



**UNIVERSIDAD DEL AZUAY**

**FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA**

**ESCUELA DE INGENIERÍA EN MECÁNICA**

**AUTOMOTRIZ**

**Diseño de una instalación electromecánica para la  
alimentación de artefactos domésticos y utilitarios a un  
vehículo convencional Kia Sportage Active 2010 estándar.**

**Trabajo de titulación previo a la obtención del título de:**

**INGENIERO MECÁNICO AUTOMOTRIZ**

**Autores:**

**DARÍO XAVIER CHIMBO CHICAISA**

**FRANCISCO XAVIER ROMERO PALACIOS**

**Director:**

**JOSÉ FERNANDO MUÑOZ VIZHÑAY**

**CUENCA – ECUADOR**

**2017**

## **DEDICATORIA**

### **Darío Chimbo**

Dedico este trabajo a dios, a mi abuelo que en paz descase por ser la persona quien influyo a seguir esta carrera.

Dedico a mi esposa Rosita y mis pequeños hijos que siempre estuvieron para apoyarme en todas las ocasiones buenas y malas, a mis padres ya que sin el apoyo de ellos no hubiera sido posible llegar a esta instancia.

### **Francisco Romero**

Dedico principalmente a Dios, por concederme una hermosa familia unida y porque él resguarda cada día de nuestras vidas.

Dedico de manera especial a mi familia, pues ellos han sido el principal apoyo para mi superación profesional, porque ellos sentaron bases de responsabilidad y deseos de superación y en ellos tengo un apoyo incondicional en todo momento.

## **AGRADECIMIENTO**

Primero agradecemos a Dios, por la familia que nos brindó, porque fueron la razón y el principal apoyo a lo largo de toda nuestra formación universitaria.

Expresamos nuestro sincero agradecimiento a nuestro asesor de Tesis, Ing. Fernando Muñoz, por su esfuerzo y dedicación. Sus conocimientos, paciencia y orientación fueron indispensables en el proceso de desarrollo e investigación del presente proyecto.

## INDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
INDICE DE CONTENIDOS .....	iv
INDICE DE FIGURAS.....	viii
INDICE DE TABLAS .....	xi
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xiii
RESUMEN.....	xv
ABSTRACT .....	xvi
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO I: AUTOCARAVANAS: HISTORIA Y EVOLUCIÓN.....</b>	<b>3</b>
1.1.1.    Antecedentes históricos.....	3
1.1.2.    Las autocaravanas en el Ecuador .....	5
1.2.    CLASIFICACIÓN DE LOS VEHÍCULOS RECREATIVOS .....	5
1.2.1.    Autocaravana remolcable.....	6
1.2.1.1.    Remolque plegable de acampar .....	6
1.2.1.2.    Remolques de viaje.....	6
1.2.1.3.    Remolques de quinta rueda.....	7
1.2.2.    Autocaravanas motorizadas .....	7
1.2.2.1.    Tipo A .....	7
1.2.2.2.    Tipo B .....	8
1.2.2.3.    Tipo C .....	8
1.2.2.4.    Autobús Convertido.....	9

1.3.	TIPOS DE GENERACIÓN ENERGÉTICA .....	10
1.3.1.	Panel solar (energía solar fotovoltaica).....	10
1.3.1.1.	Funcionamiento .....	10
1.3.1.2.	Aplicación de los paneles solares en las autocaravanas .....	10
1.3.2.	Generador eólico .....	11
1.3.2.1.	Funcionamiento .....	11
1.3.2.2.	Aplicación de la energía eólica en las autocaravanas .....	12
1.3.3.	Grupo electrógeno.....	13
1.3.3.1.	Funcionamiento .....	13
1.3.3.2.	Los generadores electrógenos en las autocaravanas .....	15
1.3.4.	El alternador .....	15
1.3.4.1.	Funcionamiento .....	15
 <b>CAPÍTULO II: ANÁLISIS, DESCRIPCIÓN Y SELECCIÓN .....</b>		<b>17</b>
2.1.1.	El refrigerador .....	18
2.1.2.	El microondas.....	19
2.1.3.	Dispositivo de transmisión de datos.....	20
2.1.4.	Cafeteras eléctricas.....	21
	Tipos de cafeteras.....	21
2.1.4.1.	Consumos energéticos .....	22
2.1.4.1.1.	Consumo de potencia.....	22
2.1.4.1.2.	Tiempos estimados de uso de artefactos seleccionados.....	23
2.1.4.1.3.	Potencia Nominal.....	24
 <b>CAPÍTULO III: DISEÑO Y SIMULACIÓN ELECTROMECAÁNICO .....</b>		<b>29</b>
3.1.1.	Elección del tipo de generación .....	29
3.1.1.1.	Baterías .....	29
3.1.1.2.	Clasificación de baterías .....	30

3.1.1.2.1.	Por su utilidad .....	30
3.1.1.2.2.	Por su método de construcción .....	32
3.1.1.3.	Estado de carga .....	34
3.1.1.4.	Nomenclatura de baterías.....	35
3.1.1.5.	Precauciones de las baterías húmedas .....	35
3.1.1.6.	Selección de la batería .....	35
3.1.1.6.1.	Dimensionamiento de la batería .....	36
3.1.1.6.2.	Capacidad de la batería .....	38
3.1.1.6.3.	Frecuencia de carga .....	40
3.1.1.7.	Selección de generador .....	40
3.1.1.7.1.	El alternador.....	43
3.1.1.7.2.	Pérdidas.....	44
3.1.1.7.3.	Rendimiento.....	45
3.1.2.	Selección y dimensionamiento de elementos auxiliares para generación escogida 46	
3.1.2.1.	Selección del alternador.....	46
3.1.2.2.	Rango de aceptación de las baterías .....	47
3.1.2.2.1.	Tiempo de carga de la batería .....	51
3.1.2.2.2.	Potencia absorbida por el alternador del motor .....	52
3.1.2.2.3.	Selección de banda.....	53
3.1.2.3.	El inversor.....	59
3.1.2.3.1.	Selección del inversor .....	60
3.1.2.3.2.	Selección del inversor .....	63
3.1.3.	Diseño elementos electromecánicos y electrónicos .....	64
3.1.3.1.	Diseño caja porta artefactos.....	64
3.1.3.2.	Diseño de elementos auxiliares.....	65
3.1.3.2.1.	Diseño base de baterías.....	65
3.1.3.2.2.	Diseño de soporte de alternador.....	74
3.1.3.3.1.	Cableado en las baterías.....	79
3.1.3.3.2.	Cuadro general de protección .....	81
3.1.3.3.3.	Líneas eléctricas post inversor.....	81

