{ Kg} \times \frac{2,2 \text{ lb}}{1 \text{ Kg}} = 521,4 \text{ lb}$$

Observando lateralmente la mesa de ensamble, tanto la ubicación del motor eléctrico como la del generador, la masa de ambos se reparte básicamente en 2 apoyos y por motivo de cálculo se aplican las ecuaciones 52, 53, 54, 55, 56 y 57:

**masa<sub>total</sub>** = masa del generador y motor eléctrico

**Numero<sub>apoyos</sub>** = # de tubos verticales o patas en que se reparte la masa del mismo

**d** = ancho de la base del motor eléctrico

$$masa_{motor} = \frac{masa_{total}}{Numero_{apoyos}} \quad (52)$$

$$masa_{motor} = \frac{50,91 \text{ Kg}}{2}$$

$$masa_{motor} = 25,455 \text{ Kg} \approx 56 \text{ lb}$$

$$P_{1 \text{ motor}} = \frac{m_{\text{motor}}}{d} \quad (53)$$

$$P_{1 \text{ motor}} = \frac{25,455 \text{ Kg}}{0,177 \text{ m}}$$

$$P_{1 \text{ motor}} = 143,81 \text{ Kg/m}$$

$$masa_{\text{generador}} = \frac{masa_{\text{total}}}{\text{Numero}_{\text{apoyos}}} \quad (54)$$

$$masa_{\text{generador}} = \frac{237 \text{ Kg}}{2}$$

$$masa_{\text{generador}} = 118,5 \text{ Kg}$$

$$P_{1 \text{ eq motor}} = P_1 \cdot l_1 \cdot g \quad (55)$$

$P$  = masa del equipo repartido en la base del mismo

$l$  = ancho de la base del equipo

$g$  = gravedad

$$P_{1 \text{ eq motor}} = \left(143,81 \frac{\text{Kg}}{\text{m}}\right) \cdot (0,177 \text{ m}) \cdot \left(9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right)$$

$$P_{1 \text{ eq motor}} = 249,45 \text{ N}$$

$$P_{2 \text{ eq chumacera 1-2}} = P_2 \cdot g \quad (56)$$

$$P_{2 \text{ eq chumacera 1-2}} = (10,625 \text{ Kg}) \cdot \left(9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right)$$

$$P_{2 \text{ eq chumacera 1-2}} = 104,125 \text{ N}$$

$$P_{3 \text{ eq generador}} = P_4 \cdot g$$

$$P_{3 \text{ eq generador}} = \left(118,5 \frac{\text{Kg}}{\text{m}}\right) \cdot \left(9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right)$$

$$P_{3 \text{ eq generador}} = 1161,3 \text{ N en cada pata del equipo}$$

$$C_m P_{1 \text{ eq motor}} = \frac{b}{\#_{\text{apoyos}}} \quad (57)$$

$b$  = ancho del equipo

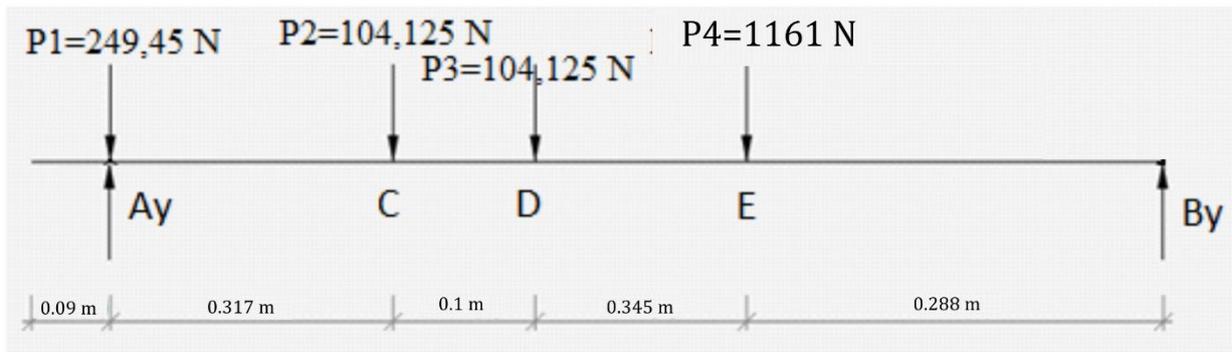
$\#_{\text{apoyos}}$  = Numero de tubos verticales en el que se reparte la masa

$$C_m P_{1 eq motor} = \frac{0,177 m}{2}$$

$$C_m P_{1 eq motor} = 0,0885 m$$

**Figura 54**

*Distribución de Fuerzas en el Plano Horizontal*



Fuente: (Beam calculator, 2020)

Plano XY

$$\Sigma F_y = 0$$

$$A_y + B_y - 249,45 \text{ N} - 104,125 \text{ N} - 104,125 \text{ N} - 1161,3 \text{ N} = 0$$

$$A_y = 1619 \text{ N} - B_y$$

$$\Sigma M_A = 0$$

$$-(104,125 \text{ N}) \cdot (0,317 \text{ m}) - (104,125 \text{ N}) \cdot (0,417 \text{ m}) - (1161,3 \text{ N}) \cdot (0,762 \text{ m}) + 1,05 \cdot B_y = 0$$

$$(1,05 \text{ m}) B_y = 961,33 \text{ Nm}$$

$$B_y = 915,56 \text{ N}$$

$$A_y = 1619 \text{ N} - B_y$$

$$A_y = 1619 \text{ N} - 915,56 \text{ N}$$

$$A_y = 703,44 \text{ N}$$

$$A = A_y - 249,45 \text{ N}$$

$$A = 703,44 \text{ N} - 249,45 \text{ N}$$

$$A = 453,99 \text{ N}$$

$$x = 0,317$$

$$M_{ac} = 453,99 N(x)$$

$$M_{ac} = 453,99(0,317)$$

$$M_{ac} = 143,91 Nm$$

$$x = 0,10$$

$$M_{ad} = 453,99(x) - 104,125(x - 0,10)$$

$$M_{ad} = 349,86(x) + 10,41 Nm$$

$$M_{ad} = 45,399 Nm$$

$$x = 0,345$$

$$M_{ad} = 453,99(x) - 104,125(x - 0,1) + 10,4125(x - 0,345)$$

$$M_{ad} = 453,99x - 104,125x + 10,4125 - 104,125x + 35,92$$

$$M_{ad} = 245,74(x) + 46,33 Nm$$

$$M_{bd} = 131,11 Nm$$

$$x = 0,288$$

$$M_{be} = 453,99(x) - 104,125(x - 0,10) - 104,125(x - 0,345) - 1611,3(x - 0,288)$$

$$M_{ad} = -915,56(x) + 380,78 Nm$$

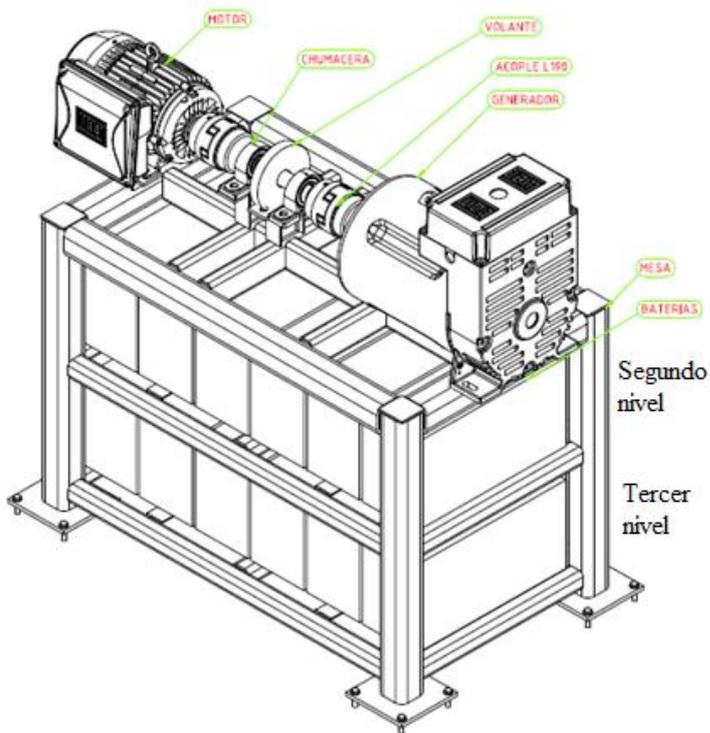
$$M_{be} = 117,10 Nm$$

El momento flector del nivel superior es la resultante de fuerzas que se obtiene de la distribución de tensiones perpendiculares a lo largo de un eje longitudinal en acción de sus puntos de apoyo.

**3.6.2.9.1 Diseño del Segundo y Tercer Nivel.** Una vez determinado las tensiones que los diferentes equipos provocan en el primer nivel se calculara lo mismo en el segundo y tercer nivel que soportara el banco de baterías, tal como se observa en la figura 55, y su diagrama de distribución de fuerzas en las figuras 56 y 57, para ello empleamos las ecuaciones 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64 y 65.

Figura 55

Segundo y Tercer Nivel de la Mesa



$$m_{total} = 6. (m_{bateria}) \quad (58)$$

$$m_{total} = 6. (47 \text{ Kg})$$

$$m_{total} = 282 \text{ Kg}$$

$$P_5 \text{ baterias} = \frac{m}{d} \quad (59)$$

$$P_5 \text{ baterias} = \frac{282 \text{ Kg}}{1,050 \text{ m}}$$

$$P_5 \text{ baterias} = 268,57 \text{ Kg/m}$$

$$P_5 \text{ eq baterias} = P_5 \cdot l_5 \cdot g \quad (60)$$

$$P_5 \text{ eq baterias} = \left( 268,57 \frac{\text{Kg}}{\text{m}} \right) \cdot (1,050 \text{ m}) \cdot \left( 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right)$$

$$P_5 \text{ eq baterias} = 2763,58 \text{ N}$$

$$L_{baterias} = (\text{Ancho}_{bateria}) \cdot (\text{Numero}_{baterias}) \quad (61)$$

$$L_{baterias} = (0,172 \text{ m}) \cdot (6)$$

$$L_{baterias} = 1,032 \text{ m}$$

$$C_m P_{5 \text{ eq baterias}} = \frac{b}{\# \text{ apoyos}} \quad (62)$$

$$C_m P_{5 \text{ eq baterias}} = \frac{1,032 \text{ m}}{2}$$

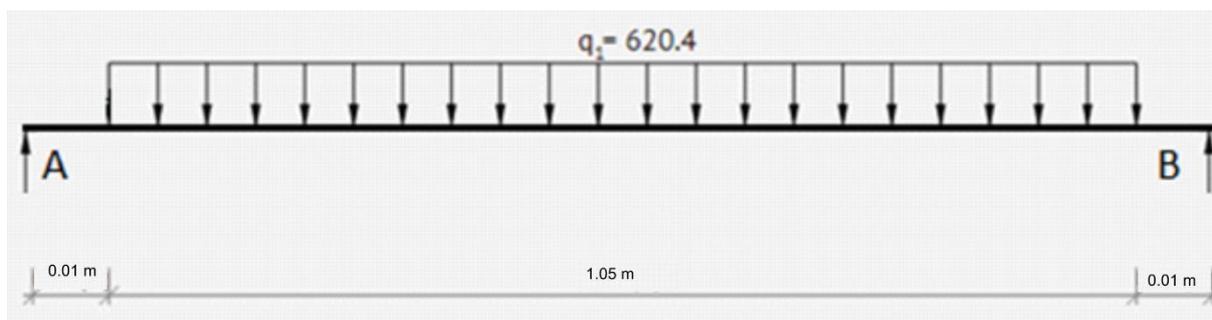
$$C_m P_{5 \text{ eq baterias}} = 0,516 \text{ m}$$

2<sup>do</sup> y 3<sup>er</sup> Nivel son Iguales

$$masa_{baterias} = 282 \text{ Kg} \times \frac{2,2 \text{ lb}}{1 \text{ kg}} = 620,4 \text{ lb}$$

**Figura 56**

*Distribución de Fuerzas en el Plano Horizontal*



Fuente: (Beam calculator, 2020)

$$L_{no \text{ ocupado}} = L_{mesa} - L_{baterias} \quad (63)$$

$$L_{no \text{ ocupado}} = 1,050 \text{ m} - 1,032 \text{ m}$$

$$L_{no \text{ ocupado}} = 0,018 \text{ m}$$

$$L_{libre} = \frac{L_{no \text{ ocupado}}}{2} \quad (64)$$

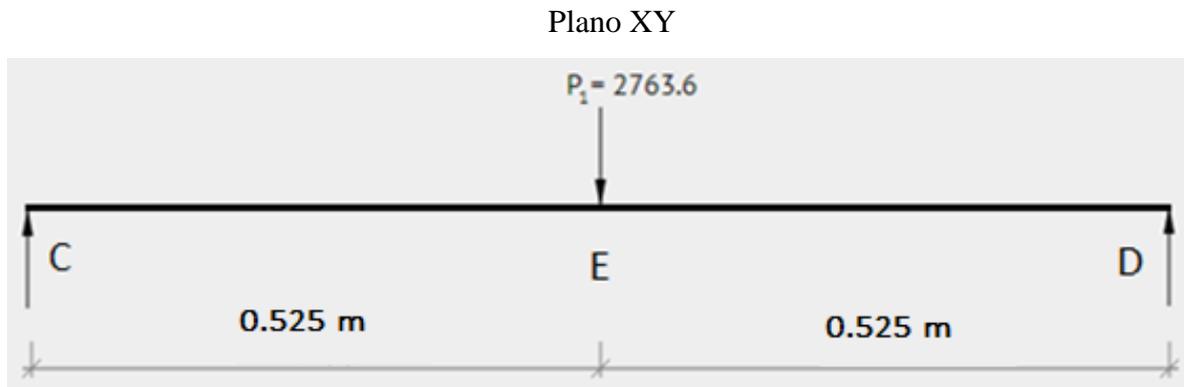
$$L_{libre} = \frac{0,018 \text{ m}}{2}$$

$$L_{libre} = 0,009 \text{ m}$$

$$L_{cm} = C_m P_{5 \text{ eq baterias}} + L_{libre} \quad (65)$$

$$L_{cm} = 0,516 \text{ m} + 0,009 \text{ m}$$

$$L_{cm} = 0,525 \text{ m}$$

**Figura 57***Distribución de Fuerzas en el Plano Horizontal*

Fuente: (Beam calculator, 2020)

$$\Sigma F_y = 0$$

$$C_y + D_y - 2763,6 \text{ N} = 0$$

$$C_y = 2763,6 \text{ N} - D_y$$

$$\Sigma M_C = 0$$

$$-(2763,6 \text{ N}) \cdot (0,525 \text{ m}) + (1,050 \text{ m}) \cdot D_y = 0$$

$$(1,050 \text{ m}) D_y = 1450,89 \text{ Nm}$$

$$D_y = 1381,80 \text{ N}$$

**Reemplazando**

$$C_y = 2763,6 \text{ N} - D_y$$

$$C_y = 2763,6 \text{ N} - 1381,80 \text{ N}$$

$$C_y = 1381,80 \text{ N}$$

$$x = 0,525 \text{ m}$$

$$M_{ce} = C_y(x)$$

$$M_{ce} = 1381,8 (0,525)$$

$$M_{ce} = 725,44 \text{ Nm}$$

$$x = 0,525 \text{ m}$$

$$M_{de} = 1381,80(x) - 2763,6(x - 0,525)$$

$$M_{de} = -1381,8(x) + 1450,89$$

$$M_{de} = 725,44 \text{ Nm}$$

El momento flector del nivel superior es la resultante de fuerzas que se obtiene de la distribución de tensiones perpendiculares a lo largo de un eje longitudinal en acción de sus puntos de apoyo.

$$M_{5C \text{ baterias}} = C_y \cdot d$$

$$M_{5C \text{ baterias}} = (1381,80 \text{ N}) \cdot (0,525 \text{ m})$$

$$M_{5C \text{ baterias}} = 725,44 \text{ Nm}$$

$$M_{6E \text{ baterias}} = 725,44 \text{ Nm}$$

$$M_{5D \text{ baterias}} = D_y \cdot d$$

$$M_{5D \text{ baterias}} = (1381,80 \text{ N}) \cdot (0,525 \text{ m})$$

$$M_{5D \text{ baterias}} = 725,44 \text{ Nm}$$

$$M_{6F \text{ baterias}} = 725,44 \text{ Nm}$$

Para la realización de este proyecto se empleará un tubo cuadrado de 75 x 75 mm x 3 mm de espesor, ya que este perfil al tener aristas planas en sus cuatro lados tal como se observa en la figura 58 ayuda a estabilizar la superficie de apoyo de los diferentes elementos que la mesa va a soportar, calculados con la ecuación 66, tal como se observa en la figura 59.

$$Masa_{total} = masa_{motor} + masa_{chumacera 1} + masa_{chumacera 2} \quad (66)$$

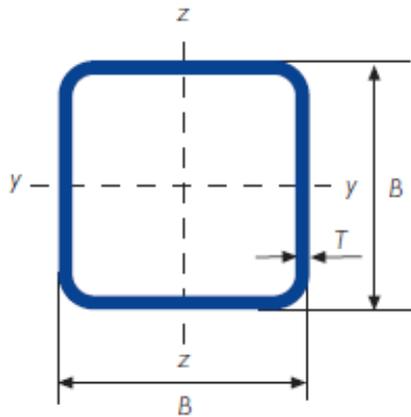
$$+ masa_{generador} + masa_{baterias 2 nivel} + masa_{baterias 3 nivel}$$

$$Masa_{total} = 50,91 \text{ Kg} + 10,625 \text{ Kg} + 10,625 \text{ Kg} + 237 \text{ Kg} + 282 \text{ Kg} + 282 \text{ Kg}$$

$$Masa_{total} = 873,16 \text{ Kg}$$

**Figura 58**

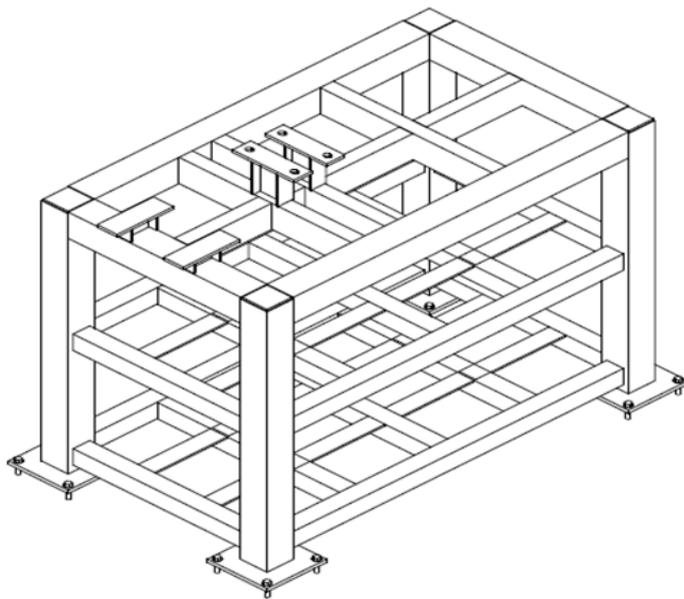
*Tubo Cuadrado de 75 x 75 x 3 mm*



Fuente: (All spares, 2020)