3.1.3.3.4.	Dispositivos de protección.....	84
3.1.3.4.1.	El inversor.....	86
3.1.3.4.2.	Generador de onda senoidal.....	86
3.1.3.4.3.	Etapas de potencia.....	89
3.1.3.4.4.	Indicador de nivel de carga de batería.....	93
3.1.4.	Simulación de elementos electromecánicos y electrónicos.....	94
3.1.4.1.	Simulación de bases del alternador.....	94
3.1.4.2.	Simulación de bases de batería.....	95
3.1.4.3.	Simulación de circuitos.....	96
3.1.4.3.1.	Simulación del inversor.....	96
3.1.4.3.2.	Generador de onda senoidal.....	96
3.1.4.3.3.	Simulación de nivel de voltaje.....	98
 <b>CAPÍTULO IV: EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL PROYECTO.....</b>		<b>100</b>
4.1.1.	Costo Artefactos.....	100
4.1.2.	Costo de importación.....	100
4.1.3.	Costo total de elementos importados.....	102
4.1.4.	Costo de caja porta artefactos.....	102
4.1.5.	Insumos eléctricos.....	103
4.1.6.	Costo de Instalación.....	104
4.1.7.	Costo Total.....	104
 <b>CONCLUSIONES.....</b>		<b>105</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>		<b>107</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>		<b>108</b>
<b>ANEXOS.....</b>		<b>112</b>

**INDICE DE FIGURAS**

Figura 1.1 La caravana Wanderer con Gordon Stables.....	3
Figura 1.2. Ford Modelo T Tudor Sedan. ....	4
Figura 1.3. Wiedman campo sobre un chasis Stewart Truck.....	4
Figura 1.4. Remolque plegable de acampar. ....	6
Figura 1.5. Remolque de viaje .....	7
Figura 1.6. Remolque de quinta rueda .....	7
Figura 1.7. Vehículo motorizado tipo A. ....	8
Figura 1.8. Vehículo motorizado Tipo B. ....	8
Figura 1.9. Vehículo motorizado Tipo C .....	9
Figura 1.10. Autobús convertido.....	9
Figura 1.11. Panel solar instalado en una autocaravana.....	11
Figura 1.12. Instalación de generador eólico. ....	12
Figura 1.13. Ensamblaje de un grupo electrógeno portátil. ....	14
Figura 1.14. Ensamblaje de un grupo electrógeno portátil. ....	16
Figura 1.15. Partes de un alternador DENSO. ....	16
Figura 2.1. Señal 3G o 4G.....	21
Figura 2.2. Carga de router. ....	21
Figura 2.3. Especificaciones de corriente entrada y salida laptop. ....	25
Figura 2.4. Especificaciones de corriente entrada y salida modem. ....	25
Figura 3.1. Partes de la Batería .....	30
Figura 3.2. Distribución de placas.....	30
Figura 3.3. Conjunto de láminas para evitar corto circuitos. ....	31
Figura 3.4. Láminas de material esponjoso.....	31
Figura 3.5. Conexión en paralelo. ....	38
Figura 3.6. Especificaciones de la baratería SCS225.....	38
Figura 3.7. Pérdidas en el alternador.....	45
Figura 3.8. Kia Sportage active cotas (metros).....	46
Figura 3.9. Alternador Delco Remy 11SI. ....	49
Figura 3.10. Curvas de rendimiento 11SI. ....	49

Figura 3.11. A 4050 revoluciones el alternador produce aproximadamente 70 amperios de salida. ....	51
Figura 3.12. Banda tipo Pk.....	54
Figura 3.13. Distancia entre centros de poleas.....	55
Figura 3.14. Designación del perfil de banda. ....	56
Figura 3.15. Curvas típicas de inversores TSW Y MSW. ....	60
Figura 3.16. Armónicos provocados por corrientes parasitas. ....	61
Figura 3.17. Inversor seleccionado mediante la figura. ....	63
Figura 3.18. Distribución de la caja porta artefactos. ....	65
Figura 3.19. Análisis de ubicación de la batería ....	66
Figura 3.20. Base de batería. ....	66
Figura 3.21. Diseño total del soporte y base. ....	67
Figura 3.22. Diagrama de cuerpo libre.....	67
Figura 3.23. Diagrama de fuerzas. ....	68
Figura 3.24. Cotas del alternador Delco Remy 11SI. ....	74
Figura 3.25. Bloque Motor Kia Sportage.....	75
Figura 3.26. Diseño final del soporte superior.....	75
Figura 3.27. Diseño final del soporte inferior. ....	76
Figura 3.28. Diagrama de cuerpo libre.....	76
Figura 3.29. Diagrama de fuerzas. ....	76
Figura 3.30. Unifilar de circuito antes del inversor. ....	80
Figura 3.31. Unifilar de circuito posterior al inversor. ....	82
Figura 3.32. Conector del alternador al regulador de voltaje.....	85
Figura 3.33. Circuito de filtrado del inversor.....	87
Figura 3.34. Amplificador operacional. ....	87
Figura 3.35. Onda de 60Hz senoidal. ....	88
Figura 3.36. Circuito generador de onda senoidal. ....	88
Figura 3.37. Salida del generador. ....	89
Figura 3.38. Filtro pasa bajo, multiplica por 0 cualquier onda que supere los 60 Hz.....	90
Figura 3.39. Filtro pasa alto, multiplica por 0 cualquier onda que sea menor a los 60 Hz. ....	90

Figura 3.40. Etapa de filtrado y división en parte positiva y negativa.....	91
Figura 3.41. Etapa de potencia.....	92
Figura 3.42. Bobinado primario, núcleo de hierro y bobinado secundario.....	92
Figura 3.43. Transformador interno de un inversor.....	93
Figura 3.44. Indicador de nivel de carga de batería a nivel de descarga.....	93
Figura 3.45. Disposición de fijación y fuerzas.....	94
Figura 3.46. Magnitud de fuerzas.....	94
Figura 3.47. Disposición de fijación y fuerza.....	95
Figura 3.48. Generador onda senoidal 12V.....	96
Figura 3.49. Onda senoidal 12V.....	97
Figura 3.50. Filtro y etapa de potencia.....	97
Figura 3.51. Onda senoidal 110V.....	98
Figura 3.52. Banco de baterías cargado.....	98
Figura 3.53. Banco de baterías descargado.....	99
Figura 4.1. Caja porta artefactos.....	103

**INDICE DE TABLAS**

Tabla 1.1. Partes necesarias para la instalación de un sistema de generación eólica en un RV. ....	13
Tabla 2.1. Especificaciones minibar. ....	18
Tabla 2.2. Especificaciones de microondas Indurama. ....	19
Tabla 2.3. Especificaciones de cafetera Philips. ....	22
Tabla 2.4. Tiempos de uso en horas. ....	24
Tabla 2.5. Cálculos de potencia nominal. ....	25
Tabla 2.6. Potencias requeridas. ....	26
Tabla 2.7. Consumos energéticos. ....	26
Tabla 2.8. Cálculo de amperajes AC y DC. ....	27
Tabla 2.9. Amperios AC y DC. ....	27
Tabla 2.10. Amperios Hora al día. ....	28
Tabla 3.1 Cálculo de consumo corregido. ....	36
Tabla 3.2. Cálculo de capacidad de banco de baterías. ....	36
Tabla 3.3. Cálculo de capacidad energética. ....	39
Tabla 3.4. Cálculo de gasto energético. ....	39
Tabla 3.5. Cálculo de paneles solares. ....	41
Tabla 3.6. Datos del vehículo kia sportage active. ....	47
Tabla 3.7. Cálculo de aceptación de la batería. ....	48
Tabla 3.8. Cálculo de capacidad del alternador. ....	48
Tabla 3.9. Cálculo de relación de transmisión. ....	50
Tabla 3.10. Cálculo de revoluciones del alternador. ....	50
Tabla 3.11. Cálculo de tiempo de carga. ....	51
Tabla 3.12. Cálculo potencia de salida del alternador. ....	52
Tabla 3.13. Cálculo potencia absorbida por el alternador. ....	53
Tabla 3.14. Cálculo potencia de diseño para la banda. ....	55
Tabla 3.15. Cálculo de longitud de la banda. ....	56
Tabla 3.16. Cálculo de abrazamiento lineal. ....	57
Tabla 3.17. Cálculo velocidad de la banda. ....	58

Tabla 3.18. Cálculo de tensión de la banda.....	58
Tabla 3.19. Potencias de encendido y nominal de los artefactos seleccionados.....	62
Tabla 3.20. Dimensiones de cajuela.....	64
Tabla 3.21. Dimensiones de cada artefacto.....	64
Tabla 3.22. Dimensiones de batería.....	65
Tabla 3.23. Cálculos de bases de batería.....	68
Tabla 3.24. Dimensiones del alternador.....	74
Tabla 3.25. Cálculos de soportes del alternador.....	77
Tabla 3.26. Elección de cables de acuerdo al amperaje.....	80
Tabla 3.27. Intensidad en líneas interiores C1.....	83
Tabla 3.28. Intensidad en líneas interiores C2.....	83
Tabla 3.29. Intensidad de cada artefacto.....	84
Tabla 3.30. Corriente antes y después del inversor.....	86
Tabla 3.31. Cálculo del Período de onda.....	89
Tabla 3.32. Resultados de simulación.....	95
Tabla 3.33. Resultados de simulación.....	96
Tabla 4.1. Costo de artefactos.....	100
Tabla 4.2. Costos en el mercado americano.....	101
Tabla 4.3. Aranceles.....	102
Tabla 4.4. Costo total de importación.....	102
Tabla 4.5. Costo de insumos eléctricos.....	103
Tabla 4.6. Costos de instalación.....	104

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Consumo energético entre tipos de refrigeradoras. ....	112
Anexo 2. Rango de tamaños que se encuentran los microondas.....	112
Anexo 3. Tipos de baterías de ciclo profundo.....	113
Anexo 4. Porcentaje de carga y estado de carga. ....	113
Anexo 5. Profundidad de descarga de la batería. ....	114
Anexo 6. Data sheet de batería.....	115
Anexo 7. Porcentajes de presencia de sol en Cuenca.....	116
Anexo 8. Datasheet de panel solar. ....	117
Anexo 9. Perdidas presentes en un alternador. ....	118
Anexo 10. Relación de velocidad y eficiencia del alternador.....	118
Anexo 11. Velocidad del alternador y salida en amperios.....	119
Anexo 12. Datos técnicos del Kia Sportage.....	120
Anexo 13. Rango de aceptación de carga. ....	121
Anexo 14. Data sheet del alternador. ....	122
Anexo 15. Revoluciones promedio a las que trabaja el vehículo. ....	124
Anexo 16. Constantes C2.....	124
Anexo 17. Cuadro de potencia de diseño.....	126
Anexo 18. Tabla de factor de abrazamiento.....	127
Anexo 19. Diferencia de línea efectiva (hb). ....	128
Anexo 20. Constante de elasticidad de la banda. ....	128
Anexo 21. Data sheet del inversor ....	129
Anexo 22. Inversor seleccionado mediante la figura. ....	130
Anexo 23. Distribución de artefactos según su dimensión. ....	130
Anexo 24. Plano de caja porta artefactos. ....	131
Anexo 25. Plano de base de batería superior. ....	135
Anexo 26. Plano de base de batería inferior. ....	136
Anexo 27. Plano de soporte superior del alternador. ....	137
Anexo 28. Plano de soporte inferior del alternador. ....	138
Anexo 29. Tamaños de cables (AWG) y capacidad en amperios. ....	139