**Figura 59**

*Diseño de la Mesa Empleando el Tubo Cuadrado de 75 x 75 x 3 mm.*



Para determinar la rigidez estructural la determinamos con las ecuaciones 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75 y 76.

$$75 \text{ mm} \times \frac{1 \text{ in}}{25,4 \text{ mm}} = 2,95 \text{ in}$$

$$75 \text{ mm} - (3\text{mm} + 3\text{mm}) = 69 \text{ mm}$$

$$69 \text{ mm} \times \frac{1 \text{ in}}{25,4 \text{ mm}} = 2,71 \text{ in}$$

$B$  = Ancho exterior del tubo cuadrado

$B_i$  = Ancho interior del tubo cuadrado

$$I_x = \frac{B^4}{12} - \frac{B_i^4}{12} \quad (67)$$

$$I_x = \frac{(2,95 \text{ in})^4}{12} - \frac{(2,71 \text{ in})^4}{12}$$

$$I_x = 1,81 \text{ in}^4$$

$$I_x = I_y$$

Al ser un tubo cuadrado las inercias en el plano x son igual al del plano y.

$$A_{ext} = L^2 \quad (68)$$

$$A_{ext} = (7,5 \text{ cm})^2$$

$$A_{ext} = 56,25 \text{ cm}^2$$

$$A_{int} = (L - 2e)^2 \quad (69)$$

$$A_{int} = (75 \text{ mm} - 6 \text{ mm})^2$$

$$A_{int} = (6,9 \text{ cm})^2$$

$$A_{int} = 47,61 \text{ cm}^2$$

$$A_{total} = (A_{ext} - A_{int}) \quad (70)$$

$$A_{total} = (56,25 \text{ cm}^2 - 47,61 \text{ cm}^2)$$

$$A_{total} = 8,64 \text{ cm}^2$$

$$8,64 \text{ cm}^2 \times \frac{1 \text{ in}^2}{6,4516 \text{ cm}^2} = 1,33 \text{ in}^2$$

$$r_x = \sqrt{\frac{I_x}{A_t}} \quad (71)$$

$I_x$  = Inercia del tubo cuadrado en el plano x

$A_t$  = Area total de la seccion metalica del tubo

$$r_x = \sqrt{\frac{1,81 \text{ in}^4}{1,33 \text{ in}^2}}$$

$$r_x = 1,166 \text{ in}$$

$$\text{Alto}_{\text{mesa}} = 80 \text{ cm} \times \frac{1 \text{ in}}{2,54 \text{ cm}} = 31,49 \text{ in}$$

$$\lambda x = \frac{k \cdot L}{r_x} \quad (72)$$

$k = 0,65$  ver tabla de la longitud efectiva de columnas

$S_y = F_y =$  Limite de fluencia del acero A 36 = 36300 PSI

$E_s =$  Modulo de elasticidad del acero A 36 = 29000KSI

$L =$  Longitud del tubo cuadrado empleado para realizar las patas de la mesa

$$\lambda x = \frac{(0,65) \cdot (31,49 \text{ in})}{1,166 \text{ in}}$$

$$\lambda x = 17,55$$

$$C_c = \sqrt{\frac{2 \cdot \pi^2 \cdot E_s}{S_y}} \quad (73)$$

$$C_c = \sqrt{\frac{2 \cdot \pi^2 \cdot (29000000 \text{ PSI})}{36300 \text{ PSI}}}$$

$$C_c = 125,577$$

$$F_a = \frac{1 - \left( \frac{\left( \frac{Kl}{r} \right)^2}{2 \cdot (C_c)^2} \right) \cdot F_y}{\frac{5}{3} + \frac{3 \cdot \left( \frac{Kl}{r} \right)}{8 \cdot (C_c)} - \frac{\left( \frac{Kl}{r} \right)^3}{8 \cdot (C_c)^3}} \quad (74)$$

$$F_a = \frac{1 - \left( \frac{(17,55)^2}{2 \cdot (125,57)^2} \right) \cdot 36300 \text{ PSI}}{\frac{5}{3} + \frac{3 \cdot (17,55)}{8 \cdot (125,57)} - \frac{(17,55)^3}{8 \cdot (125,57)^3}}$$

$$F_a = \frac{35945,46 \text{ PSI}}{1,667 + 0,05241 - 0,0003412}$$

$$F_a = 20910,68 \text{ PSI}$$

$$fa = \frac{P}{A_t} = FA \quad (75)$$

**FA** = Esfuerzo admisible a compresión = Esbeltez = 20910,68 PSI

**fa** = Esfuerzo real a compresión.

**P** = Fuerza.

**A<sub>t</sub>** = Área de aplicación de la fuerza.

$$P = FA \cdot A_t \quad (76)$$

$$P = (20910,68 \text{ PSI}) \cdot (1,33 \text{ in}^2)$$

$$P = 27811,20 \text{ lb} \approx 12,641 \times 10^3 \text{ Kg}$$

$$27811,20 \text{ lb} \times \frac{1 \text{ Kg}}{2,2 \text{ lb}} = 12641,45 \text{ Kg}$$

La mesa con los equipos y baterías soporta una masa total de 900 Kg.

$$12,641 \times 10^3 \text{ Kg} > 900 \text{ Kg}$$

El perfil seleccionado si satisface el requerimiento de trabajo.

Para determinar el factor de seguridad de la mesa se aplica la ecuación 77:

$$F_s = \frac{\sigma_{maximo}}{\sigma_{admisible}} \quad (77)$$

$\sigma_{maximo}$  = Esfuerzo maximo que soporta el material antes de pandearse

$\sigma_{admisible}$  = Esfuerzo real que existe en el momento

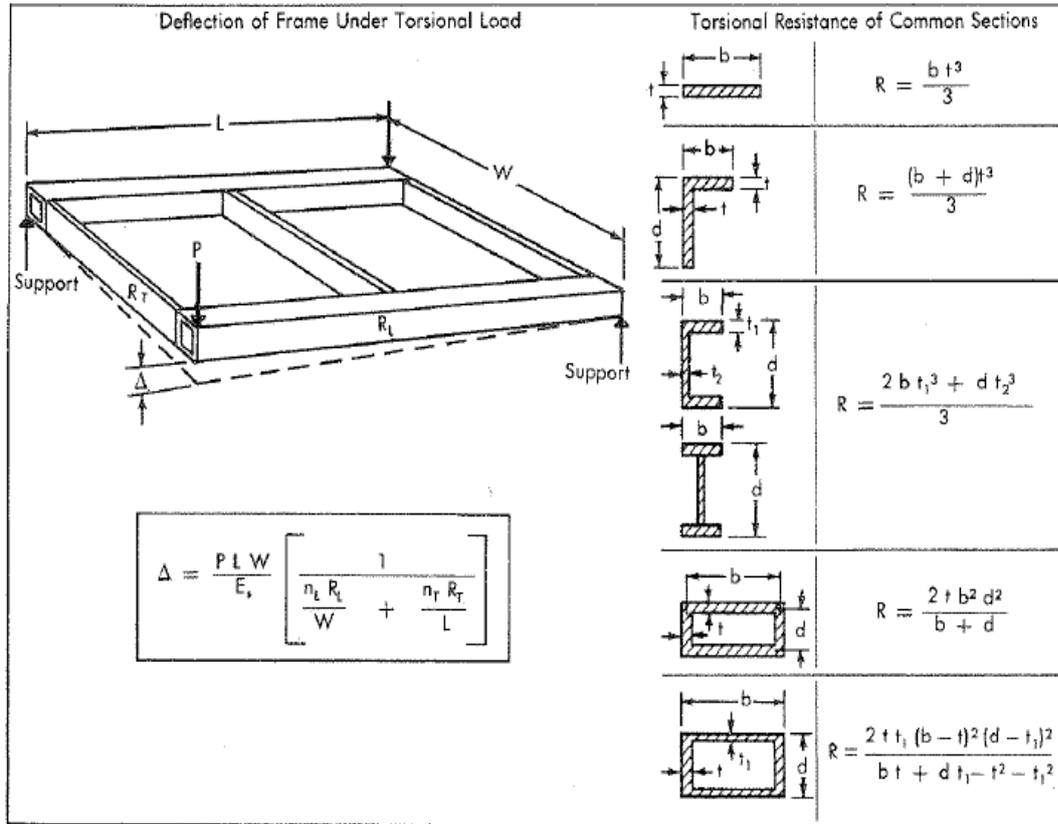
$$F_s = \frac{12641,45 \text{ Kg}}{1000 \text{ Kg}}$$

$$F_s = 12,64$$

### 3.6.2.9.2 Resistencia a la Torsión del Bastidor

Figura 60

Marco Superior de la Mesa



Fuente: (Diseño de Estructuras Soldadas)

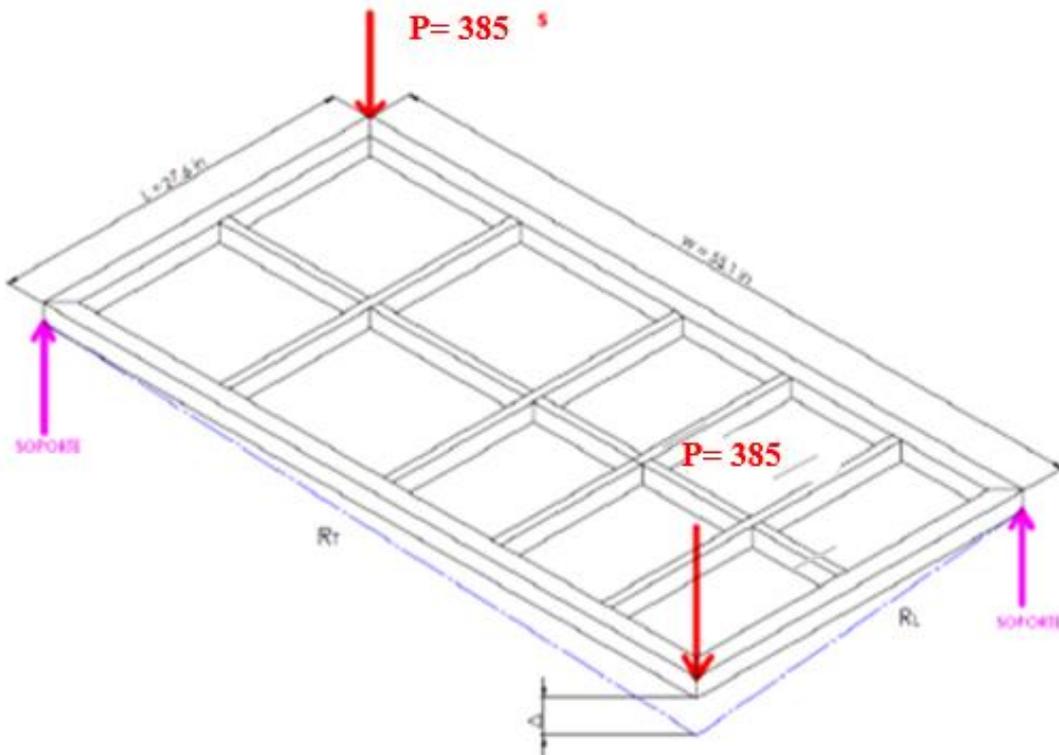
Para la realización del marco de la mesa se eligió el tubo cuadrado de 75 X 75 mm x 3 mm de espesor.

$$1,185 \text{ m} \times \frac{39,37 \text{ in}}{1 \text{ m}} = 46,65 \text{ in}$$

$$0,6 \text{ m} \times \frac{39,37 \text{ in}}{1 \text{ m}} = 23,62 \text{ in}$$

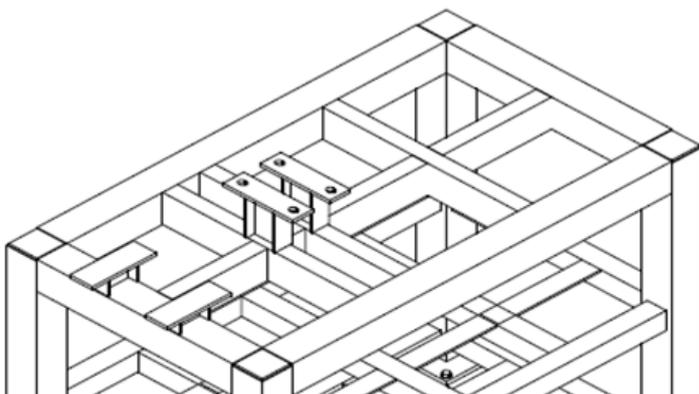
$$3 \text{ mm} \times \frac{1 \text{ in}}{25,4 \text{ mm}} = 0,118 \text{ in}$$

$$237 \text{ Kg} \times \frac{2,2 \text{ lb}}{1 \text{ Kg}} = 521,4 \text{ lb}$$

**Figura 61***Deflexión del Marco de la Mesa*

Fuente: (Diseño de Estructuras Soldadas)

**3.6.2.9.3 Diseño de la Parte Superior de la Mesa.** Para determinar la flexión que tendría la mesa con toda la masa que este nivel soportaría se aplica la ecuación 78 y su resistencia a la torsión con la ecuación 79.

**Figura 62***Marco Superior de la Mesa*

$$\Delta = \left( \frac{P \cdot L \cdot W}{E_s} \right) \cdot \left( \frac{1}{\frac{nL \cdot R_L}{W} + \frac{n_t \cdot R_T}{L}} \right) \quad (78)$$

**L** = longitud del marco de la mesa en pulgadas; 41,33 in.

**W** = ancho del marco de la mesa en pulgadas; 23,62 in.

**RL** = resistencia a la torsión del tubo seleccionado longitudinalmente dado en pulgadas<sup>4</sup>; 3,02 in<sup>4</sup> por ser tubo cuadrado

**RT** = resistencia a la torsión del tubo seleccionado transversalmente dado en pulgadas<sup>4</sup>; 3,02 in<sup>4</sup> por ser tubo cuadrado.

**nL** = número de tubos longitudinales; 3.

**nT** = número de tubos transversales; 5.

**P** = fuerza aplicada en la esquina, dado en libras; 385 lb.

**E<sub>s</sub>** = módulo de elasticidad en cortante; 29000000 *PSI*.

**Δ** = deflexión vertical, dado en pulgadas.

**t** = Espesor del tubo cuadrado

**B** = Ancho del tubo cuadrado

$$R_t = t \cdot B^3 \quad (79)$$

$$R_t = (0,118 \text{ in}) \cdot (2,95 \text{ in})^3$$

$$R_t = 3,029 \text{ in}^4$$

$$R_t = R_l$$

$$\Delta = \left( \frac{(385 \text{ lb}) \cdot (41,33 \text{ in}) \cdot (23,62 \text{ in})}{29000000 \text{ lb/in}^2} \right) \cdot \left( \frac{1}{\frac{(3) \cdot (3,02 \text{ in}^4)}{23,62 \text{ in}} + \frac{(5) \cdot (3,02 \text{ in}^4)}{41,33 \text{ in}}} \right)$$

$$\Delta = 0,0173 \text{ in} \approx 0,43 \text{ mm}$$

Con esta perfilería observamos que se tendría un pandeo de 0,43 mm, por lo que es apto construir el marco de la mesa con este tubo.

### 3.6.2.9.4 Diseño de la Parte Media e Inferior de la Mesa, Alojamiento de las Baterías.

Para esta sección se empleará tubo cuadrado de 75 x 75 x 3 mm de espesor.

$$L = 41,33 \text{ in}$$

$$W = 23,62 \text{ in}$$

$$R_L = 3,02 \text{ in}^4 \text{ por ser tubo cuadrado}$$

$$R_T = 3,02 \text{ in}^4 \text{ por ser tubo cuadrado}$$

$$n_L = 4$$

$$n_T = 5$$

$$P = 206 \text{ lb}$$

$$E_s = 29000000 \text{ PSI}$$

$$\Delta = ?$$

$$\Delta = \left( \frac{P \cdot L \cdot W}{E_s} \right) \cdot \left( \frac{1}{\frac{n_L \cdot R_L}{W} + \frac{n_T \cdot R_T}{L}} \right)$$

$$\Delta = \left( \frac{(206 \text{ lb}) \cdot (46,65 \text{ in}) \cdot (23,62 \text{ in})}{29000000 \text{ lb/in}^2} \right) \cdot \left( \frac{1}{\frac{(4) \cdot (3,02 \text{ in}^4)}{23,62 \text{ in}} + \frac{(5) \cdot (3,02 \text{ in}^4)}{41,33 \text{ in}}} \right)$$

$$\Delta = 0,007909 \text{ in} \approx 0,2 \text{ mm}$$

$$0,009372 \text{ in} \times \frac{25,4 \text{ mm}}{1 \text{ in}} = 0,23 \text{ mm}$$

Con esta perfilería observamos que se tendría un pandeo de 0,23 mm, por lo que es apto construir el marco del segundo y tercer nivel de la mesa con este tubo.

### 3.7 Diagrama de Instalación Eléctrica de los Inversores y Generador Eléctrico

Para la realización del proyecto electrolinera, al momento del encendido del sistema se empleará la ayuda de los inversores de corriente con su respectivo banco de baterías y panel solar que devolverán la carga utilizada en el momento del arranque y funcionamiento, el operador de la electrolinera móvil, pulsará el botón de encendido del sistema, entrando a

funcionar los inversores que toman la energía eléctrica almacenada en el banco de baterías transformándola de corriente continua a corriente alterna utilizable para que el motor eléctrico pueda encender, ya que los paneles solares conectados al inversor estarán externamente captando la luz solar que recargara el banco de baterías, la unión empleada entre motor, generador con el volante de inercia serán los lovejoy que tienen una junta de goma entre las dos piezas de metal tal como se observa en la figuras 63 y 64, al momento de su instalación se debe de realizar un alineamiento con la herramienta electrónica a fin de reducir las vibraciones que se producen por el normal funcionamiento del sistema.