Anexo 30. Sección del cableado. ....	139
Anexo 31. De mm <sup>2</sup> a AWG .....	140
Anexo 32. Norma UNE 20.324.....	140
Anexo 33. Mallado.....	140
Anexo 34. Deformación total.....	141
Anexo 35. Esfuerzos equivalentes von – mises. ....	141
Anexo 36. Factor de seguridad.....	142
Anexo 37. Mallado.....	142
Anexo 38. Deformación total.....	143
Anexo 39. Esfuerzos equivalentes von - mises. ....	143
Anexo 40. Factor de seguridad.....	143
Anexo 41. Interruptores generales. ....	144
Anexo 42. Interruptores diferenciales. ....	144
Anexo 43. Interruptores automáticos. ....	145
Anexo 44. Platinas y ángulos .....	146

**DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN ELECTROMECAÁNICA PARA  
LA ALIMENTACIÓN DE ARTEFACTOS DOMÉSTICOS Y  
UTILITARIOS A UN VEHÍCULO CONVENCIONAL KIA  
SPORTAGE ACTIVE 2010 ESTÁNDAR.**

**RESUMEN**

El presente proyecto plantea convertir un SUV (vehículo deportivo utilitario) en un vehículo recreativo dotándolo de corriente alterna 110 voltios para conectar ciertos artefactos, gracias a un banco de baterías que almacenará corriente continua generada por un alternador de alta capacidad. Gracias a un inversor la corriente continua almacenada deberá transformarse en alterna y amplificarse hasta 110 voltios, para poder energizar los artefactos. Existen criterios de selección para los elementos antes mencionados que se deben seguir tales como; tamaño, ubicación dentro del vehículo, demanda de energía, número de baterías, capacidad del alternador, sofisticación de artefactos a energizar, etc.

Los artefactos a energizar se colocarán en la cajuela, dentro de una caja de madera para no modificar el interior del vehículo.

**Palabras clave:** vehículo recreativo, inversor, corriente alterna, alternador, batería.



José Fernando Muñoz Vizñay

**Director del Trabajo de Titulación**



Francisco Xavier Romero Palacios



Diego Francisco Torres Moscoso

**Director de Escuela**



Darío Xavier Chimbo Chicaisa

**Autores**

**DESIGN OF AN ELECTROMECHANICAL INSTALLATION IN A KIA  
SPORTAGE ACTIVE 2010 STANDARD CONVENTIONAL VEHICLE FOR  
ENERGY SUPPLY OF DOMESTIC AND UTILITY DEVICES.**

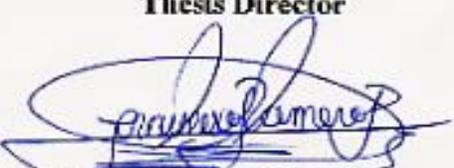
**ABSTRACT**

This project proposes to convert an SUV into a recreational vehicle with a 110 volts alternating current to connect certain types of devices. This will be carried out due to a bank of batteries that will store DC power generated by a high capacity alternator. Thanks to an inverter, the stored direct current must be transformed into AC power and will be amplified to 110 volts to be able to energize the devices. There are selection criteria that must be followed for the aforementioned elements. These are: size, location within the vehicle, energy demand, number of batteries, alternator capacity, and sophistication of artifacts to be energized, etc. The devices to be energized will be placed in the trunk inside a wooden box so as not to modify the interior of the vehicle.

**Keywords:** Recreational Vehicle, Inverter, Alternating Current, Alternator, Battery.

  
José Fernando Muñoz Vizñay  
Thesis Director

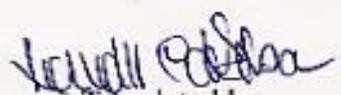
  
Diego Francisco Torres Moscoso  
School Director

  
Francisco Xavier Romero Palacios

  
Darío Xavier Chimbo Chicaiza

**Authors**

  
UNIVERSIDAD DEL  
AZUAY  
Dpto. Idiomas

  
Translated by,  
Lic. Lourdes Crespo

Chimbo Chicaisa Darío Xavier  
Romero Palacios Francisco Xavier  
Trabajo de Titulación  
Ing. José Fernando Muñoz Vizhñay  
Enero, 2017

**DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN ELECTROMECAÁNICA PARA  
LA ALIMENTACIÓN DE ARTEFACTOS DOMÉSTICOS Y  
UTILITARIOS A UN VEHÍCULO CONVENCIONAL KIA  
SPORTAGE ACTIVE 2010 ESTÁNDAR.**

**INTRODUCCIÓN**

En la actualidad los vehículos en el país están diseñados para brindar confort a los ocupantes; sin embargo, algunas personas debido a situaciones especiales necesitan ciertas prestaciones adicionales en su vehículo. Estas condiciones pueden deberse a trabajos aislados de la ciudad que impliquen grandes distancias de manejo, tráfico, falta de tiempo para retornar a su domicilio, viajes extensos, etc. En las cuales se pueden presentar necesidades como, una conexión a una red 110 V o un lugar para calentar alimentos. Por esta razón se cree necesario mejorar las prestaciones y cubrir estas necesidades.

Con el presente proyecto se busca resolver una necesidad mediante un diseño de instalación electromecánica que mejore el confort de un vehículo Kia Sportage Active 2010, para el ocupante. El proyecto a desarrollarse determina el diseño de una red de alimentación de 110 V que no implique mayor modificación en el vehículo.

Este diseño de instalación permite conectar al vehículo artefactos domésticos y utilitarios que cubran las necesidades antes descritas.

**Objetivo General:**

- Diseñar una instalación electromecánica para incorporar artefactos domésticos y utilitarios en el vehículo Kia Sportage Active 2010 estándar.

**Objetivos Específicos:**

- Describir antecedentes de vehículos con prestaciones similares.
- Analizar y seleccionar el tipo de artefactos utilitarios que se podrían conectar a un vehículo RV.
- Realizar el diseño y simulación electromecánica, electrónica, de la fuente de energía y soportes para los artefactos utilitarios.
- Analizar el costo del proyecto.