**Figura 63**

*Plano de Ensamblaje Mecánico Vista Superior*

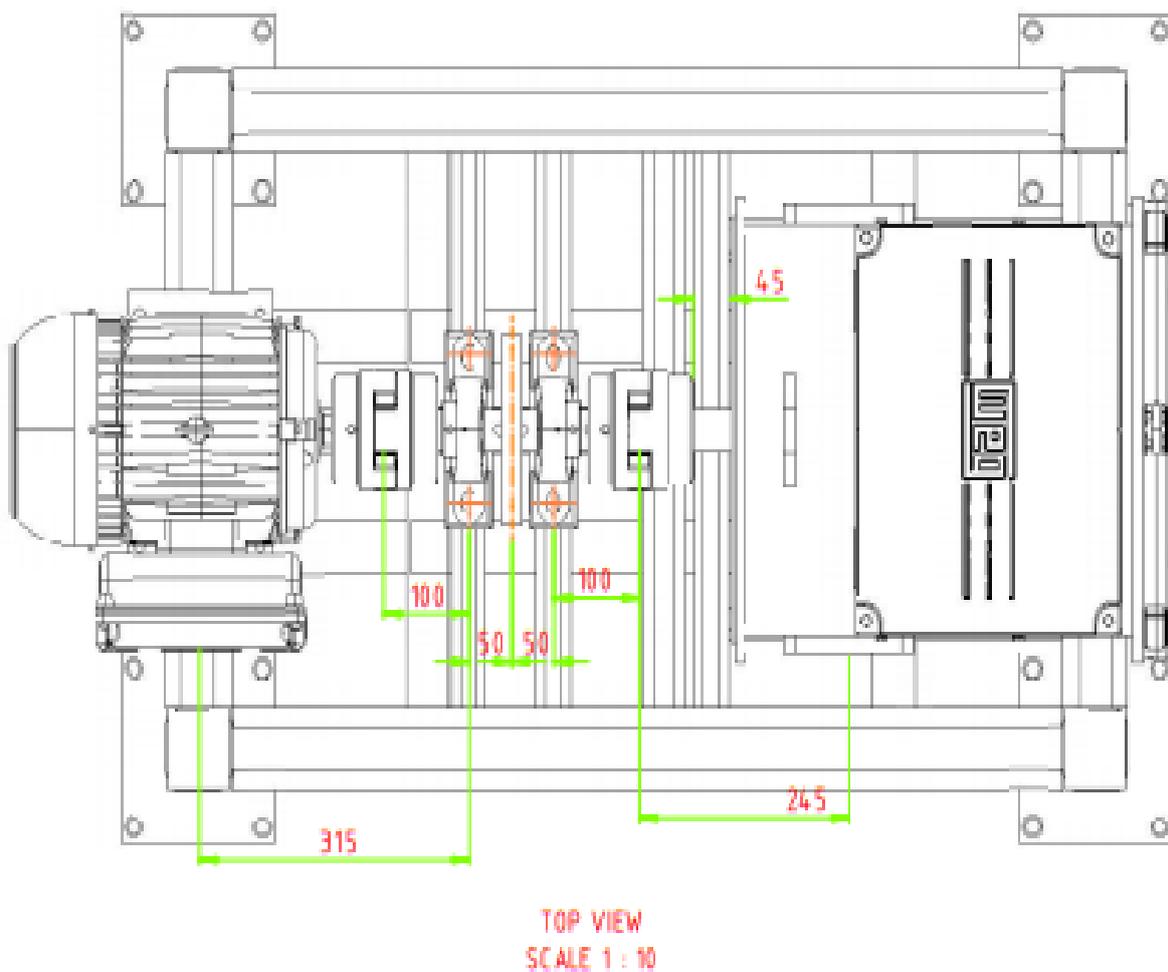
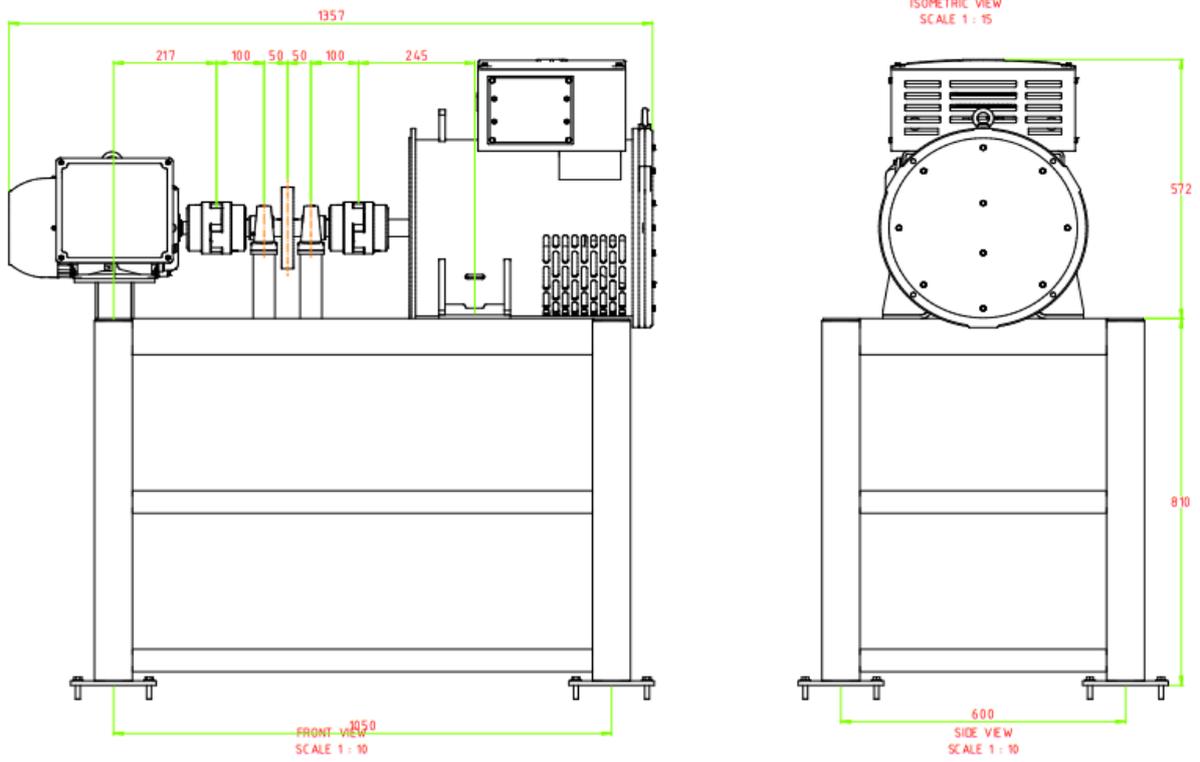


Figura 64

*Plano de Ensamblaje Mecánico Vista Lateral y Posterior*

## Capítulo IV

### Análisis de Costos del Proyecto

#### 4. Selección de Materiales y Análisis de Costos

Costo se entiende como el desembolso monetario que tiene a lugar la, elaboración, de un bien o la prestación de un servicio, entendiéndose como el pago de sueldos del personal al final del mes, compra de materias primas, costos de fabricación de un producto, etc.

##### 4.1 Introducción

El costo básicamente está dividido en dos partes que son:

- Costos directos
  - Costos de la materia prima
  - Costos de materiales normalizados
  - Mano de obra directa (maquinado, ensamblaje)
- Costos indirectos
  - Materiales indirectos
  - Herramientas y equipos
  - Otros costos indirectos

##### 4.2 Análisis de Costos Directos

Costo directo se entiende a todo gasto que tiene una implicación directa en la fabricación de un producto, en la adquisición de materia prima a ser transformado en producto terminado, la mano de obra directa que interviene en la elaboración de un bien, entre otros.

###### 4.2.1. Costo de la Materia Prima Directa

Son todos los materiales que se emplean en la construcción del proyecto como tal, seleccionados de los diferentes catálogos de productos que las diferentes casas comerciales ponen a disposición los clientes los cuales se detalla en la tabla 10 a continuación:

**Tabla 10***Materiales Directos*

<b>Cant.</b>	<b>Descripción</b>	<b>Valor unitario</b>	<b>Valor total</b>
1 mt	Eje 1" de acero AISI – SAE 1018	\$ 36,00	\$ 36,00
1 mt	Eje 1 ½" de acero AISI 4340, SAE 1045	\$ 40,00	\$ 40,00
1/8	Plancha A-36 de 25 mm de espesor	\$ 140,00	\$ 140,00
4	Acople lovejoy para eje de 50 mm L - 190	\$ 114,00	\$ 456,00
2	Caucho lovejoy L - 190	\$ 72,00	\$ 114,00
2	Chumaceras UCP 209 – J7 _ FAG	\$ 42,73	\$ 85,46
5	Tubos cuadrados de 6 m de 3" x 3" x 3 mm galvanizada	\$ 76,00	\$ 380,00
1	Maya electro soldada	\$ 34,25	\$ 34,25
1	Platina de 2 m de 100 x 6 mm	\$ 42,00	\$ 84,00
1	Pulsador de emergencia.	\$ 5,00	\$ 5,00
2	Luz piloto, rojo, verde	\$ 2,18	\$ 4,36
1	Pulsador de marcha.	\$ 3,44	\$ 3,44
1	Pulsador de paro.	\$ 3,44	\$ 3,44
1	Mini disyuntor 2 polos 6 amperios	\$ 10,98	\$ 10,98
1	Mini disyuntor 2 polos 50 amperios	\$ 11,31	\$ 11,31
1	Contactador de 50 A.	\$ 151,48	\$ 151,48
2	Barras de 50 A de 50 cm.	\$ 11,72	\$ 23,44
1	Caja plástica de 40 cm X 30 cm.	\$ 31,65	\$ 31,65
2	Riel DIN.	\$ 3,88	\$ 7,76
12	Terminales tipo punta para cable # 14 AWG.	\$ 0,06	\$ 0,72
12	Terminales tipo ojo para cable 1/0.	\$ 0,52	\$ 6,24
10 mts	Cable # 14 flexible.	\$ 0,44	\$ 4,40
15 mts	Cable # 1/0 flexible.	\$ 10,06	\$ 150,90
15 mts	Cable # 8 flexible.	\$ 1,71	\$ 25,65
10	Terminales tipo ojo para cable 8.	\$ 0,46	\$ 4,60
15 mts	Cable concéntrico # 12 3 x 1.	\$ 2,34	\$ 35,10
30	Borneras para cable # 14.	\$ 0,63	\$ 18,90
5 mts	Cable concéntrico # 8 3 x 1.	\$ 5,68	\$ 28,40
1	Supervisor de voltaje.	\$ 60,00	\$ 60,00
1	Voltímetro digital.	\$ 6,48	\$ 6,48
1	Amperímetro digital.	\$ 13,00	\$ 13,00
1	Centro de carga para generador de 32,6 Kw	\$ 49,21	\$ 49,21
1	Motor eléctrico de 4 HP 4 polos cerrado.	\$ 472,12	\$ 472,12
1	Generador eléctrico trifásico GTA 201 A2H5 de 23,5 Kw	\$15000,00	\$ 15000,00
3	Inversores de corriente.	\$ 5600,00	\$ 16800,00
12	Baterías AGM ciclo profundo.	\$ 360,00	\$ 4320,00
12	Paneles solares.	\$ 160,00	\$ 1920,00
1	HUB OUTBACK.	\$ 200,00	\$ 200,00
1	Pantalla de programación.	\$ 650,00	\$ 650,00
1	Controlador de carga	\$ 250,00	\$ 250,00
4	Estructura de soporte de los paneles solares.	\$ 60,00	\$ 240,00
1	Cargador automotriz EVA020KS/01, 20 Kw	\$ 1000,00	\$ 1000,00
	<b>Total</b>		<b>\$ 42.878,29</b>

#### 4.2.2. Costo de Materiales Normalizados

Son todos aquellos elementos que se emplean directamente en el proyecto como complemento para el ensamblaje mecánico los cuales no sufren alteración alguna y se detallan en la tabla 11 a continuación:

**Tabla 11**

##### *Materiales Normalizados*

<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Valor unitario</b>	<b>Valor total</b>
60	Pernos M 8 x 1,25 x 25 mm	\$ 0,75	\$ 45,00
60	Tuercas remachables M 8 x 1,25	\$ 0,53	\$ 31,80
4	Pernos M 12 x 1,75 x 45 mm	\$ 1,00	\$ 4,00
4	Tuercas M 12 x 1,75	\$ 0,15	\$ 0,60
4	Pernos M 14 x 2 x 125 mm	\$ 2,00	\$ 8,00
4	Tuercas M 14 x 2	\$ 0,16	\$ 0,64
4	Pernos M 16 x 2 x 60 mm	\$ 2,00	\$ 8,00
4	Tuercas M 16 x 2	\$ 0,18	\$ 0,72
60	Anillos planos para agujero M 8	\$ 0,10	\$ 6,00
60	Anillos de presión para agujero M 8	\$ 0,10	\$ 6,00
8	Anillos planos para agujero M 12	\$ 0,10	\$ 0,80
4	Anillos de presión para agujero M 12	\$ 0,10	\$ 0,40
8	Anillos planos para agujero M 14	\$ 0,25	\$ 2,00
4	Anillos de presión para agujero M 14	\$ 0,25	\$ 1,00
8	Anillos planos para agujero M 16	\$ 0,40	\$ 3,20
4	Anillos de presión para agujero M 16	\$ 0,40	\$ 1,60
		<b>Total</b>	<b>\$ 119,76</b>

#### 4.2.3. Costo de Mano de Obra Directa (Maquinado y Ensamble)

Se entiende como mano de obra a todo esfuerzo físico y mental que pone a disposición los seres humanos en la fabricación de un producto o la prestación de un servicio, determinándolo por horas de trabajo o costo final por la ejecución de una acción en específico,

también por el costo hora o valor final en la aplicación de máquinas industriales para la realización de operaciones específicas, las cuales se detalla en la tabla 12 a continuación:

**Tabla 12***Maquinado de Componentes*

<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Valor unitario</b>	<b>Valor total</b>
1	Bocín para lovejoy	\$ 30,00	\$ 30,00
3	Maquinado para lovejoy	\$ 25,00	\$ 75,00
1	Corte de plancha A 36	\$ 10,00	\$ 10,00
1	Maquinado para el volante de inercia	\$ 90,00	\$ 90,00
3	Chavetero para eje 1 1/2" acero AISI 4340	\$ 15,00	\$ 45,00
3	Chavetas con eje 1" de acero AISI – SAE 1018	\$ 15,00	\$ 45,00
1	Acoplamiento de eje con volante de inercia	\$ 10,00	\$ 10,00
		<b>Total</b>	\$ 305,00

**Tabla 13***Costo de Ensamblaje*

<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Tiempo (horas)</b>	<b>Valor hora</b>	<b>Costo total</b>
1	Soldador	16	\$ 10,00	\$ 160,00
1	Ayudante	16	\$ 5,00	\$ 80,00
1	Electricista	8	\$ 10,00	\$ 80,00
1	Instalación de los inversores			\$1400,00
1	Asesor de proyecto	40	\$ 20,00	\$ 800,00
			<b>Total</b>	\$ 2520,00

**4.2.4. Costo Directo Total**

Es el valor total final de los rubros anteriormente nombrados para determinar el costo real calculado anteriormente, los cuales se detalla en la tabla 14 a continuación:

**Tabla 14***Costo Directo Total*

<b>Elementos de costo</b>	<b>Costo total</b>
Materiales Directos	\$ 42.878,29
Materiales Normalizados	\$ 119,76
Maquinado	\$ 305,00
Ensamblaje	\$ 2520,00
<b>Costo directo total</b>	<b>\$ 45.823,05</b>

**4.3. Análisis de Costos Indirectos**

Este rubro es aquel costo que tiene repercusión en un proceso productivo en general de uno o varios productos que una empresa realiza, y de acuerdo a criterios de asignación se le suma el valor incurrido en la elaboración de los mismos, como el gasto de energía eléctrica, agua, almacenamiento, climatización, etc.

**4.3.1. Costo de Materiales Indirectos**

Es todo aquel que interviene de una manera u otra en forma proporcional en la elaboración de un bien y no son fáciles de identificar a simple vista en el producto terminado, pero hay que tomarlos en cuenta ya que son valores que la empresa incurre para el normal desenvolvimiento de su actividad comercial como tal, para este proyecto anotaremos los siguientes tal como se observa en la tabla 15:

**Tabla 15***Materiales Indirectos*

<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Valor unitario</b>	<b>Valor total</b>
1	Funda de 5 Kg de soldadura Aga 6011	\$ 25,5	\$ 25,5
4	Discos de corte para amoladora de 4 ½”	\$ 1,50	\$ 6,00
2	Discos de desbaste para amoladora de 4 ½”	\$ 1,75	\$ 3,50
1	Cepillo de alambre	\$ 3,00	\$ 3,00
1	Litro de fondo para anticorrosivo	\$ 5,50	\$ 5,50
1	Litro de pintura anticorrosiva gris	\$ 5,50	\$ 5,50
1	Litro de diluyente laca	\$ 1,50	\$ 1,50
1	Cinta de papel	\$ 1,50	\$ 1,50
1	Brocha de 1 ½”	\$ 2,00	\$ 2,00
2	Pliego de lija para metal	\$ 1,00	\$ 2,00
1	Disco de corte para tronsadora de 14”	\$ 8,00	\$ 8,00
1	Grasa ambar G3	\$ 32,00	\$ 32,00
2	Cintas aislantes.	\$ 1,50	\$ 3,00
1	Material de conexión para los inversores	\$ 425,00	\$ 425,00
	<b>Total</b>		\$ 524,00

**4.3.2. Costo de Herramientas y Equipos**

Son todos los mecanismos materiales que ayudan en una línea de producción en la fabricación de productos en general tal como se observa en la tabla 16 y que para este proyecto anotamos los siguientes:

**Tabla 16***Herramientas y Equipos*

<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Valor unitario</b>	<b>Valor total</b>
1	Juego de llaves allen	\$ 5,25	\$ 5,25
1	Llave mixta 13 mm	\$ 3,25	\$ 3,25
2	Llave mixta 19 mm	\$ 9,00	\$ 18,00
2	Llave mixta 22 mm	\$ 11,00	\$ 22,00
2	Llave mixta 24 mm	\$ 12,50	\$ 25,00
1	Extensión eléctrica de 15 m	\$ 25,00	\$ 25,00
1	Grasero de palanca	\$ 28,00	\$ 28,00
	<b>Total</b>		\$ 126,50

### 4.3.3. Otros Costos Indirectos

Son todos los costos que una empresa incurre en el normal desenvolvimiento de sus actividades comerciales y que no se involucran directamente con el producto elaborado como tal, para este proyecto anotamos los siguientes, tal como se observa en la tabla 17:

**Tabla 17**

#### *Otros Costos Indirectos*

<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Valor unitario</b>	<b>Valor total</b>
1	Gafa de protección ocular	\$ 5,00	\$ 5,00
1	Transporte	\$ 300,00	\$ 300,00
1	Elaboración del proyecto	\$ 1500,00	\$ 1500,00
		<b>Total</b>	<b>\$ 1805,00</b>

### 4.3.4. Costo Total Indirecto

Es el valor total de los rubros anteriormente nombrados el cual nos dimensiona el costo indirecto incurrido en la elaboración del proyecto, tal como se observa en la tabla 18.

**Tabla 18**

#### *Costo Indirecto Total*

<b>Elementos de costo</b>	<b>Costo total</b>
Materiales indirectos	\$ 524,00
Herramientas y equipos	\$ 126,50
Otros costos indirectos	\$ 1805,00
<b>Costo indirecto total</b>	<b>\$ 1931,50</b>

### 4.4. Costo Total del Proyecto

Es el costo total del proyecto como tal tomando en cuenta los gastos directos y los gastos indirectos para la construcción del proyecto, tal como se observa en la tabla 19.

**Tabla 19***Costo Total del Proyecto*

<b>Elementos de costo</b>	<b>Costo total</b>
Costo directo total	\$ 45.823,05
Costo indirecto total	\$ 1.931,50
<b>Costo total</b>	<b>\$ 47.754,55</b>

**4.5. Análisis de Viabilidad del Proyecto Electrolinera****4.5.1. Valor Actual Neto (VAN)**

Es un indicador que nos permite determinar si un proyecto es viable o no a corto o largo plazo descontando la inversión inicial, siendo el método más conocido en la evaluación de proyectos si la inversión cumple o no con los objetivos, también nos permite determinar si vendiendo el proyecto a un valor establecido está por encima o por debajo de lo que se ganaría en caso de no venderlo, tal como se observa en la tabla 20.

**4.5.1.1. Formula del Valor Actual Neto (VAN).** La ecuación 80 indica el cálculo del Valor Actual Neto vista a continuación:

$$VAN = -I_o + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+i)^t} \quad (80)$$

Donde:

$F_t$  = representa los flujos de caja en cada periodo t.

$I_o$  = es el valor del desembolso inicial de la inversión.

t = es el número de períodos considerado.

i = es la tasa de descuento.

**Tabla 20***Criterios de Interpretación del VAN*

<b>Valor</b>	<b>Significado</b>	<b>Decisión a tomar</b>
VAN > 0	La inversión produciría ganancias por encima de la rentabilidad exigida.	El proyecto puede aceptarse.
VAN < 0	La inversión produciría pérdidas por debajo de la rentabilidad exigida.	El proyecto debería rechazarse.
VAN = 0	La inversión no produciría ni ganancias ni pérdidas.	Dado que el proyecto no agrega valor monetario por encima de la rentabilidad exigida, la decisión debería basarse en otros criterios, como la obtención de un mejor posicionamiento en el mercado u otros factores.

Fuente: (Capital libre, 2015)

**4.5.1.2. Cálculo del Valor Actual Neto (VAN).** Se determina este valor tomando en cuenta cuanto es lo que se produce en energía eléctrica por año tomando en consideración cuanto se gasta para producir esa energía.

**Flujo beneficio año 1 – 2 – 3 – 4 - 5**

$$30 \text{ dias} \times 8 \text{ h laborables} = 240 \text{ h produccion}$$

$$240 \text{ h produccion} \times 32,6 \text{ Kw} = 7824 \text{ Kw producidos}$$

$$7824 \text{ Kw producidos} \times \$ 0,09 \text{ por Kw} = \$ 704,16 \text{ de ahorro en el mes}$$

$$\$ 704,16 \text{ de ahorro en el mes} \times 12 \text{ meses} = \$ 8.449,92 \text{ ahorrados en el año}$$

**Flujo costo año 1 – 2 – 3 – 4 - 5**

$$\text{Mantenimiento en el mes} \$ 75 \times 12 \text{ meses} = \$ 900 \text{ anuales}$$

**Tabla 21***Flujo de Caja*

<b>Años</b>	<b>Flujo beneficio (+)</b>	<b>Flujo costo (-)</b>	<b>Flujo neto</b>
0	0	7000	-7000
1	8449,92	900	8236,8
2	8449,92	900	8236,8
3	8449,92	900	8236,8
4	8449,92	900	8236,8
5	8449,92	900	8236,8

**Tasa = 15%**

$$VAN = -I_o + \frac{F_t}{(1+i)^1} + \frac{F_t}{(1+i)^2} + \frac{F_t}{(1+i)^3} + \frac{F_t}{(1+i)^4} + \frac{F_t}{(1+i)^5}$$

$$VAN = -7000 + \frac{8449,92}{(1+0,15)^1} + \frac{8449,92}{(1+0,15)^2} + \frac{8449,92}{(1+0,15)^3} + \frac{8449,92}{(1+0,15)^4} + \frac{8449,92}{(1+0,15)^5}$$

$$VAN = \$ 21325,44$$

**Tasa = 115%**

$$VAN = -I_o + \frac{F_t}{(1+i)^1} + \frac{F_t}{(1+i)^2} + \frac{F_t}{(1+i)^3} + \frac{F_t}{(1+i)^4} + \frac{F_t}{(1+i)^5}$$

$$VAN = -7000 + \frac{8449,92}{(1+1,15)^1} + \frac{8449,92}{(1+1,15)^2} + \frac{8449,92}{(1+1,15)^3} + \frac{8449,92}{(1+1,15)^4} + \frac{8449,92}{(1+1,15)^5}$$

$$VAN = \$ 187,81$$

**Tasa = 120%**

$$VAN = -I_o + \frac{F_t}{(1+i)^1} + \frac{F_t}{(1+i)^2} + \frac{F_t}{(1+i)^3} + \frac{F_t}{(1+i)^4} + \frac{F_t}{(1+i)^5}$$

$$VAN = -7000 + \frac{8449,92}{(1+1,2)^1} + \frac{8449,92}{(1+1,2)^2} + \frac{8449,92}{(1+1,2)^3} + \frac{8449,92}{(1+1,2)^4} + \frac{8449,92}{(1+1,2)^5}$$

$$VAN = \$ -45,01$$

De lo anteriormente estipulado se indica que con una tasa de interés del 15% a 5 años se obtiene un VAN de \$ 21325,44; al 115%, es decir el 100% de la inversión sumado el 15% anual se obtiene un saldo a favor de \$ 187,81; al 120% se tiene un saldo negativo en \$ -45,01.

#### 4.5.2. Tasa Interna de Retorno (TIR)

Es una herramienta empleada en la evaluación de un proyecto que nos da una medida relativa indicando la tasa de interés o rentabilidad que ofrece la realización de una inversión, es el porcentaje de beneficio, descuento o pérdida que hace que el VAN sea igual a cero, indicándonos la viabilidad de un proyecto considerando otras opciones de inversión de menor riesgo para ver otras alternativas de inversión, tal como se observa en la tabla 22.

**4.5.2.1. Formula de la Tasa Interna de Retorno (TIR).** La ecuación 81 indica el cálculo de la Tasa Interna de Retorno vista a continuación:

$$TIR = -I_o + \sum_{T=0}^n \frac{F_t}{(1+i)^t} = 0 \quad (81)$$

$F_t$  = es el flujo de caja en el periodo t.

$I_o$  = es el valor del desembolso inicial de la inversión

$t$  = es el número de períodos.

$i$  = es la tasa de descuento.

**Tabla 22**

*Criterios de Interpretación del VAN*

Valor	Significado	Decisión a tomar
$TIR > i$	El proyecto de inversión será aceptado.	La tasa de rendimiento interno es superior a la tasa mínima de rentabilidad exigida a la inversión.
$TIR = i$	El proyecto no produciría ni ganancias ni pérdidas.	La inversión podrá llevarse a cabo si mejora la posición competitiva de la empresa y no hay alternativas más favorables.
$TIR < i$	El proyecto debe rechazarse.	No se alcanza la rentabilidad mínima que le pedimos a la inversión.

Fuente: (Economipedia, 2020)

**4.5.2.2. Cálculo de la Tasa Interna de Retorno (TIR).**

$$\frac{115 - 120}{187,81 - (-95,03)} = \frac{115 - TIR}{187,81 - 0}$$

$$\frac{-5(187,81)}{282,84} = 115 - TIR$$

$$TIR = \frac{939,05}{282,84} + 115$$

$$TIR = 118,32 \%$$

De lo anteriormente calculado se puede decir que se tiene un TIR bastante aceptable de más del 118 % lo que hace viable la realización del proyecto.

## Conclusiones

Para la realización del diseño de este proyecto se ha tomado en consideración un generador de corriente trifásico que es un equipo que permite producir distintos voltajes desde los 110 V hasta los 440 V en corriente alterna, configuración que se ajustara a las características del cargador eléctrico automotriz, que en este caso sería de 220 V trifásico, un motor eléctrico monofásico pudiendo ser configurado para trabajar a 110 V o 220 V, tres inversores de corriente que empleara 4 baterías de 12V de 150 Ah cada una, transformando la corriente continua a corriente alterna con una capacidad máxima de 43 A de salida nominal, incrementándose esa capacidad al conectarlos en paralelo para suplir la alta carga que requiere el motor eléctrico al momento del arranque.

El generador eléctrico trifásico para que produzca energía eléctrica constantemente requiere de un torque de 201 Nm, el motor eléctrico monofásico tiene un torque de 16 Nm y para aumentar el torque del mismo se requiere de un volante de inercia que por cálculo se lo estableció que debe tener un diámetro de 18 cm y 25 milímetros de espesor soportado por dos chumaceras en cada extremo.

Para el ensamblaje eléctrico y mecánico del proyecto, el conjunto motor – generador – volante de inercia, irán instalados en una mesa diseñada para este propósito, el cual se tiene destinado un alojamiento para las baterías, inversores de corriente y demás componentes del conjunto, el diagrama eléctrico establecido toma en consideración las conexiones de los paneles solares que los inversores de corriente aplican para transformar de C.C. a C.A.

La realización de este proyecto se lo tiene presupuestado en \$ 47.754,55 dólares, costo que tendría la ejecución de este interesante diseño, orientado a la recarga de vehículos eléctricos.

El diseño de este proyecto es viable, pero para su transporte se requerirá instalarlo en un remolque destinado para este fin el cual albergará al sistema y a los paneles solares.

## Recomendaciones

Para la configuración de proyectos de más capacidad a la planteada en este documento, al aplicar generadores eléctricos de mayor potencia se requerirán torques más altos, tomar en cuenta que los acoplamientos lovejoy tienen una capacidad de transmisión de energía definida y de sobrepasarse el límite máximo de los mismos provocarían una rápida disminución de la vida útil de este componente en el sistema.

Al requerir torques más altos para mantener girando el rotor del generador se necesitará que el volante de inercia sea de mayor diámetro y tenga mayor masa, lo que conlleva a la generación de vibraciones que se pueden reducir balanceando el volante de inercia y alineando el conjunto motor generador.

A mayor diámetro que tenga el eje de propulsión motor – generador, más grande serán las chumaceras que se aplicaran para el proyecto, tomar en cuenta que estos componentes necesitan de una constante lubricación para alargar su tiempo de vida útil, por lo que el grasero para su lubricación debe estar presente en el mismo.

Al emplear un motor eléctrico de mayor capacidad la cantidad de inversores de corriente que se requerirán serán más, por ende, el banco de baterías va a ser más grande, la mesa de montaje mecánico será más larga y con todo ese peso colosal, la mesa puede pandearse por la masa que está soportando la misma, tomar en cuenta eso.

## Bibliografía

- Academia.* (s.f.).  
[https://www.academia.edu/11048971/Dise%C3%B1o\\_de\\_pernos\\_y\\_juntas\\_Ejemplos](https://www.academia.edu/11048971/Dise%C3%B1o_de_pernos_y_juntas_Ejemplos)  
 –
- AENOR. (2019). *Asociación Española de Normalización y Certificación.*
- Ahorra energía.* (25 de Abril de 2016).  
<http://yoahorroenergia.blogspot.com/2016/04/vehiculo-electrico-vs-contaminacion.html>
- All spares.* (2020). <https://all-spares.com/es/technical-articles/what-does-18650-battery-mean.html>
- Almacenamiento de energía para sistemas de energía. (1994). En A. Ter-Gazarian. Redwood Books.
- Alternadores Sincronicos Linea G Plus Marca WEG.* (s.f.). <http://atiliomarola.com.ar/wp/wp-content/uploads/2015/04/Alternadores-Sincr%C3%B3nicos-linea-G-Plus.pdf>
- Area tecnologia.* (s.f.). <https://www.areatecnologia.com/electricidad/cables-conductores.html>
- Area tecnologia.* (s.f.).  
<https://www.areatecnologia.com/electricidad/contactor.html#:~:text=Excepto%20los%20peque%C3%B1os%20motores%2C%20que,la%20corriente%20en%20el%20circuito.>
- Area tecnologia.* (s.f.).  
<https://www.areatecnologia.com/EL%20MOTOR%20ELECTRICO.htm>
- Baterias madrid.* (s.f.). <https://bateriasmadrid.com/portfolios/baterias-vehiculos-hibridos-electricos/>
- Beam calculator.* (2020). <https://beamguru.com/online/beam-calculator/>

- Blog mecanicos.* (31 de 03 de 2016). <http://www.blogmecanicos.com/2016/03/bateria-agm-absorbent-glass-mat.html>
- Capital libre.* (01 de 06 de 2015). <https://capitalibre.com/2015/06/que-es-el-van#:~:text=C%C3%B3mo%20interpretar%20el%20VAN&text=Tambi%C3%A9n%20se%20puede%20considerar%20la,no%20crea%20ni%20destruye%20valor.>
- Catalogo de motores WEG.* (s.f.). [https://www.gedisa.com.ve/recientes\\_aun/catalogos/electricos/libreria\\_weg/libreria/Motores%20Baja%20Tension%204-1684.pdf](https://www.gedisa.com.ve/recientes_aun/catalogos/electricos/libreria_weg/libreria/Motores%20Baja%20Tension%204-1684.pdf)
- Citsa.* (s.f.). <http://www.citsa.com/dwn/PDFes/P3sp/lovejoy.pdf>
- Como funciona.* (2021). <https://como-funciona.co/un-dinamo/>
- Díaz, P. Á. (2017). “*Metodología para el diseño de envolventes de volantes de inercia*”.
- Dipac.* (2016). <http://www.dipacmanta.com/aisi-4340>
- Dipac.* (2016). <http://www.dipacmanta.com/aisi-1018-transmision>
- (2009). En R. L. Mott, *Resistencia de materiales* (pág. 794). Pearson.
- Eco Electricos.* (2020). <https://www.ecoelectricos.es/clase-de-conectores-para-coches-electricos/>
- Economipedia.* (2020). <https://economipedia.com/definiciones/tasa-interna-de-retorno-tir.html>
- Ecured.* (s.f.). [https://www.ecured.cu/Acumulador\\_\(electricidad\)](https://www.ecured.cu/Acumulador_(electricidad))
- Electroindustria.* (2019). <http://www.emb.cl/electroindustria/articulo.mvc?xid=1741>
- Electromovilidad.* (2020). <http://electromovilidad.net/tipos-de-recarga-del-vehiculo-electrico/>
- Enrique, C. A. (2016). *Análisis y diseño de una electrolinera para la recargade vehículos eléctricos livianos, haciendo uso de energía fotovoltaica.*
- EV Charger.* (07 de 2016). <http://setec-evcharger.blogspot.com/2016/07/ccs-ev-charger-connector.html>

*Flerida motores.* (18 de 11 de 2014). <http://fleridamotors.blogspot.com/2014/11/motores-electricos-un-motor-electrico.html>

*Frm.* (s.f.).

[http://www1.frm.utn.edu.ar/metlicas/Ciclo%202009/Guias%20de%20Estudio/CMM\\_Barras%20Comprimidas\\_FK\\_09.pdf](http://www1.frm.utn.edu.ar/metlicas/Ciclo%202009/Guias%20de%20Estudio/CMM_Barras%20Comprimidas_FK_09.pdf)

*Genera tu luz.* (2020). <https://www.generatuluz.com/tu-propia-instalacion-aislada/tipos-de-baterias-y-sus-caracteristicas/baterias-de-gel/>

*Genera tu luz.* (2020). <https://www.generatuluz.com/tu-propia-instalacion-aislada/tipos-de-inversores-de-corriente/>

*Genera tu luz.* (2020). <https://www.generatuluz.com/tu-propia-instalacion-aislada/tipos-de-inversores-de-corriente/que-es-un-inversor-de-corriente/>

Gómez, J. (2017). *Diseño eléctrico para una estación de carga de vehículos eléctricos, a partir de generación híbrida.* Trillas.

Gonzalez, F. (2019). *Propuesta de un vehículo autónomo para discapacitados en la Región de Piura.* Unipersidad de Piura.

*Grainger.* (2019). <https://www.grainger.com.mx/producto/OMRON-STI-Estaci%C3%B3n-de-Control-con-Bot%C3%B3n-Pulsador%2C1NC-Forma-de-Contacto%2CN%C3%BAmero-de-Operadores%3A-1%2CTipo-de-Operador%3A-Cabeza-Tipo-Hongo-40mm/p/2LCB9?analytics=searchResults>

*Hydraulics & Pneumatics.* (2020). <https://www.hydraulicspneumatics.com/hp-en-espanol/article/21886595/principios-ingenieriles-bsicos-motores-hidrulicos>

IEC. (23 de 06 de 2020). *IEC National Committees (NCs)*». [www.iec.ch](http://www.iec.ch). Consultado el 23 de junio de 2020. [www.iec.ch](http://www.iec.ch).

*Indelek* . (2020). <https://indelek.com/caja-moldeada/SELA36AT0150-interruptor-termomagnetico-3p-150a-480v-sela-2267.html>

*Informato Santo Domingo.* (11 de Julio de 2019).

<https://www.facebook.com/Informatosd/photos/a.475026162652103/1408036456017731>

*J y M Soldevilla.* (s.f.).