## CAPÍTULO I

### VEHÍCULOS RECREATIVOS

#### 1.1. Autocaravanas: historia y evolución

El termino RV es el nombre técnico que permite distinguir un tipo de vehículo que tiene prestaciones extras, ya sean para vivienda u otra utilidad. No son exclusivos de uso turístico y su significado etimológico hace referencia a “Recreation Vehicles” o vehículos recreativos, también se los conoce como casa vivienda, autocaravana o campers.

Un vehículo RV, es un medio de transporte que brinda alojamiento inmediato y la capacidad de situarse en cualquier sitio donde se permita estacionar.

##### 1.1.1. Antecedentes históricos

Los nómadas europeos se movilizaban por naturaleza, variando su lugar de asentamiento cada cierto tiempo. Este fue un estilo de vida de los gitanos y artistas de circo que fueron los pioneros en el uso de caravanas. Estos llevaban remolques movidos por caballos.

1880: Se construye el primer tráiler de ocio por la compañía de buses Bristol para el Dr. William Gordon Stables, un autor popular de aventuras de ficción para adolescentes.

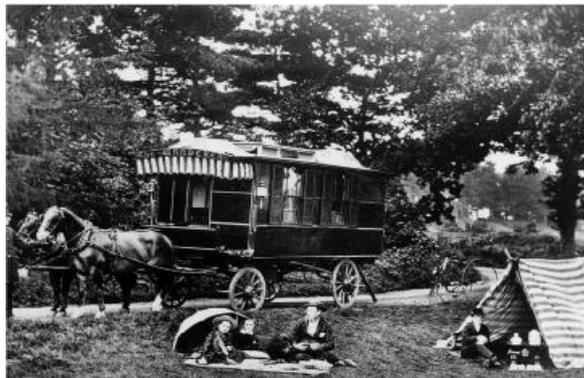


Figura 1.1. La caravana Wanderer con Gordon Stables.  
Fuente: (Beaulieu, Brockenhurst, & Hampshire, 2009)

1901: La historia de los vehículos RV en nuestro continente comienza en California (USA) cuando las primeras autocaravanas se construyen como unidades de orden especial por los constructores de vehículos.

1907: Henry Ford presenta el primer modelo T de Ford hecho para producción masiva, coches con 2.9 litros, motores de 4 cilindros que permite a la mayoría de los estadounidenses acampar en auto por primera vez.



Figura 1.2. Ford Modelo T Tudor Sedan.

Fuente: [http://www.carstyling.ru/en/car/1907\\_ford\\_model\\_t/images/28332/](http://www.carstyling.ru/en/car/1907_ford_model_t/images/28332/)

1926: Los Ford equipados con cuerpos Wiedman Camp se producen primero en Tonawanda (Nueva York), en 1929 se vende por \$ 1900. (Heritage Foundation, 2015)



Figura 1.3. Wiedman campo sobre un chasis Stewart Truck.

Fuente: (Heritage Foundation, 2015)

1966: Winnebago se convierte en la primera línea de producción y montaje en masa de autocaravanas. Estos vehículos salieron bajo el eslogan “American first family of motor homes” o “Los primeros vehículos casa para las familias americanas”.

Eran 5 modelos que medían de 5 a 8.5 metros de largo y se vendían a \$ 5000.

En la actualidad los RV se vuelven más sofisticados y las necesidades de confort que el usuario demanda permiten tener diseños personalizados.

### **1.1.2. Las autocaravanas en el Ecuador**

Actualmente en el país no ha sido explotado el comercio de autocaravanas, por falta de una concesionaria que provea vehículos recreativos, sin embargo, turistas que viajan en autocaravana por América del Sur, cuya travesía incluye experiencias en el Ecuador relatan cómo es recorrer nuestras carreteras y conocer la diversidad de costa sierra y oriente. Por su ubicación geográfica el país es turístico por excelencia, porque le permite al turista local y extranjero abarcar diversidad de climas, flora y fauna en poco tiempo de recorrido.

Las autocaravanas se encuentran categorizadas con la nomenclatura NANDINA número 8716.10.00.00, perteneciente al capítulo 8716 de remolques, de la sección XIII Materiales de Transporte. El banco central del Ecuador no registra estadísticas de importación con la nomenclatura NANDINA, por lo que se entiende que no hay importaciones de autocaravanas al país.

### **1.2. Clasificación de los vehículos recreativos**

Las autocaravanas se clasifican en dos tipos básicos: remolcables y motorizados.

Los vehículos remolcables pueden ser de camping plegables, de viaje y de quinta rueda; estas son unidades que permiten al remolque estar estático en un campo con la consideración que debe ser enganchado para viajar.

Contrariamente los vehículos motorizados tienen sus propios motores, no tienen que ser remolcados. La caravana se incluye dentro de esta categoría.

### **1.2.1. Autocaravana remolcable**

#### **1.2.1.1. Remolque plegable de acampar**

En la mayoría de los casos, el vehículo que una familia promedio tiene es un (SUV, una Pickup o una VAN)<sup>1</sup>, estas pueden halar a los remolques plegables de acampar, que son casas rodantes ligeras y parecidas a una caseta de acampar, la cual se puede guardar fácilmente en un garaje y permite engancharse fácil y rápido. (Brad, 2016)



Figura 1.4. Remolque plegable de acampar.

Fuente: (Brad, 2016)

#### **1.2.1.2. Remolques de viaje**

Este tipo de remolque recreativo puede ser halado por una VAN, una Pickup o un SUV, tomando en cuenta el peso del remolque. Pueden alojarse de dos a ocho personas en su interior y tiene un rango de 3 a 12 metros de largo. (Brad, 2016)

---

<sup>1</sup> VAN, buseta familiar; Pickup, Camioneta; SUV, Vehículo deportivo utilitario.



Figura 1.5. Remolque de viaje.  
Fuente: (Brad, 2016)

### 1.2.1.3. Remolques de quinta rueda

El remolque de quinta rueda es más lujoso que los remolques anteriores por su facilidad para maniobrar gracias a su dispositivo de enganche. La sección delantera en la que generalmente se engancha la quinta rueda está dispuesta para dormitorio por poseer un nivel más elevado. Estos tienen una dimensión de 6 a 12 metros de largo. (Brad, 2016)



Figura 1.6. Remolque de quinta rueda.  
Fuente: (Brad, 2016)

## 1.2.2. Autocaravanas motorizadas

### 1.2.2.1. Tipo A

Este tipo de caravana es la más grande de esta categoría porque tiene un largo entre 8 a 14 metros, lo cual dificulta su manejo en el interior de una ciudad. Se sustenta con energía

almacenada en baterías, mediante generador eléctrico (grupo electrógeno)<sup>2</sup> y tanques de agua usados para alimentación y necesidades básicas. (Brad, 2016)



Figura 1.7. Vehículo motorizado tipo A.  
Fuente: (Brad, 2016)

#### 1.2.2.2. Tipo B

Las autocaravanas clase B son del tamaño de una VAN y su longitud oscila entre los 5 y 10 metros lo que les brinda versatilidad de manejo.



Figura 1.8. Vehículo motorizado Tipo B.  
Fuente: (Brad, 2016)

#### 1.2.2.3. Tipo C

La clase C es una autocaravana tipo A pero de menores dimensiones, ya que posee las mismas características en su interior, generalmente la estructura se monta sobre el chasis

---

<sup>2</sup> Grupo electrógeno; Es una máquina que mueve un generador eléctrico a través de un motor de combustión interna.

del furgón, es maniobrable y tiene una buena utilidad para carreteras angostas por su tamaño entre 6 y 11 metros.



Figura 1.9. Vehículo motorizado Tipo C  
Fuente: (Brad, 2016)

#### **1.2.2.4. Autobús Convertido**

Básicamente es un autobús de 12 a 14 metros, en su interior se han retirado todos los asientos para hacer separaciones, zonas de estar, cocina, baños, etc. Convirtiéndose en una caravana clase A.



Figura 1.10. Autobús convertido.  
Fuente: <http://es.slideshare.net/Clauvita/motorhome-2014>

### **1.3. Tipos de generación energética**

#### **1.3.1. Panel solar (energía solar fotovoltaica)**

##### **1.3.1.1. Funcionamiento**

El panel solar permite generar una fuerza electromotriz, cuando sobre este actúan unas partículas pequeñas carentes de masa llamadas fotones que forman la luz. Los paneles generan corriente continua, por medio de semiconductores cuando están expuestos a un haz de fotones. Mientras la luz incide sobre un elemento fotovoltaico individual o célula solar se genera una potencia eléctrica. Cuando no hay presencia de luz, la electricidad desaparece.

Una célula solar es hecha de material semiconductor, estas poseen electrones unidos con enlaces débiles, los cuales ocupan una banda llamada de valencia. Cuando la luz solar brinda energía por encima de cierto valor a un electrón de valencia, el enlace se rompe y el electrón pasa a formar parte de una nueva banda llamada de conducción.

Estos electrones pueden llevarse a un circuito externo y realizar un trabajo, perdiendo así la energía que captaron y regresando por otro contacto a la banda de valencia inicial, donde aún no hay absorción de energía solar. El flujo de electrones por un circuito exterior se llama corriente de célula, y su producto con el voltaje de los electrones liberados determina la potencia generada.

Las células solares interconectadas y encapsuladas en módulos fotovoltaicos es lo que comercialmente conocemos como paneles solares.

##### **1.3.1.2. Aplicación de los paneles solares en las autocaravanas**

Los paneles solares son muy utilizados en autocaravanas porque son amigables con el medio ambiente a diferencia de un grupo electrógeno.



Figura 1.11. Panel solar instalado en una autocaravana.

Fuente: (RVRoadTrip.us, 2014)

El panel solar es capaz de generar la energía necesaria para energizar cierta cantidad de artefactos, siempre y cuando midamos la cantidad de energía que necesitamos (amperios/día), de esa manera podremos dimensionar el tamaño adecuado del panel solar y el número de los mismos.

El dimensionamiento de los paneles es muy importante porque debemos tener en cuenta el espacio disponible para colocarlos.

### **1.3.2. Generador eólico**

#### **1.3.2.1. Funcionamiento**

La energía eólica proviene del viento gracias a que se aprovecha la cinética de corrientes de aire para producir energía renovable para el ser humano.

Una turbina tiene el funcionamiento opuesto a un ventilador eléctrico, en vez de generar viento a partir de electricidad, esta recibe el viento y genera corriente eléctrica.

Hay tres factores indispensables para la generación de energía por viento:

- Velocidad del viento.- La turbina puede generar corriente eléctrica a baja y alta velocidad. Sin embargo, cuando la velocidad supera un límite, la turbina debe detenerse porque ésta puede resultar dañada.
- Radio de construcción de las aspas de la Turbina.- Mientras más grande el aspa de la turbina, más energía produce, es decir, el aspa es el radio del círculo que describe la turbina al girar, y mientras más grande es el círculo mayor es el área de captación del aire.
- Densidad del Viento.- Es mejor que el aire sea muy denso, sin embargo, la densidad del aire depende de dos factores: altitud y temperatura. En lugares altos el aire es menos denso que al nivel del mar, por esta razón los generadores de viento funcionan mejor en altitud cero.

### 1.3.2.2. Aplicación de la energía eólica en las autocaravanas

En las autocaravanas estos generadores no energizan directamente un consumidor, más bien la corriente es conducida hacia las baterías trabajando como un subministro de carga que evita que esta se vacíe, por esto se les considera cargadores gota a gota.

- **Ejemplo 1.1**

El generador eólico está constituido por 3 aspas livianas y cuentan con un sistema telescópico para regular su altura.



Figura 1.12. Instalación de generador eólico.  
Fuente: (Butta & Deza, 2012)

Una instalación de generación de energía eólica para una autocaravana tiene:

Tabla 1.1. Partes necesarias para la instalación de un sistema de generación eólica en un RV.