[https://www.jymsoldevilla.net/archivos/upload/170810202921\\_chavet.pdf](https://www.jymsoldevilla.net/archivos/upload/170810202921_chavet.pdf)

*jmactualidades.* (s.f.). <https://jmactualidades.com/chumacera/>

*Laminas y aceros.* (2020). <https://blog.laminasyaceros.com/blog/norma-aisi-para-aceros-inoxidables>

*Libro visual.* (2020). <https://www.librovisual.com/que-diferencia-hay-entre-corriente-alterna-y-corriente-continua/>

*Mecanica usach.* (s.f.). [https://mecanica-usach.mine.nu/media/uploads/L06\\_Pernos.pdf](https://mecanica-usach.mine.nu/media/uploads/L06_Pernos.pdf)

Mendoza, S. C. (2017). *Diseño de construcción y análisis de emplazamiento de electrolineras en Guayaquil y Samborondón.*

*Motor pasion.* (15 de 8 de 2012). <https://www.motorpasion.com/coches-hibridos-alternativos/tipos-de-conectores-tipos-de-recarga-y-modos-de-carga>

Noya, C. (21 de 11 de 2018). *Foro coches electricos.*  
<https://forococheselectricos.com/2018/11/no-recargar-un-coche-electrico-en-una-electrolinera-no-cuesta-el-triple-que-un-diesel.html>

Ozores, J. M. (2012). *Diseño de la instalación eléctrica de una electrolinera.*

*Partes del.* (s.f.). <https://www.partesdel.com/rodamiento.html>

*Rodavigo.* (2020). <https://rodavigo.net/es/p/motor-hidraulico-de-engranaje-grupo-3-bidireccionales-snm-355-co-01-danfoss/09100M13168>

Rodríguez, P. (2019). Ciudades sostenibles y electromovilidad. *Scielo*, 61.

Rosso Mateo, A. (2017). *Evaluación del impacto de los vehículos eléctricos en las redes de distribución*. Oviedo S.A. .

(s.f.). En O. W. Blodgett, *Diseño de Estructuras Soldadas*.

Salvador Cardona Foix, D. C. (2011). *Teoría de máquinas*. Ediciones UPC.

*Servicio electromecánica acerico* . (2020). <https://electromecanicaacerico.com/rebobinado-y-reparacion-de-generadores/>

*SKF*. (s.f.). <https://www.skf.com/co/products/mounted-bearings/ball-bearing-units/pillow-block-ball-bearing-units/productid-UCP%20208-24>

*Slide share*. (s.f.). <https://es.slideshare.net/nano0018/ficha-1045-10201>

*Slide share* . (28 de octubre de 2016). <https://www.slideshare.net/GesaultValencia/aisi-1018-67756472>

*Slideshare*. (13 de 05 de 2015). <https://es.slideshare.net/gregjaviersaavedra/aceros-astm-ok>

*Slideshare*. (13 de 05 de 2015). <https://es.slideshare.net/gregjaviersaavedra/aceros-astm-ok>

*Solarmat*. (24 de 06 de 2016). <https://www.solarmat.es/blog/inversores-solares-hibridos-en-paralelo-paso-a-paso/>

*Sumitec*. (s.f.). <http://www.sumiteccr.com/acero/estructural/AE01.pdf>

*Tecmovia*. (8 de 9 de 2013). <https://www.diariomotor.com/tecmovia/2013/09/08/tecnologia-m-kers-analizamos-al-mayor-rival-del-hibrido-a-baterias/>

Tomas, V. R. (2016). *Guía del vehículo eléctrico para Castilla y León. Aspectos básicos para el desarrollo e implantación del vehículo eléctrico*. Castilla.

*Universidad Carlos III de Madrid*. (2017). [https://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/27283/TFG\\_Ulises\\_Martin\\_Diaz.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/27283/TFG_Ulises_Martin_Diaz.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Vaca, G. (09 de 05 de 2019). Movilidad eléctrica en Colombia, una alternativa que toma cada vez más fuerza. *El Espectador.com.*, pág. 15.

Vargas, J. (17 de 07 de 2017). *Ashm acero y sistema hidraulico de mexico*. <http://www.ashm.mx/blog/variaciones-de-bombas-de-engranés/>

WEG . (2021).

<https://www.weg.net/catalog/weg/US/es/Generaci%C3%B3n%2CTransmisi%C3%B3n-y-Distribuci%C3%B3n/Generadores/Alternadores-para-Grupos-Electr%C3%B3genos/Industrial/L%C3%ADnea-G-Plus/GTA162AIVD-IP23-B3T/p/14417107>

WEG. (2021). [https://www.weg.net/catalog/weg/PT/es/Motores-El%C3%A9ctricos/Motores-para-Aplicaci%C3%B3n-Industrial/Monof%C3%A1sico/W22-Monof%C3%A1sico/W22-Monof%C3%A1sico/p/MKT\\_WMO\\_EU\\_1PHASE\\_W22](https://www.weg.net/catalog/weg/PT/es/Motores-El%C3%A9ctricos/Motores-para-Aplicaci%C3%B3n-Industrial/Monof%C3%A1sico/W22-Monof%C3%A1sico/W22-Monof%C3%A1sico/p/MKT_WMO_EU_1PHASE_W22)

Wikipedia. (16 de 11 de 2020).

[https://es.wikipedia.org/wiki/Interruptor\\_magnetot%C3%A9rmico](https://es.wikipedia.org/wiki/Interruptor_magnetot%C3%A9rmico)

Wikipedia. (6 de 03 de 2020). [https://es.wikipedia.org/wiki/Volante\\_de\\_inercia](https://es.wikipedia.org/wiki/Volante_de_inercia)

## **ANEXOS**

### Anexos

<b>Factores de forma del volante</b>	
<b>Forma de volante</b>	<b>K</b>
Disco de tensión constante	0,931
Disco plano sin perforar	0,606
Borde fino circular	0,500
Cepillo metálico circular	0,333
Disco perforado plano	0,305

Fuente: (Almacenamiento de energía para sistemas de energía, 1994)

### Coefficiente de Poisson de distintos materiales $\nu$ .

<b>Material</b>	<b>Densidad (g/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>Módulo de elasticidad (GPa)</b>	<b>Coefficiente de Poisson</b>
Material teórico	7,85	200	0,30
Acero estructural	7,85	210	0,30
Acero HSLA 950X	7,83	200	0,28
Fibra de carbono CFRP <sup>3</sup>	1,76	110 (6,5)	0,33 (0,30)

Fuente: (Díaz, 2017)

### Factor de seguridad de diseño

<b>Forma de carga</b>	<b>Factor de diseño</b>	<b>Esfuerzo cortante de diseño.</b>
Cargas estáticas	Use $N = 2$	$\tau_d = S_y/4$
Cargas repetidas	Use $N = 4$	$\tau_d = S_y/8$
Choque o impacto	Use $N = 6$	$\tau_d = S_y/12$

Fuente: (Resistencia de materiales, 2009)

## Ficha técnica Acero SAE 1018

### ACERO AISI-SAE 1018 (UNS G10180)

**1. Descripción:** este acero de bajo - medio carbono tiene buena soldabilidad y ligeramente mejor maquinabilidad que los aceros con grados menores de carbono. Se presenta en condición de calibrado (acabado en frío). Debido a su alta tenacidad y baja resistencia mecánica es adecuado para componentes de maquinaria.

**2. Normas involucradas:** ASTM A 108

**3. Propiedades mecánicas:** Dureza 126 HB (71 HRb)  
 Esfuerzo de fluencia 370 MPa (53700 PSI)  
 Esfuerzo máximo 440 MPa (63800 PSI)  
 Elongación máxima 15% (en 50 mm)  
 Reducción de área 40%  
 Modulo de elasticidad 205 GPa (29700 KSI)  
 Maquinabilidad 76% (AISI 1212 = 100%)

**4. Propiedades físicas:** Densidad 7.87 g/cm<sup>3</sup> (0.284 lb/in<sup>3</sup>)

**5. Propiedades químicas:** 0.15 – 0.20 % C  
 0.60 – 0.90 % Mn  
 0.04 % P máx  
 0.05 % S máx

**6. Usos:** se utiliza en operaciones de deformación plástica como remachado y extrusión. Se utiliza también en componentes de maquinaria debido a su facilidad para conformarlo y soldarlo. Piezas típicas son los pines, cuñas, remaches, rodillos, piñones, pasadores, tornillos y aplicaciones de lámina

**NOTA:**

Los valores expresados en las propiedades mecánicas y físicas corresponden a los valores promedio que se espera cumple el material. Tales valores son para orientar a aquella persona que debe diseñar o construir algún componente o estructura pero en ningún momento se deben considerar como valores estrictamente exactos para su uso en el diseño.

**ACERO MAQUINARIA -AISI 1018**

Fuente: (Slide share , 2016)

## Ficha técnica Acero SAE 1045

### SOLDADURA

Este acero se puede soldar fácilmente, se recomienda soldadura A.W.S clase E-6010, E-6011, E-6013 de la American Welding Society.

### ACERO SAE 1045

<b>DIN</b>	<b>CK - 45</b>
<b>UNI</b>	<b>C - 45</b>
<b>AFNOR</b>	<b>XC - 45</b>
<b>SAE</b>	<b>1045</b>

### CARACTERÍSTICAS DE EMPLEO

SAE 1045 es un acero grado ingeniería de aplicación universal que proporciona un nivel medio de resistencia mecánica y tenacidad a bajo costo con respecto a los aceros de baja aleación. Frecuentemente se utiliza para elementos endurecidos a la llama ó por inducción. Este acero puede ser usado en condiciones de suministro: laminado en caliente o con tratamiento térmico (templado en aceite y revenido; ó templado en agua y revenido).

SAE 1045 es un acero de baja templabilidad que puede ser endurecido totalmente en espesores delgados por temple en agua. En secciones más gruesas se puede obtener un endurecimiento parcial de la sección de la pieza y el incremento de la resistencia será proporcional a la capa o espesor endurecido, al ser deformado en frío se presenta un incremento en la dureza y la resistencia mecánica.

COMPOSICION QUIMICA	C %	Mn %	P máx. %	S máx. %	Si máx. %
Análisis típico en %	0.43 0.50	0.6 0.9	0.04	0.05	0.2 0.4

Estado de suministro: Recocido

Dureza de suministro: 160 - 200 Brinell

### PROPIEDADES FÍSICAS

Estos valores son obtenidos a partir de probetas bajo condiciones específicas de laboratorio y deben ser usados como referencia.

- Densidad → 7.85 gr/cm<sup>3</sup>.
- Módulo de elasticidad →  $2 \times 10^{11}$  Pa ( $24 \times 10^6$  PSI).
- Conductividad térmica → 52 W/(m·°C).
- Calor específico J/(Kg·K) → 460
- Coeficiente de Poisson → 0,3
- Resistividad eléctrica (microhm-cm):  
a 32°F = 16.2  
a 212°F = 22.3
- Coeficiente de dilatación térmica / °C  
(20 - 100°C)  $12.3 \times 10^{-6}$   
(20 - 200°C)  $12.7 \times 10^{-6}$   
(20 - 400°C)  $13.7 \times 10^{-6}$

PROPIEDADES TÍPICAS A TEMPERATURA AMBIENTE SIN ENDURECIMIENTO			
Diámetro de la barra: 12 a 38 mm			
Propiedad	Laminado en caliente	Normalizado	Recocido
Resistencia a la tracción MPa	655	655	620
Punto de fluencia MPa	413	413	379
% de elongación	23	23	26
% de reducción de área	44	45	53
Dureza brinell (3000 kg.)	190	190	180

Fuente: (Slide share, s.f.)

## Ficha técnica Acero A 36



**SUMITEC**  
SUMINISTROS TÉCNICOS S.A.

**ACERO ESTRUCTURAL**  
ACERO ASTM A36

- Descripción:** Acero al carbono estructural conocido como hierro negro, de calidad estructural para el uso en puentes y edificaciones remachadas, atornilladas o soldadas.
- Normas involucradas:** ASTM A 36/A 36M - 04
- Propiedades mecánicas:**
  - Esfuerzo a la fluencia mínimo: 250 MPa (36300 PSI)
  - Esfuerzo a la tensión: 400 – 550 MPa (58000 – 79800 PSI)
  - Elongación mínima en 50 mm (2"): 23%
  - Módulo de elasticidad 200 GPa (29000 KSI)
- Propiedades físicas:** Densidad 7.85 g/cm<sup>3</sup> (0.284 lb/in<sup>3</sup>)
- Propiedades químicas:**
  - 0.25 – 0.29 % C
  - 0.60 – 1.20 % Mn
  - 0.15 – 0.40 % Si
  - 0.04 % P máx
  - 0.05 % S máx
- Usos:** Para componentes estructurales en general.
- Tratamientos térmicos:** Usualmente a este material no se le da tratamiento térmico debido a que son parte estructural. Puede ser cementado para aumentar la dureza superficial mientras mantiene su núcleo tenaz.

Fuente: (Sumitec, s.f.)

## Valores de K para columnas

<p>La forma de pandeo se indica en línea de puntos</p>	(a) 	(b) 	(c) 	(d) 	(e) 	(f) 
Valores teóricos de K	0,5	0,7	1,0	1,0	2,0	2,0
Valores recomendados de proyecto para condiciones reales	0,65	0,80	1,2	1,0	2,10	2,0
Condiciones de vínculo	 <ul style="list-style-type: none"> <li> Rotación y Traslación impedida</li> <li> Rotación libre y Traslación impedida</li> <li> Rotación impedida y Traslación libre</li> <li> Rotación libre y Traslación libre</li> </ul>					

Fuente: (Frm, s.f.)

## Ficha técnica de la chumacera

DIMENSIONES	
$d$	45 mm
$d_1$	$\approx 56.8$ mm
$A$	51 mm
$B$	49.2 mm
$B_4$	8 mm
$H$	54 mm
$H_2$	108 mm
$J$	146 mm
$L$	189.5 mm
$N$	17 mm
$N_1$	21 mm
$s_1$	30.2 mm

BOQUILLA ENGRASADORA	
$D_N$	6.6 mm
$SW_N$	7.94 mm
$G_N$	1/4-28 UNF

DATOS DEL CÁLCULO		
Capacidad de carga dinámica básica	C	33.2 kN
Capacidad de carga estática básica	C <sub>0</sub>	21.6 kN
Carga límite de fatiga	P <sub>u</sub>	0.915 kN
Velocidad límite con tolerancia de eje h6		3400 r/min
INFORMACIÓN DE MONTAJE		
Rosca del prisionero	G <sub>2</sub>	M8x1
Tamaño de llave hexagonal para prisionero	N	4 mm
Par de apriete recomendado para el prisionero		6.5 N·m

Fuente: (SKF, s.f.)

### Tabla de horas de vida útil de los rodamientos (chumaceras)

Valores orientativos de la vida útil especificada de los diferentes tipos de máquinas	
Tipo de máquina	Vida útil especificada Horas de funcionamiento
Electrodomésticos, máquinas agrícolas, instrumentos, equipos técnicos de uso médico	300 ... 3 000
Máquinas utilizadas intermitentemente o durante breves períodos: herramientas eléctricas portátiles, dispositivos de elevación en talleres, máquinas y equipos para la construcción	3 000 ... 8 000
Máquinas utilizadas intermitentemente o durante breves períodos donde se requiere una alta confiabilidad: ascensores (elevadores), grúas para productos embalados o eslingas para tambores, etc.	8 000 ... 12 000
Máquinas para 8 horas de trabajo diario, no siempre utilizadas al máximo: transmisiones por engranajes de uso general, motores eléctricos para uso industrial, trituradoras giratorias	10 000 ... 25 000
Máquinas para 8 horas de trabajo diario utilizando plenamente sus capacidades: herramientas mecánicas, máquinas para carpintería, máquinas para la industria de la ingeniería, grúas para materiales a granel, ventiladores, cintas transportadoras, equipos de impresión, separadores y centrifugadoras	20 000 ... 30 000
Máquinas para 24 horas de trabajo continuo: unidades de engranajes para laminadores, maquinaria eléctrica de tamaño medio, compresores, tornos de extracción para minas, bombas, maquinaria textil	40 000 ... 50 000
Maquinaria para energía eólica, incluidos los rodamientos del eje principal, de orientación, de la caja de engranajes de cambio de paso, del generador	30 000 ... 100 000
Maquinaria para abastecimiento de agua, hornos giratorios, máquinas de trenzado de cables, maquinaria de propulsión para buques de alta mar	60 000 ... 100 000
Máquinas eléctricas de gran tamaño, plantas de generación de energía, bombas para minas, ventiladores para minas, rodamientos para ejes en túnel para buques de alta mar	> 100 000

Fuente: (SKF, s.f.)

Acoplamiento elástico lovejoy para motores eléctricos

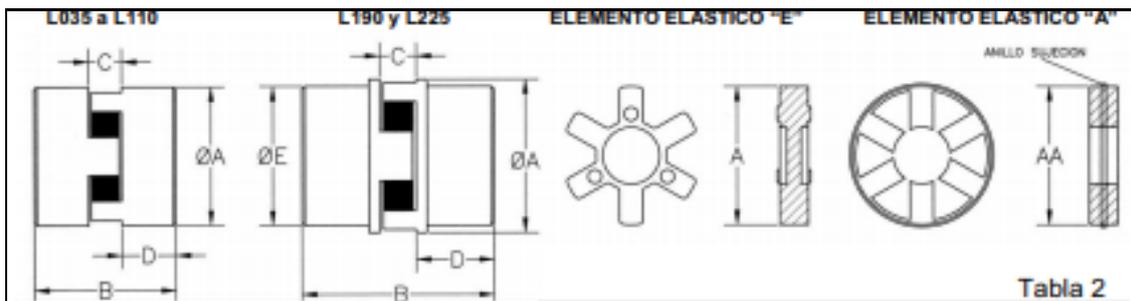


Tabla 2

DIMENSIONES ( cotas en mm )									MATERIAL MANGON				
(x) Material standard									ACERO SINT.	FUNDICION	ALUMINO	ACERO INOX.	BRONCE
TIPOS	d máx.	A	B	C	D	E	AA	Peso Kg.					
L.035	10	15.9	20.6	7.1	6.8	15.9		0.05	x			x	
L.050	15	27.4	43.6	12.2	15.7	27.4		0.14	x		x	x	
L.070	19	34.5	50.8	12.2	19.0	34.5		0.27	x		x	x	
L.075	24	44.5	54.0	12.7	20.8	44.5		0.45	x		x	x	x
L.090	28	53.6	54.0	13.2	20.8	53.6	65	0.68	x		x	x	x
L.095	28	53.6	63.5	13.2	25.4	53.6	65	0.81	x		x	x	x
L.100	35	64.3	89.0	18.0	35.0	64.3	78	1.58	x		x	x	x
L.110	42	84.1	108.0	22.3	42.7	84.1	98	2.97	x		x	x	x
L.150	48	95.3	114.3	25.4	44.4	95.3	116	4.10	x		x	x	x
L.190	55	114.3	123.8	25.4	49.3	101.6	132	7.65		x		x	x
L.225	65	127.0	136.5	25.4	55.4	108.0	138	10.35		x		x	

PAR NOMINAL TRANSMISIBLE

Factor de par ( ver tabla 1)

Tabla 3

TIPOS	PAR Nm			KW Potencia transmitida a diferentes velocidades			NBR	Momento de inercia kg-cm <sup>2</sup>
	E + A	H	U	750	1000	1500		
	NBR	HYTREL	URETANO				3000	
L.035	0.4			0.030	0.040	0.060	0.120	0.01
L.050	3.0	5.6	4.5	0.230	0.310	0.465	0.930	0.2
L.070	4.9	12.9	7.3	0.380	0.510	0.765	1.53	0.3
L.075	10.2	25.6	15.3	0.795	1.06	1.59	3.18	1
L.090	16.3	45.3	24.4	1.27	1.71	2.56	5.11	2
L.095	21.9	63.4	32.9	1.71	2.28	3.42	6.84	3
L.100	47.1	128.0	70.7	3.68	4.90	7.45	14.70	8
L.110	89.5	256.0	134.0	6.98	9.30	14.00	27.90	26
L.150	140.0	419.0	210.0	11.00	14.60	21.90	43.80	34
L.190	195.0	529.0	293.0	15.20	20.30	30.50	60.90	115
L.225	264.0	704.0	397.0	20.60	27.50	41.30	82.50	190

Mangones con agujeros mecanizados (mm) a tolerancia H7 con chavetero según DIN 6885, incluyendo tornillo prisionero sobre chaveta (stock standard).

Tabla 4

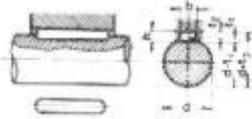
Diam.	8	9	10	11	12	14	15	16	17	18	19	20	22	24	25	28	30	32	35	38	40	42	45	48	50	55	
L.035	x																										
L.050	x	•	•	•	•	•	•																				
L.070		•	•	•	•	•	•	•			•																
L.075		•	•	•	•	•	•	•			•			•													
L.090		•		•	•	•	•	•			•	•		•	•												
L.095					•	•	•	•			•	•	•	•	•												
L.100						•	•				•	•	•	•	•	•											
L.110											•	•	•	•	•	•	•	•									
L.150												•	•	•	•	•	•	•	•	•						•	
L.190																	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
L.225																	•	•						•			

Fuente: (Citsa, s.f.)

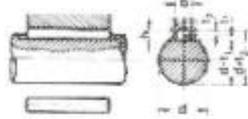


## DIMENSIONES CHAVETEROS Y CHAVETAS

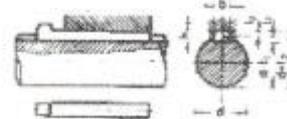
Según DIN - 6885/1 - 6886 - 6887



Chaveta paralela  
S/DIN-6885/1



Chaveta de cuña  
S/DIN-6886



Chaveta de cuña con cabeza  
S/DIN-6887

Ø Eje d (mm) desde- hasta	Medidas chaveta  b x h mm	Medidas del chavetero en el cubo				Medidas del chavetero en el eje para chavetas paralelas y de cuña		Medidas de los ejes en el cubo de la rueda	
		Chaveta paralela S/DIN 6885/1		Chaveta de cuña S/DIN 6886 y 6887		t <sub>1</sub> m/m	Tol. admisible (en altura) m/m	Ø m/m desde- hasta	Tol. H-7 m/m
		d + t <sub>2</sub> m/m	Tol. Admisible (en altura) m/m	d + t <sub>2</sub> m/m	Tol. admisible (en altura) m/m				
17-22	6x6	d+2,6	+0,1	d+2,1	+0,1	3,5	+0,2	10-18	+0,018 0
22-30	8x7	d+3,0		d+2,4		4,1			
30-38	10x8	d+3,4	d+2,8	4,7					
38-44	12x8	d+3,2	d+2,6	4,9					
44-50	14x9	d+3,6	d+2,9	5,5					
50-58	16x10	d+3,9	d+3,2	6,2					
58-65	18x11	d+4,3	d+3,5	6,8					
65-75	20x12	d+4,7	d+3,9	7,4					
75-85	22x14	d+5,6	d+4,8	8,5					
85-95	25x14	d+5,4	d+4,6	8,7					
95-110	28x16	d+6,2	d+5,4	9,9	+0,3	180-250	+0,046 0		
110-130	32x18	d+7,1	d+6,1	11,1					
130-150	36x20	d+7,9	d+6,9	12,3					
150-170	40x22	d+8,7	d+7,7	13,5					
170-200	45x25	d+9,9	d+8,9	15,3					
200-230	51x28	d+11,2	d+10,1	17					
230-260	56x32	d+12,9	d+11,8	19,3					
260-290	63x32	d+12,6	+0,3	d+11,5		+0,3	19,6	400-500	+0,063 0

Fuente: (J y M Soldevilla, s.f.)

### Especificaciones SAE para pernos UNS de acero

Grado SAE	Intervalo de tamaños (inclusive) (in)	Resistencia límite mínima a la tracción $S_p$ (ksi)	Resistencia de fluencia mínima a la tracción $S_y$ (ksi)	Resistencia última mínima a la tracción $S_u$ (ksi)	Características del acero
1	¼ a 1½	33	36	60	Medio o bajo carbono
2	¼ a ¾	55	57	74	Medio o bajo carbono
	7/8 a 1½	33	36	60	
4	¼ a 1½	65	100	115	Medio carbono estirado en frío
5	¼ a 1	85	92	120	Medio carbono templado y revenido
	1 1/8 a 1½	74	81	105	
5.2	¼ a 1	85	92	120	Martensítico de bajo carbono, templado y revenido
7	¼ a 1½	105	115	133	Aleado de medio carbono, templado y revenido
8	¼ a 1½	120	130	150	Aleado de medio carbono, templado y revenido
8.2	¼ a 1	120	130	150	Martensítico de bajo carbono, templado y revenido

Fuente: (Academia, s.f.)

## DISEÑO DE PERNOS NORMAS Y DEFINICIONES DE ROSCA



Diámetros y área de **rosca**s unificadas de tornillo UNC y UNF

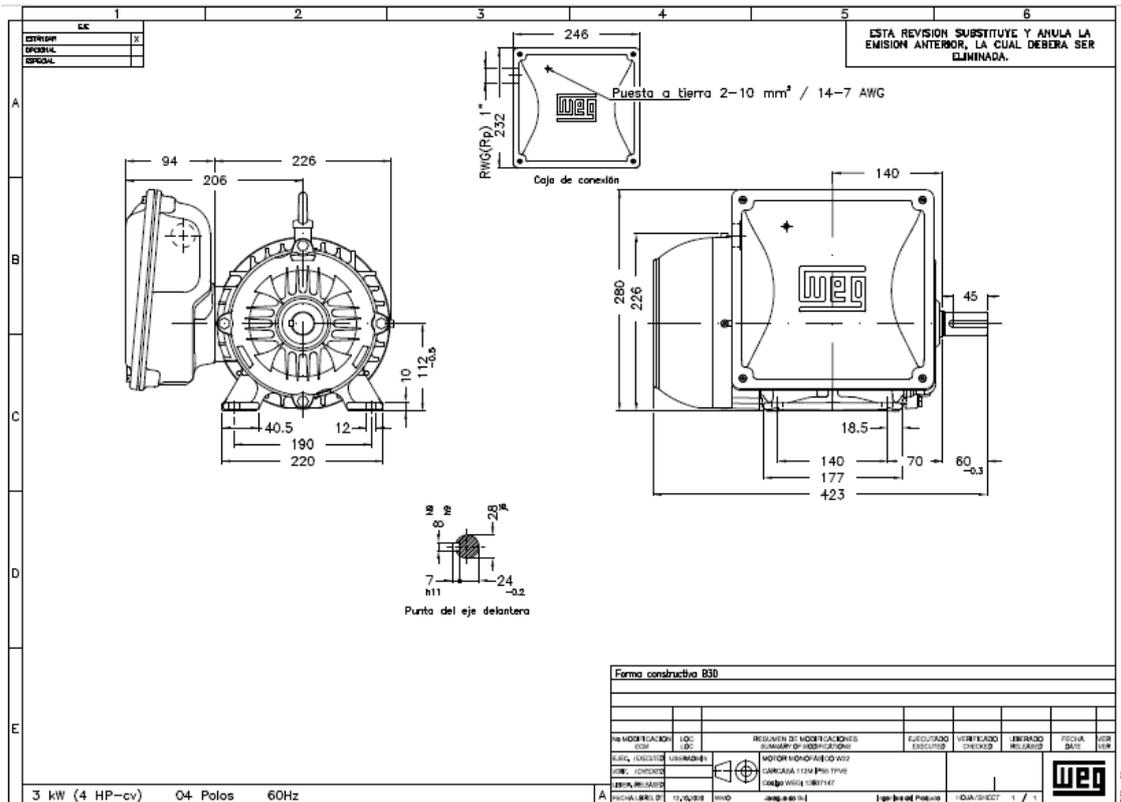
Designación de tamaño	Diámetro mayor nominal pulg	Serie gruesa-UNC			Serie fina-UNF		
		Roscas por pulgada, N	Área de esfuerzo de tensión $A_s$ , pulg <sup>2</sup>	Área del diámetro menor $A_r$ , pulg <sup>2</sup>	Roscas por pulgada, N	Área de esfuerzo de tensión $A_s$ , pulg <sup>2</sup>	Área del diámetro menor $A_r$ , pulg <sup>2</sup>
0	0.0600				80	0.001 80	0.001 51
1	0.0730	64	0.002 63	0.002 18	72	0.002 78	0.002 37
2	0.0860	56	0.003 70	0.003 10	64	0.003 94	0.003 39
3	0.0990	48	0.004 87	0.004 06	56	0.005 23	0.004 51
4	0.1120	40	0.006 04	0.004 96	48	0.006 61	0.005 66
5	0.1250	40	0.007 96	0.006 72	44	0.008 80	0.007 16
6	0.1380	32	0.009 09	0.007 45	40	0.010 15	0.008 74
8	0.1640	32	0.014 0	0.011 96	36	0.014 74	0.012 85
10	0.1900	24	0.017 5	0.014 50	32	0.020 0	0.017 5
12	0.2160	24	0.024 2	0.020 6	28	0.025 8	0.022 6
1/4	0.2500	20	0.031 8	0.026 9	28	0.036 4	0.032 6
5/16	0.3125	18	0.052 4	0.045 4	24	0.058 0	0.052 4
3/8	0.3750	16	0.077 5	0.067 8	24	0.087 8	0.080 9
7/16	0.4375	14	0.106 3	0.093 3	20	0.118 7	0.109 0
1/2	0.5000	13	0.141 9	0.125 7	20	0.159 9	0.148 6

UNC: "coarse", UNF: "fine", UNEF: "extra fine"

Fuente: (Mecanica usach, s.f.)

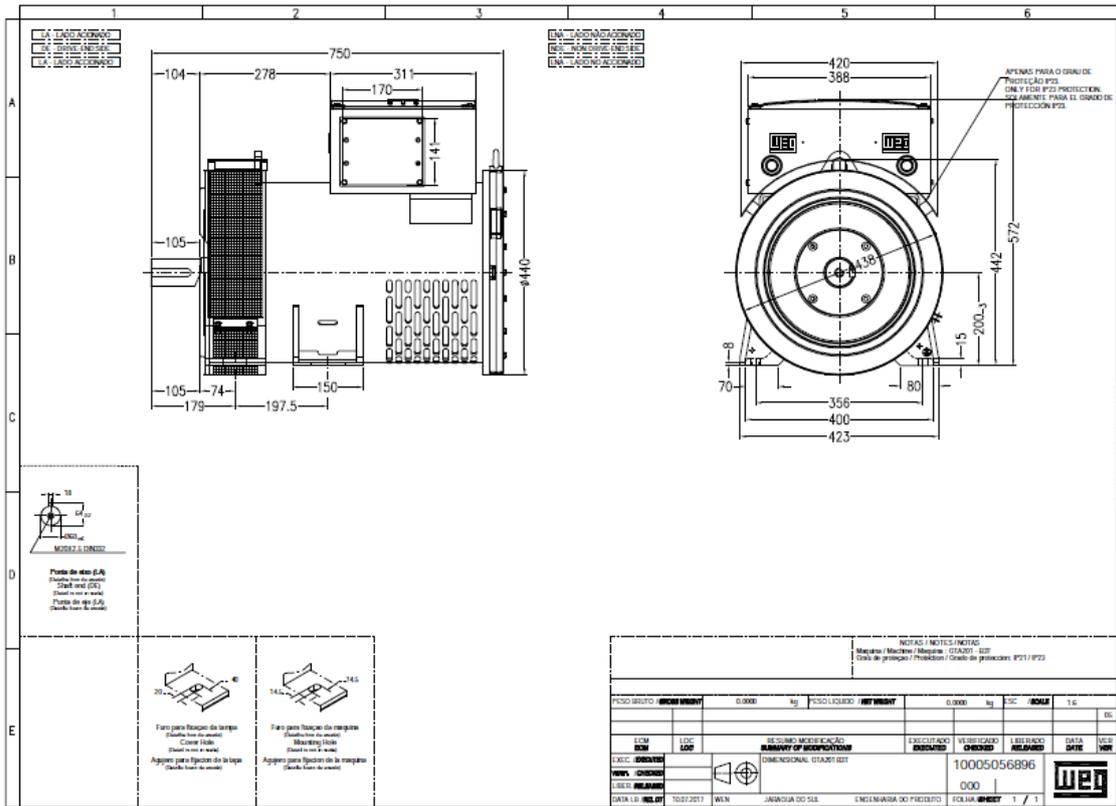
## Motor eléctrico 110 – 220 V monofásico

<b>HOJA DE DATOS</b>																							
<b>Motor Monofásico de Inducción - Rotor de Jaula</b>																							
Cliente : _____																							
Línea del producto : W22 Monofásico		Código del producto : 13937147																					
Carcasa : 112M Potencia : 3 kW (4 HP-cv) Polos : 4 Frecuencia : 60 Hz Tensión nominal : 254/508 V Corriente nominal : 15.7/7.83 A Corriente de arranque : 125/62.6 A Ip/In : 8.0 Corriente en vacío : 7.20/3.60 A Rotación nominal : 1740 rpm Resbalamiento : 3.33 % Torque nominal : 12.2 ft.lb Torque de arranque : 270 % Torque máximo : 240 % Clase de aislamiento : F Factor de servicio : 1.15 Momento de inercia (J) : 0.4357 sq.ft.lb			Tiempo de rotor bloqueado : 10s (frío) 8s (caliente) Elevación de temperatura<sup>4</sup> : 80 K Régimen de servicio : S1 Temperatura ambiente : -20°C hasta +40°C Temperatura ambiente : 1000 m Altitud : IP55 Grado de protección : IC411 - TFVE Método de refrigeración : B3D Forma constructiva : Ambos Sentido de giro <sup>1</sup> : 60.0 dB(A) Nivel de ruido <sup>2</sup> : Partida directa Método de Arranque : 112 lb Masa aproximada <sup>3</sup> :																				
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20%;"></td> <td style="width: 20%;">50%</td> <td style="width: 20%;">75%</td> <td style="width: 20%;">100%</td> </tr> <tr> <td>Rendimiento (%)</td> <td>69.5</td> <td>75.0</td> <td>77.0</td> </tr> <tr> <td>Cos Φ</td> <td>0.96</td> <td>0.97</td> <td>0.98</td> </tr> </table>					50%	75%	100%	Rendimiento (%)	69.5	75.0	77.0	Cos Φ	0.96	0.97	0.98	Fuerzas en la fundación Tracción máxima : 130 lb Compresión máxima : 243 lb							
	50%	75%	100%																				
Rendimiento (%)	69.5	75.0	77.0																				
Cos Φ	0.96	0.97	0.98																				
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 30%;"></th> <th style="width: 35%; text-align: center;"><u>Delantero</u></th> <th style="width: 35%; text-align: center;"><u>Trasero</u></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Tipo de cojinete :</td> <td style="text-align: center;">6207 ZZ</td> <td style="text-align: center;">6206 ZZ</td> </tr> <tr> <td>Sello :</td> <td style="text-align: center;">V'Ring</td> <td style="text-align: center;">V'Ring</td> </tr> <tr> <td>Intervalo de lubricación :</td> <td style="text-align: center;">-</td> <td style="text-align: center;">-</td> </tr> <tr> <td>Cantidad de lubricante :</td> <td style="text-align: center;">-</td> <td style="text-align: center;">-</td> </tr> <tr> <td>Tipo de lubricante :</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">Mobil Polyrex EM</td> </tr> </tbody> </table>							<u>Delantero</u>	<u>Trasero</u>	Tipo de cojinete :	6207 ZZ	6206 ZZ	Sello :	V'Ring	V'Ring	Intervalo de lubricación :	-	-	Cantidad de lubricante :	-	-	Tipo de lubricante :	Mobil Polyrex EM	
	<u>Delantero</u>	<u>Trasero</u>																					
Tipo de cojinete :	6207 ZZ	6206 ZZ																					
Sello :	V'Ring	V'Ring																					
Intervalo de lubricación :	-	-																					
Cantidad de lubricante :	-	-																					
Tipo de lubricante :	Mobil Polyrex EM																						