<b>Elementos móviles</b>	-Aspas
	-Rotor
<b>Soporte</b>	-Fijación
	-Adaptador angular
	-Altura regulable (telescópico)
<b>Luz testigo</b>	-Display
<b>Instalación</b>	-Reguladores
	-Inversores y amplificador
	-Acumuladores de energía
	-Consumidores (artefactos)

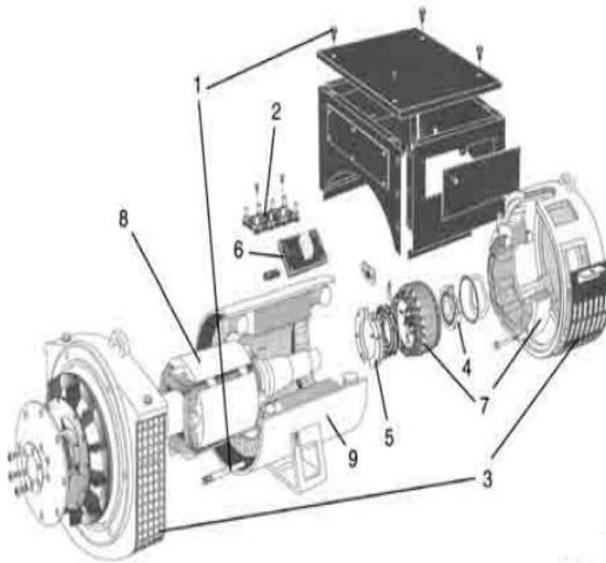
### 1.3.3. Grupo electrógeno

#### 1.3.3.1. Funcionamiento

Es una máquina con un motor de combustión interna a diésel o gasolina que permite mover un generador eléctrico gracias a una correa, piñones o un eje conectado directamente; generando corriente alterna para la alimentación de artefactos, iluminaria, maquinaria, etc. Un grupo electrógeno transforma la energía mecánica en energía eléctrica.

Esto se consigue gracias a la acción de un campo magnético que actúa sobre conductores eléctricos colocados sobre un estator, que está recubierto de hilos de cobre, que forman diversos circuitos. El rotor gira accionado por una turbina, formada por un eje y unos circuitos que pasan a ser electroimanes cuando se les aplica una pequeña cantidad de corriente eléctrica.

Cuando el rotor gira a gran velocidad por la energía mecánica se producen corrientes eléctricas en los hilos de cobre del interior del estator. Estas corrientes son las que proporcionan al generador la denominada fuerza electromotriz.



1	Pernos de fijación
2	Conexiones eléctricas
3	Circuito de refrigeración
4	Rodamientos
5	Conjunto puente de diodo
6	Regulador de tensión
7	Conjunto excitatriz
8	Conjunto rotor
9	Conjunto estator

Figura 1.13. Ensamblaje de un grupo electrógeno portátil.  
Fuente: (Abamotor energía, 2009)

### Ventajas:

- Los grupos electrógenos son capaces de producir corriente eléctrica en cualquier momento del día sin importar las condiciones climáticas.
- Fáciles de transportar.
- Bajo costo de adquisición.

### Desventajas:

- La utilización de combustibles fósiles es difícil de obtener en lugares desolados.
- Los combustibles contaminan el medio ambiente.
- La combustión genera mucho ruido.

### **1.3.3.2. Los generadores electrógenos en las autocaravanas**

Todas las casas rodantes cuentan con un generador eléctrico y está colocado cerca del conductor en un compartimiento exterior. El generador funciona con gasolina o diésel, por lo tanto, cuenta con un tanque de combustible que debe contener más de  $\frac{1}{4}$  de su capacidad volumétrica para que pueda operar.

### **1.3.4. El alternador**

#### **1.3.4.1. Funcionamiento**

Si se genera un campo magnético que es cortado por un conductor eléctrico en éste se genera una tensión. Este es el principio de funcionamiento en el cual se basan los alternadores para poder generar corriente eléctrica mediante un rotor impregnado con imanes el cual gira creando un campo magnético; y un estator con tres arrollamientos desfasados cada uno a  $120^\circ$  entre sí. De esa forma tiene lugar un ciclo que se repite constantemente, produciendo la corriente alterna.

Aunque internamente el alternador crea una onda de corriente alterna ésta se convierte en corriente continua para cargar la batería. De esta transformación se encarga un rectificador de 6 diodos; 3 se utilizan en el lado positivo y 3 en el lado negativo.

En conclusión, la corriente del alternador tiene 2 funciones principales: recarga y mantiene el voltaje en la batería, por lo tanto, el alternador y la batería forman un circuito llamado de carga.

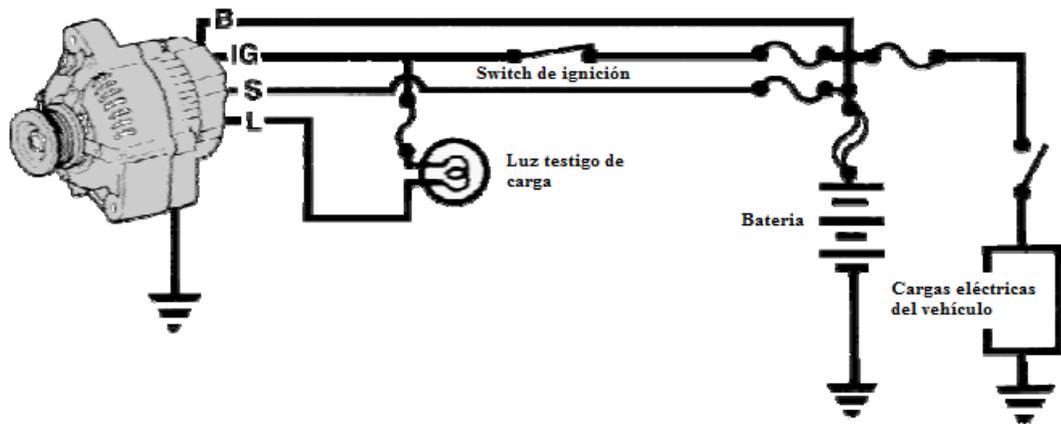


Figura 1.14. Circuito de carga.  
Fuente: (Sullivan, 2014)

La corriente que llega del alternador a la batería a través del circuito es restringida por un regulador que monitorea el nivel de carga de la batería y el voltaje del campo magnético del estator. El regulador es el que preserva todo el sistema de carga. (Sullivan, 2014)