Generador eléctrico 127 – 220 – 440 V trifásico

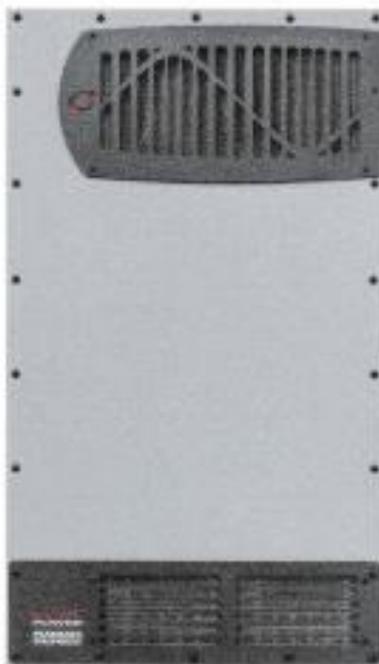
<h1>HOJA DE DATOS</h1> <h2>Alternadores Sincrónicos</h2>		
<p>Cliente : _____</p> <p>Referencia del cliente : _____</p> <p>Línea del producto : GTA201AIHS</p> <p>Clasificación de área : Segura</p>	<p>Notas: _____</p> <p>Código del producto : 14417163</p> <p>1010334463</p>	
<p><b>Datos generales</b></p> <p>Carcasa (IEC) : 200</p> <p>Clase de aislamiento : 180°C (H)</p> <p>Distorsión armónica total (sin carga) (%) : ≤ 3%</p> <p>Paso del bobinado del estator principal : 2/3</p> <p>Altitud : hasta 1000 m</p> <p>Número de Terminales : 12</p> <p>Factor de potencia : 0.8 hasta 1.0</p> <p>Sistema de excitación : Brushless con bobina auxiliar</p>	<p>Refrigeración : IC01</p> <p>Grado de protección : IP23</p> <p>Forma constructiva : B3T</p> <p>Polos - Tipo de polos : 4</p> <p>Tipo de polo : Saliente</p> <p>Rotación (rpm) - 50Hz : _____</p> <p>Rotación (rpm) - 60Hz : _____</p> <p>Sobrevelocidad (rpm) : _____</p> <p>Masa del alternador : 237 kg</p>	<p><b>Conforme normas:</b></p> <p>IEC 60034</p> <p>NBR 5117</p> <p>NEMA MG1</p> <p>VDE530</p> <p>ISO 8528</p> <p>CSA</p>
<p><b>Demais características</b></p> <p>Flujo de aire : 0.5 m<sup>3</sup>/s</p> <p>Resistencia del estator de la excitatriz a 20°C : 10.55 ohm</p> <p>Resistencia del estator principal a 20°C : 0.183 ohm</p> <p>Resistencia del rotor : 0.77 ohm</p> <p>Camadas del bobinado del estator : 2</p> <p>Inercia WR2 : 0.3 kgm<sup>2</sup></p> <p>Rodamiento trasero : 6210-2RS</p> <p>Rodamiento LA : 6313-2RS</p> <p>Brida : SIN</p> <p>Disco de acoplamiento : SIN</p>	<p><b>Regulador de voltaje</b></p> <p>Precisión (estabilidad) : +/- 0.5%</p> <p>Corriente nominal : 5 A</p> <p>Entrada analógica : Si</p> <p>Entrada digital : No</p> <p>Corriente de pico : 7 A/10 s</p> <p>Droop / TC : Si</p> <p>Respuesta dinámica : 8 hasta 500 ms</p> <p>U/F : Si</p> <p>Ajuste interno de voltaje : +/- 15%</p> <p>Ajuste externo de voltaje : +/- 10%</p> <p>Tiempo de respuesta transitoria para ΔU=20% : 500 ms</p>	



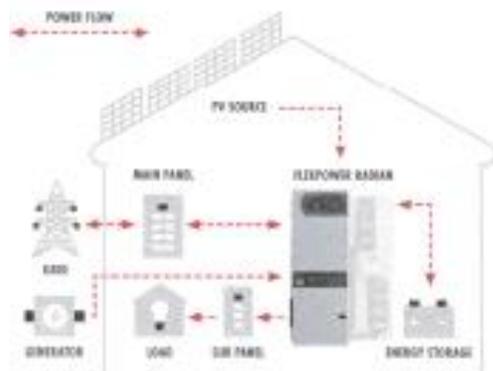
## Inversor de corriente

**OutBack**  
POWER™  
an EnerSys company

### Radian A-Series™ 60Hz, 120/240V Inverter/Chargers



- Modular, stackable: up to nine units can be combined for three-phase operation and ten in parallel, single-phase operation
- Compliant with California Rule 21 and Hawaii 14H grid support requirements
- Seven different programmable operating modes, with generator assist
- GridZero operating mode minimizes grid dependence in areas where incentives are changing and utility sell-back is limited
- 8000 and 4000VA of continuous power with dual AC inputs and peak operating efficiency of 96%
- Off-grid and grid-tied functionality in one unit
- Integrates both grid and generator with dual inputs
- Performs AC coupling with both legacy and UL1741 SA inverters, using frequency shifting



#### OutBack Power's acclaimed Radian Series made the benefits of solar technology available and accessible in one platform.

The Radian G58048A and G54048A features dual AC inputs for grid/generator flexibility with no external switching required, unparalleled surge capability and operational stability, easy field upgrade-ability and stacking capability for large system scaling, simplified system commissioning through a powerful, easy to use configuration wizard and multi-mode operational flexibility.

The Radian G58048A and G54048A incorporate OutBack's GridZero technology: energy management for self-generation and self-consumption programs providing precise balancing between using stored energy, solar and utility power, blending-in the latter to overcome surges and load spikes when needed.

## Radian A-Series Specifications

08/2019

Models	G58048A	G54048A
Instantaneous Power (100ms)	16070W	8500W
Surge Power (5 sec)	12000W	6000W
Peak Power (30 min)	8000W	4500W
Continuous Power Rating (@ 25 °C)	8000W	4000W
Nominal DC Input Voltage	48VDC	48VDC
AC Output Voltage (selectable)	120/240VAC (200 to 240VAC)	120/240VAC (200 to 240VAC)
AC Output Frequency (selectable)	60Hz (50Hz)	60Hz (50Hz)
Continuous AC Output Current (@ 25 °C)	33.3AAC @ 240VAC	16.7AAC
Idle Power	Insert mode, no load: 31W Search: 10W	Insert mode, no load: 31W Search: 10W
Typical Efficiency	93%	92%
CEC Weighted Efficiency	92.5%	92.5%
Total Harmonic Distortion	Typical: <2% Maximum: <5%	Typical: <2% Maximum: <5%
Output Voltage Regulation	±2%	±2%
AC Input Voltage Range (WATC: Adjustable)	L1-N or L2-N: 85 to 140VAC	L1-N or L2-N: 85 to 140VAC
AC Input Frequency Range	@ 60Hz: 54 to 66Hz @ 50Hz: 45 to 55Hz	—
Grid-Interactive Voltage Range	L1-N or L2-N: 85 to 140VAC	L1-N or L2-N: 108 to 132VAC
Grid-Interactive Frequency Range	55.3 to 60.5Hz	59.3 to 60.5Hz
Maximum AC Input Current	50AAC @ 240VAC	50AAC @ 240VAC
Maximum Utility Interactive Current	30A	15A
Continuous Battery Charge Output	115ADC	57.5ADC
Advanced Battery Charging	Float, gel, AGM, Lithium-ion and flow chemistry	Float, gel, AGM, Lithium-ion and flow chemistry
DC Input Voltage Range	40 to 64VDC	40 to 64VDC
Accessory Ports	Remote temperature sensor (included), IMA23 and HUB communications	Remote temperature sensor (included), IMA23 and HUB communications
Warranty	Standard 5 year, extended 10 year available	Standard 5 year, extended 10 year available
Weight (lb/kg)	Unit: 125 / 56.7 Shipping: 140 / 63.5	Unit: 82 / 37.2 Shipping: 94 / 42.6
Dimensions H x W x D (in/cm)	Unit: 28 x 14 x 8.7 / 71.1 x 40.6 x 22.1 Shipping: 34.5 x 21 x 14.5 / 87.6 x 53.3 x 36.8	Unit: 28 x 16 x 8.7 / 71.1 x 40.6 x 22.1 Shipping: 34.5 x 21 x 14.5 / 87.6 x 53.3 x 36.8
Temperature Range	Rated: -20 to 50 °C Maximum: -40 to 60 °C	Rated: -20 to 50 °C Maximum: -40 to 60 °C
Listings/Certifications	ETL listed to UL 1741 SA, CE, CSA C22.2 No. 1071, UL 778 Annex 5, IEC 62109-1 ETL, RoHS compliant per directive 2011/65/EU, FCC Class B, IEEE 1594.1, EN61000-6-1, EN61000-6-2, EN61000-3-2	ETL listed to UL 1741 SA, CE, CSA C22.2 No. 1071, UL 778 Annex 5, IEC 62109-1 ETL, RoHS compliant per directive 2011/65/EU, FCC Class B, IEEE 1594.1, EN61000-6-1, EN61000-6-2, EN61000-3-2
Non-Volatile Memory	Yes	Yes
Field Upgradable Firmware	Yes	Yes
Chassis Type	Vertical	Vertical

## Baterías AGM de ciclo profundo 12 V



Sunbright Power Co.,LTD.

### 6-GFM(G)-150Ah Gel Battery Specification

We are an ISO9001 certified organization. And the products are approved by CE & UL. The nominal voltage of this series is 12V. And the capacity ranges from 33Ah to 250Ah. Their typical applications include: emergency lighting systems, electricity power supply systems, communication systems, UPS systems, starting systems, solar systems etc.

#### Battery Construction

Component	Material
Positive plate	Lead dioxide
Negative plate	Lead
Container	ABS
Cover	ABS
Safety valve	Rubber
Terminal	Copper
Electrolyte	Gelated acid

#### General Features

- Maintenance free
- Convenient for installation
- Safety and no leakage
- Excellent recharge and discharge performance
- Low self-discharge rate, charge each standby 6 months, temperature 25°C
- Adapt to high or low temperature
- Good deep discharge performance
- Longer cycle life
- UL approval

#### Performance Characteristics

##### 1. Dimension and weight

Length	486mm
Width	171mm
Height	241mm
Total Height	241mm
Reference Weight	47kg

##### 3. Charge Method: constant voltage charging at 25°C (77°F)

Cyclic use	14.0-14.8V
Maximum charging current	37.5A
Temperature Compensation	-35mV/°C
Float Use	13.9-13.8V
Temperature Compensation	-25mV/°C

##### 2. Functional Parameter

Rated Voltage	12V
Numbers of cells	6 Cells
Designed Life	10-12 Years

##### 4. Environment Temperature Requirements

Discharge Temperature	-25-60°C
Charge Temperature	0-50°C
Storage Temperature	-25-60°C

##### 3. Rated Capacity at 25°C (77°F)

10hr rate (8.1C, 10.5V)	150Ah
5hr rate (5.25C, 16.5V)	168.7Ah
1hr rate (8.55C, 10.5V)	82.4Ah

##### 7. Inner Resistance & Max. Discharge Current

A fully charged battery at 25°C (77°F)	4mΩ
Max. Discharge Current	2250A (30s)
Short Circuit Current	7500A

##### 4. Capacity affected by Temperature (10hour rate)

45°C (104°F)	103%
25°C (77°F)	100%
5°C (33°F)	85%
-15°C (5°F)	65%

##### 8. Self-discharge

3% Of the capacity per month at 25°C (77°F)	
Capacity after 3 month storage	91%
Capacity after 6 month storage	82%
Capacity after 12 month storage	64%

#### Dimensions (mm)



#### 3D Model Review

#### Constant-current discharge parameter (25°C)

F.V/Time	20min	30min	45min	1h	2h	3h	5h	6h	8h	10h	20h
1.80V/cell	159.51	122.20	91.95	77.07	47.93	38.22	25.37	21.83	17.44	15.00	8.23
1.75V/cell	179.27	134.39	99.39	82.44	50.73	38.17	26.34	22.68	17.93	15.32	8.40
1.70V/cell	193.17	143.90	105.61	87.32	53.78	39.76	27.20	23.41	18.54	15.73	8.50
1.65V/cell	200.98	149.51	109.27	90.61	55.24	41.10	27.68	23.78	18.78	15.85	8.59
1.60V/cell	217.80	160.00	117.44	96.10	57.44	42.68	28.54	24.39	19.15	16.22	8.71

#### Constant-current discharge parameter (25°C)

F.V/Time	20min	30min	45min	1h	2h	3h	5h	6h	8h	10h	20h
1.80V/cell	301.34	233.17	177.07	149.27	93.17	70.61	49.88	43.17	34.63	29.88	16.46
1.75V/cell	334.88	254.15	190.00	158.90	98.54	74.39	51.71	44.61	35.61	30.49	16.71
1.70V/cell	356.83	269.78	200.24	167.20	103.90	77.32	53.17	45.98	36.69	31.10	16.95
1.65V/cell	367.32	277.44	205.98	172.44	106.10	79.39	54.02	46.59	37.07	31.46	17.07
1.60V/cell	393.54	294.15	219.63	182.20	109.76	82.20	55.61	47.56	37.67	32.01	17.32

## Panel solar



Eco Green Energy's modules are only made of grade A solar cells with a very high efficiency and ensured more than 25 years lifespan.

### KEY FEATURES

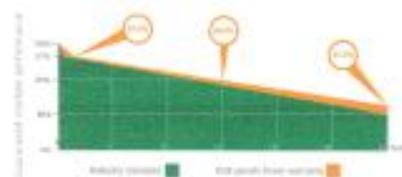
- 5 bus bars cells, with efficiency up to 22.8 %
- IP67 junction box for long term weather endurance
- High quality aluminum frame, resisting load up to 5400 Pa and wind pressure up to 2400 Pa
- High transmissivity, low-iron tempered glass
- High performance in low-light environment
- Double EL test before and after lamination

### CERTIFICATES

CE / ISO 9001:2015 / PV CYCLE

### LINEAR PERFORMANCE WARRANTY

12-Year Product Warranty - 25-Year Linear Power Warranty



- 25 YEARS** OUTPUT POWER WARRANTY
- 12 YEARS** PRODUCT WARRANTY



**ELECTRICAL DATA AT STC\***

Power output (P <sub>max</sub> )	220 W	225 W	230 W
Power tolerance	0→+5 W	0→+5 W	0→+5 W
Module efficiency	16.8%	17.18%	17.55%
Maximum power voltage (V <sub>mp</sub> )	18.52 V	18.64 V	18.65 V
Maximum power current (I <sub>mp</sub> )	11.88 A	12.07A	12.33 A
Open circuit voltage (V <sub>oc</sub> )	22.89 V	23.06 V	23.06 V
Short circuit current (I <sub>sc</sub> )	12.49 A	12.71 A	12.95 A

\*Standard Test Conditions: Irradiance: 1 000 W / m<sup>2</sup> • Cell temperature: 25°C • AM: 1.5

**ELECTRICAL DATA AT NOCT\***

Power output (P <sub>max</sub> )	164.04 W	167.77 W	171.49 W
Maximum power voltage (V <sub>mp</sub> )	17.56 V	17.48 V	17.49 V
Maximum power current (I <sub>mp</sub> )	9.43 A	9.59 A	9.79 A
Open circuit voltage (V <sub>oc</sub> )	21.23 V	21.39 V	21.39 V
Short circuit current (I <sub>sc</sub> )	10.15 A	10.53 A	10.53 A

\*Nominal Operating Cell Temperature; Irradiance: 800 W / m<sup>2</sup> • Ambient temperature: 20°C • AM: 1.5 • Wind speed: 1 m/s

**TEMPERATURE CHARACTERISTICS**

NOCT	45 °C ±2 °C
Temperature coefficient of P <sub>max</sub>	-0.28%/°C
Temperature coefficient of V <sub>oc</sub>	-0.31%/°C
Temperature coefficient of I <sub>sc</sub>	+0.06%/°C

**MAXIMUM RATINGS**

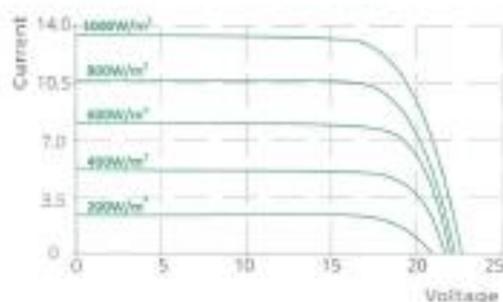
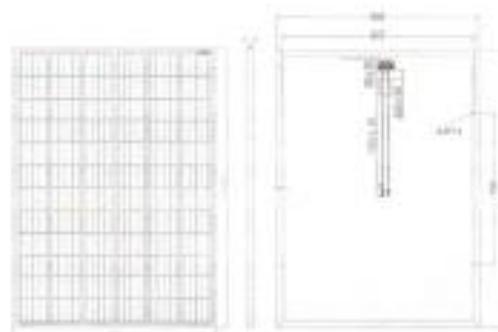
Operating temperature range	-45 °C ~ +85 °C
Maximum system voltage	1500 V
Max series fuse rating	15 A
Max front load (e.g.: snow)	5400 Pa
Max back load (e.g.: wind)	2400 Pa

**MECHANICAL CHARACTERISTICS**

Cell type	Monocrystalline (156.75x104 mm)
Number of cells	72
Dimensions	1320x992x35mm
Weight	15.3 kg
Glass	3.2 mm tempered glass
Frame	Anodized aluminium alloy
Junction box	IP67
Cable	0.9 m
Connector	MC4 or MC4 compatible

**PACKAGING**

Type	Pcs/ Type	Weight
Per pallet	30 pcs	495 kg
20ft GP Container	460 pcs	7.6 t
40ft GP Container	1000 pcs	16.5 t
40ft HQ Container	1150 pcs	19.0 t

**I-V CURVES****ENGINEERING DRAWINGS (mm)**

## Modulo cargador eléctrico automotriz de 24 Kw

Monostandard Wall Mounted



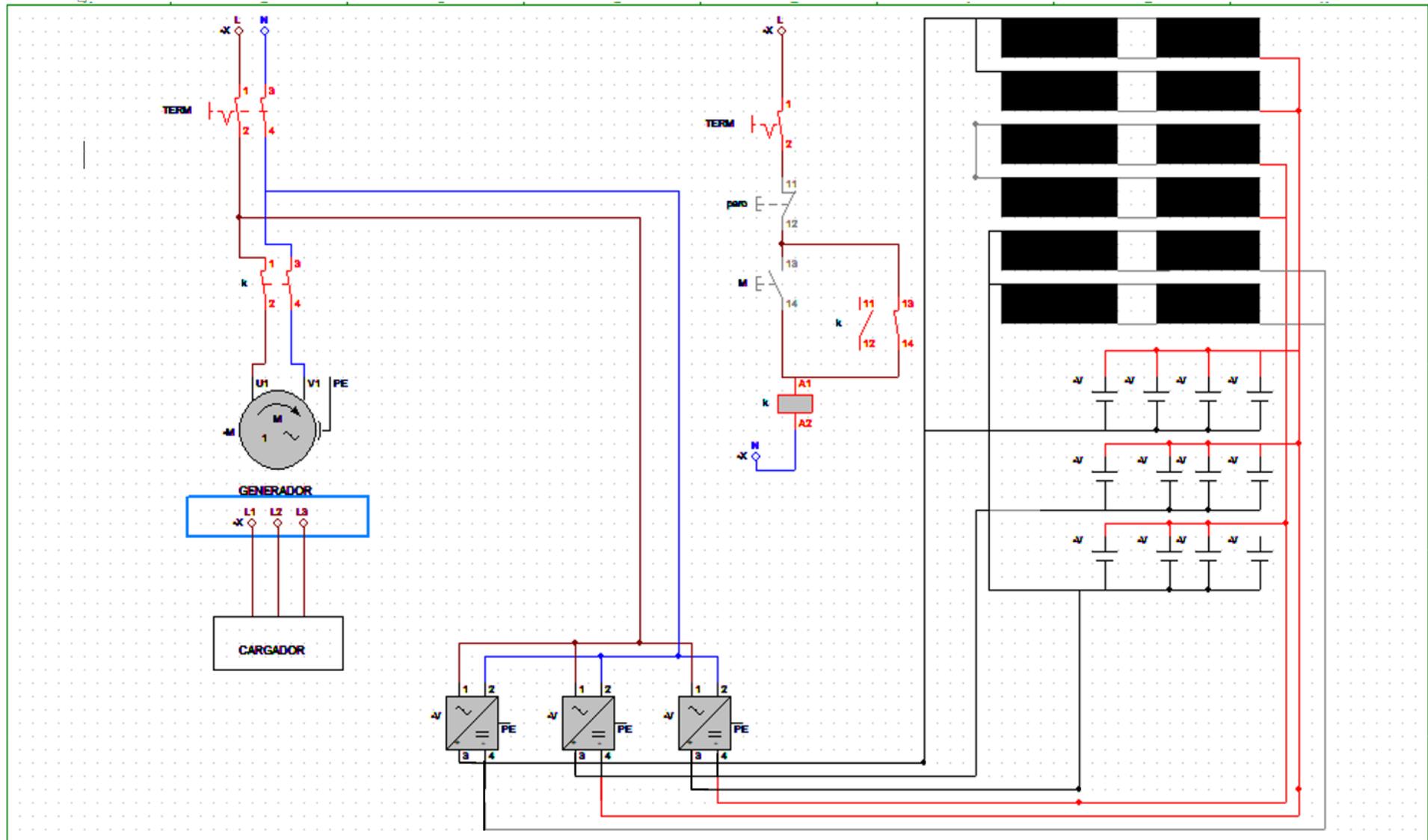
Monostandard Floor Standing



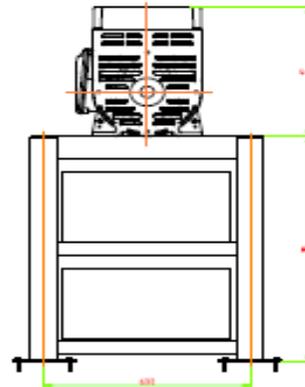
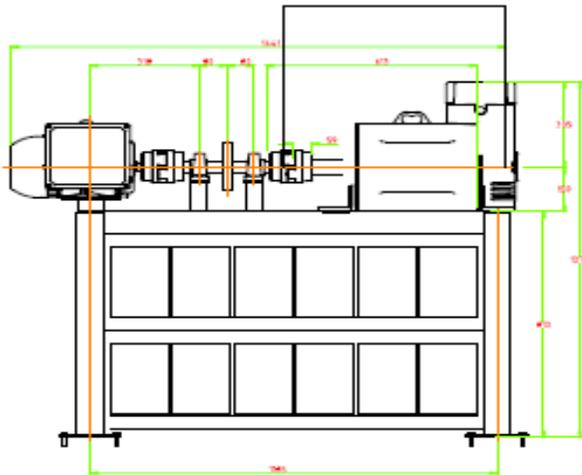
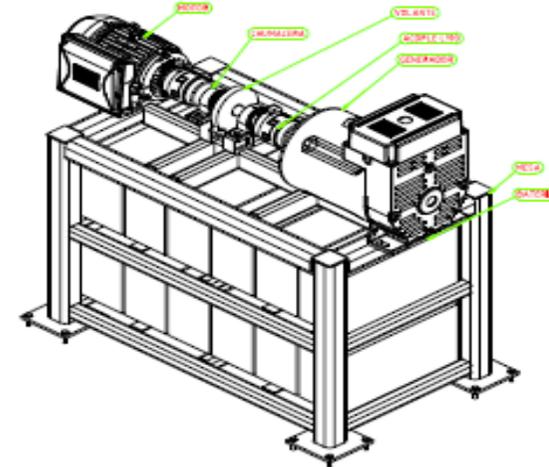
Main	
Range	EVlink
Product name	EVlink DC fast charger
Product type	Charging station
Device Short Name	
EVD1S24T0H	 24kW DC Charger CHAdeMO
EVD1S24T0B	 24kW DC Charger CCS Combo 2
EVP1DB1LG	Pedestal_24kW DC Charger Single
Mounting Mode	Wall Mounted or Floor-standing (wall mount + pedestal)
Socket	CHAdeMO and Combo CCS (type 2)
Cable length	3,5 meters
Power	24 kW

Input	
Supply voltage	380 – 480 V AC
Supply frequency	50 – 60 Hz
Power Mode	3P+N+Ground
Nominal input current	37A
Output	
Voltage	150 V DC to 530V DC
Current	1,5 to 65A
Max output power	24kW
Environment	
IP	IP54
IK	IK10
Efficiency	95%
Power factor	0.99
Operating temperature	-25°C to 50°C (derating above 35°C)
Storage temperature	-25°C to +60°C
Operating altitude	2000 m max
Relative humidity	10 % to 95%
Complementary	
Electrical protection	Output short circuit, overload
Temperature	Over temperature and temperature regulation
Communication protocol	OCPP 1.6, LAN/TCP-IP
Network connection	wireless 3G,
Access control system	RFID reader (compatible with RFID 14443 type A & B) 7-inch touch screen
Weight	86 kg / 117 kg with Pedestal
Dimensions	H 880 x L 507 x W 250 mm H 1 533 x L 536 x W 321 mm on Pedestal
Standard Compliance	
EMC	Class A
EN 61000-6-2:	sept 2015 (immunity for industrial environment)
EN 61000-6-4: 2007 + A1:	2011 (emission for industrial environment)
EV international standard	EN 61851 Ed.2 EAC Compliance

### Diagrama de instalación eléctrica de los inversores y generador eléctrico



Ensamblaje mecánico de todo el sistema



DRAWN Eng. Joseph Asencio	11/2/2020			
CHECKED		TITLE		
QA				
PEQ				
APPROVED		SIZE A2	DWG NO OPCION2	REV
		SCALE		Sheet 1 of 1

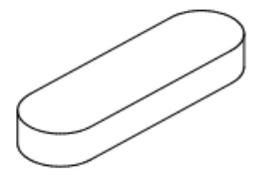
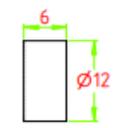
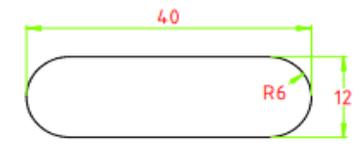
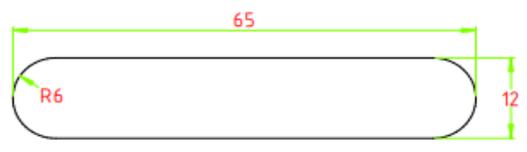
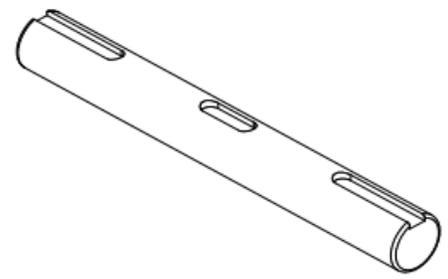
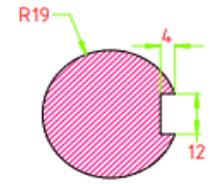
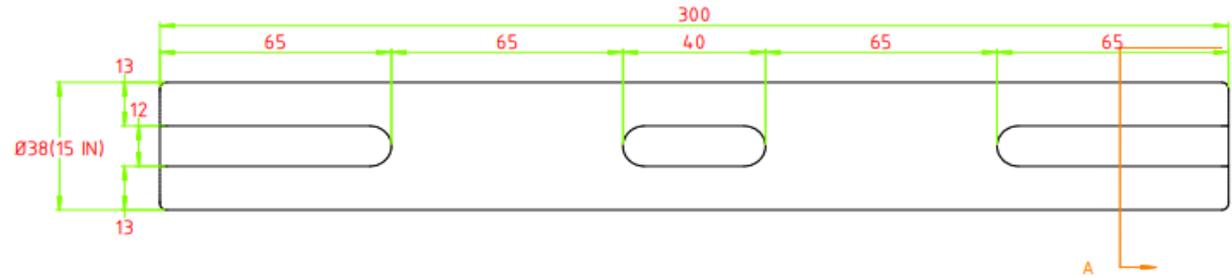


# EJE Y CHAVETA

LISTA DE PIEZAS					
ELEMENTO	DESCRIPCION	MATERIAL	CANTIDAD	MASA UNITARIA	MASA TOTAL
1	CHAVETA	Steel, Carbon	1	0.035 kg	.035 kg

LISTA DE PIEZAS					
ELEMENTO	DESCRIPCION	MATERIAL	CANTIDAD	MASA UNITARIA	MASA TOTAL
1	Shaft	Steel	1	2.611 kg	2.611 kg

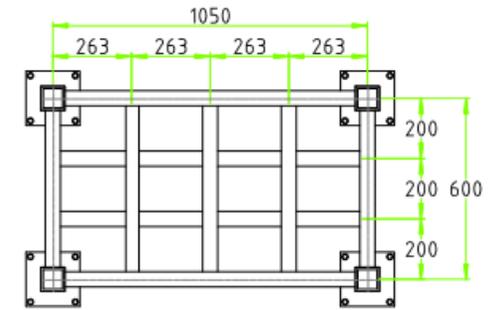
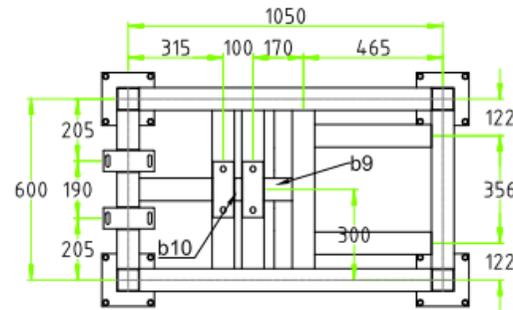
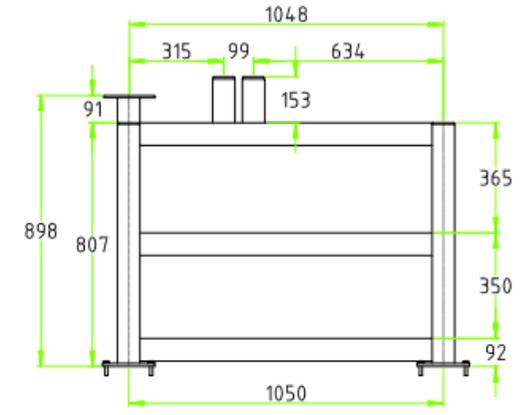
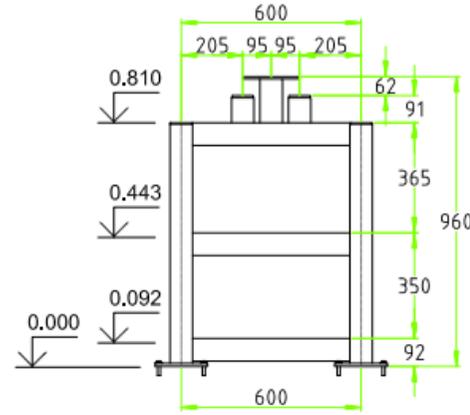
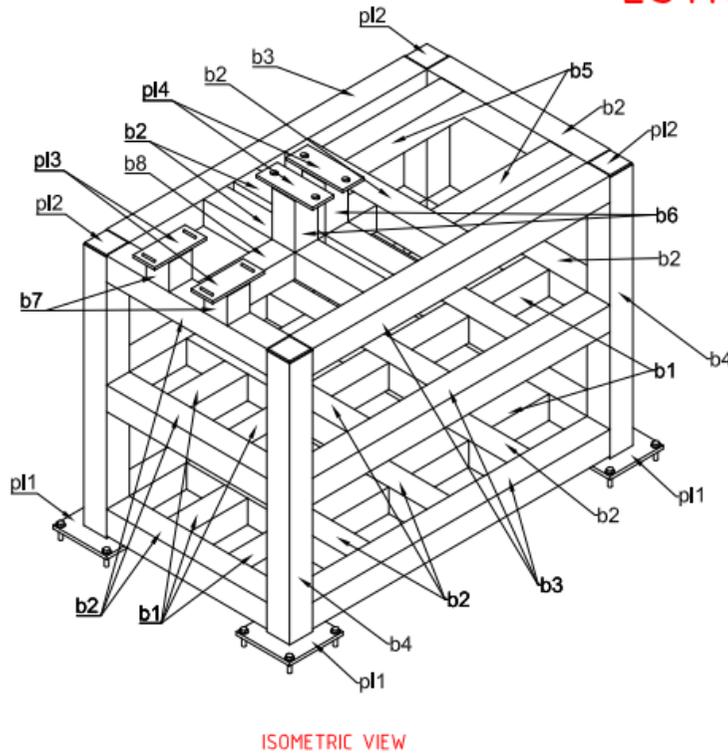
LISTA DE PIEZAS					
ELEMENTO	DESCRIPCION	MATERIAL	CANTIDAD	MASA UNITARIA	MASA TOTAL
1	CHAVETA 1	Steel, Carbon	1	0.021 kg	.021 kg



DRAWN <b>Jose Ortiz</b> CHECKED	7/13/2021	GENERADOR CON ACOPLE DIRECTO			
QA MFG APPROVED		TITLE <b>EJE Y CHAVETA</b>			
		SIZE <b>A4</b>	DWG NO <b>3</b>	REV <b>0</b>	
		SCALE 1 / 2	SHEET 1 OF 1		



# ESTRUCTURA GENERADOR



Mark	Quantity	Description	Length	Grade	Part weight	Total weight
b1	16	75x75x3,0 SHS	188	A36	1,2	19,8
b2	15	75x75x3,0 SHS	525	A36	3,5	52,0
b3	6	75x75x3,0 SHS	975	A36	6,4	38,6
b4	4	75x75x3,0 SHS	792	A36	5,2	20,9
b5	2	75x75x3,0 SHS	390	A36	2,6	5,1
b6	2	75x75x3,0 SHS	145	A36	1,0	1,9
b7	2	75x75x3,0 SHS	83	A36	0,5	1,1
b8	1	75x75x3,0 SHS	242	A36	1,6	1,6
b9	1	75x75x3,0 SHS	93	A36	0,6	0,6
b10	1	75x75x3,0 SHS	24	A36	0,2	0,2
	50					141,8
pl1	4	PL 10x175x175	175	A36	2,4	9,6
pl2	4	PL 5x70x70	70	A36	0,2	0,8
pl3	2	PL 8x70x170	170	A36	0,7	1,5
pl4	2	PL 8x70x185	185	A36	0,8	1,6
	12					13,5

Project : GENERADOR CON ACOPLE DIRECTO

Project No. :

Detailer : JOSE ORTIZ

Checker:

Client :

Status :

Comment:

Holes : 13/16"Ø u/n

Weld : E70XXELECT

Coating :

Date : 7/8/2021

Drawing No. :

ESTRUCTURA GENERADOR

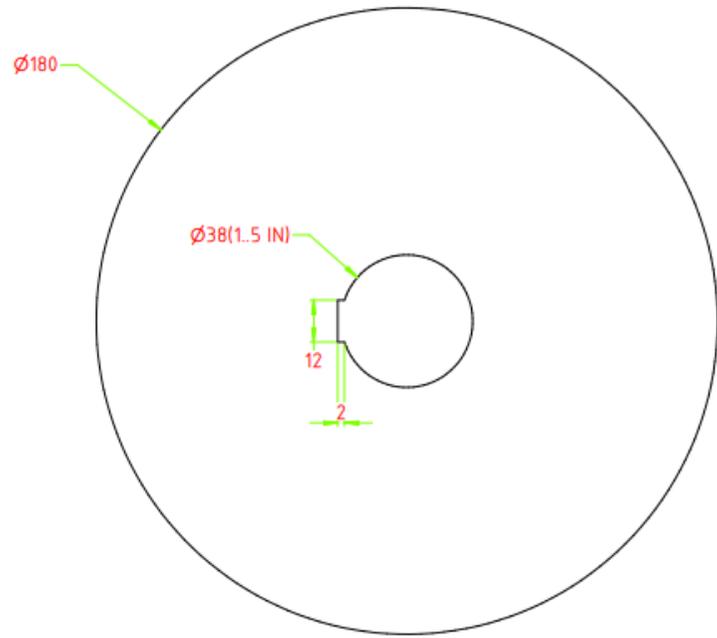
Phase :



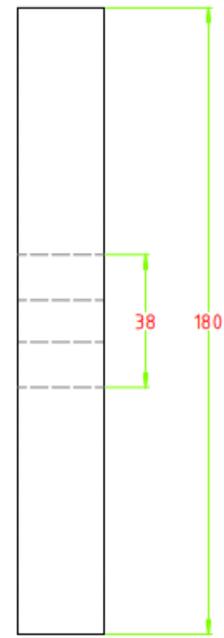
Autodesk.

# VOLANTE

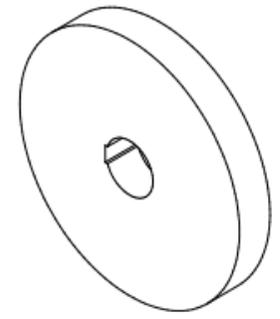
LISTA DE PIEZAS					
ELEMENTO	Nº DE PIEZA	MATERIAL	CTDAD	MASA UNITARIA	MASA TOTAL
1	VOLANTE 1	Steel, Carbon	1	4.767 kg	4.767 kg



FRONT VIEW  
SCALE 1 / 2



LATERAL VIEW  
SCALE 1 / 2



VOLANTE  
SCALE 1 / 4

DRAWN Jose Ortiz	7/7/2021	GENERADOR CON ACOPLE DIRECTO			
CHECKED		TITLE			
QA		VOLANTE			
MFG					
APPROVED					
		SIZE A4	DWG NO 2	REV 0	
		SCALE 1 / 2	SHEET 1 OF 1		