El alternador está compuesto de varios elementos, pero cuatro partes son fundamentales:

- Estator (adjunto a la carcasa del alternador, permanece estacionario)
- Rotor (gira dentro del estator)
- Rectificador
- Regulador de voltaje

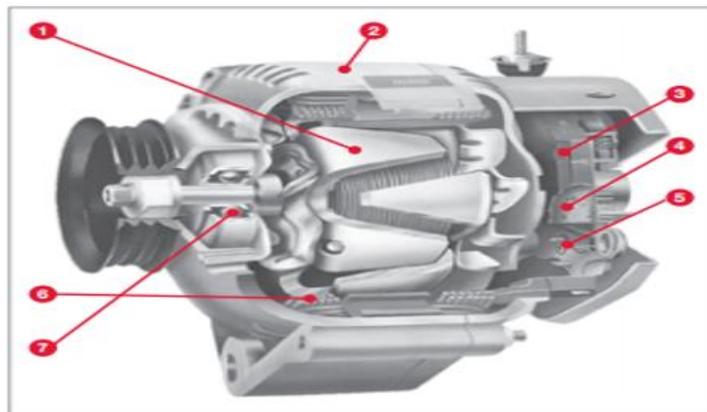


Figura 1.15. Partes de un alternador DENSO.  
Fuente: (Denso, 2015)

## CAPÍTULO II

### ARTEFACTOS DOMÉSTICOS

#### 2.1. Análisis, descripción y selección

En una autocaravana existen 2 tipos de corriente eléctrica: (12 voltios DC y 120 voltios AC)<sup>3</sup>.

Los 12 voltios DC energizan lo necesario: luces, motor de las plumas, pito, ventilador, etc. Los 120 voltios AC energizan los artefactos extras que el usuario de la autocaravana necesita para su comodidad.

Es importante conocer qué tipo de artefactos extras se ocuparán en el vehículo, porque para la adquisición de los mismos debemos considerar ciertos parámetros importantes como:

- Pesos y dimensiones
- Consumo eléctrico
- Espacio para baterías.

Para poder obtener 120 voltios AC, se debe usar un inversor, cuya labor es convertir 12 voltios DC de una batería a 120 voltios AC, para energizar cualquier artefacto.

Para esto se debe conocer los artefactos que se usarán, sus tipos y consumo.

---

<sup>3</sup> AC, corriente alterna; DC, Corriente continua.

### 2.1.1. El refrigerador

- **Tipos de refrigeradoras**

Los refrigeradores que se utilizan en las autocaravanas se conocen como “minibares”, y tienen características especiales como el tamaño y el consumo. Sin embargo, el consumo no es un factor determinante en el rendimiento al enfriar, ya que en algunos casos el minibar que menos energía consume es el que mejor rendimiento para enfriar tiene. Lo que determina la capacidad de enfriamiento es el sistema que utilice para hacerlo.

Existen tres sistemas para enfriar:

- Sistema por compresor
- Sistema termoelectrico
- Refrigeración por absorción.

Para establecer una comparación entre los sistemas de enfriamiento el anexo 2.1 indica el consumo energético y tiempo de enfriamiento como parámetros para la selección correcta del tipo de minibar.

El recuadro en rojo del anexo 2.1 indica que la refrigeradora tipo compresor es la más adecuada porque tiene el menor consumo y el mejor tiempo de enfriamiento.

El minibar escogido es:

Tabla 2.1. Especificaciones minibar.

<b>Marca</b>	Midea
<b>Modelo</b>	HS-65L
<b>Tipo</b>	Compresor
<b>Capacidad</b>	44 litros
<b>Potencia</b>	75 W de potencia

<b>Dimensiones externas (alto, ancho, profundidad)</b>	500x420x460 (mm)
--	------------------

### 2.1.2. El microondas

El microondas es un artefacto doméstico útil para calentar alimentos en minutos, por eso se utiliza mucho en autocaravanas. Existen variedad de tipos de microondas que difieren entre sí por su disposición, por ejemplo, los llamados (sobre encimera y empotrables)<sup>4</sup>, pero su principio de funcionamiento es el mismo. En el mercado ecuatoriano solo está disponible el microondas “sobre encimera”.

Por falta de variedad la selección se basa en dos parámetros: el tamaño y el consumo. El anexo 2.2 indica como varía la potencia dependiendo del tamaño, pero lo más apropiado es un microondas pequeño y de baja potencia. El microondas escogido es considerado pequeño porque su capacidad es de 17 litros y tiene una potencia de 600 W

Tabla 2.2. Especificaciones de microondas Indurama.

<b>Marca</b>	Indurama
<b>Modelo</b>	MWI-1CRP
<b>Capacidad</b>	17 litros
<b>Potencia</b>	600 W de potencia
<b>Dimensiones externas (profundidad, largo , alto)</b>	340x440x260 (mm)

Fuente: <http://www.indurama.com/productos/microondas-mwi-17cr-indurama/>

<sup>4</sup> Sobre encimera, asentado sobre un soporte; Empotrables, sujetos a una pared.

### **2.1.3. Dispositivo de transmisión de datos**

En el Ecuador la tecnología para autocaravanas no está a la vanguardia, actualmente no hay variedad que permita dotar un vehículo de internet móvil, sin embargo, hay operadoras telefónicas que brindan internet inalámbrico que puede adaptarse a un vehículo.

Las operadoras son:

- Movistar
- Claro

#### **Movistar**

Movistar tiene un modem que es capaz de abastecer 5 computadoras, pero el número de megabytes es compartido. La cantidad de megabytes varía según el plan que se adquiera.

En la cuota de pago del plan se incluye el IVA, también el costo del equipo y un valor de desgravamen del mismo. Otra opción es adquirir el dispositivo transmisor de datos por un valor de \$ 360, lo que permite hacer recargas para acceso a internet solo cuando sea necesario.

El dispositivo que movistar tiene a disposición de sus usuarios funciona solamente conectándose a un interruptor.

#### **Claro**

Claro cuenta con un modem HUAWEI modelo E5573 que tiene capacidad de abastecer 10 computadoras y tiene velocidad de descarga 4G.

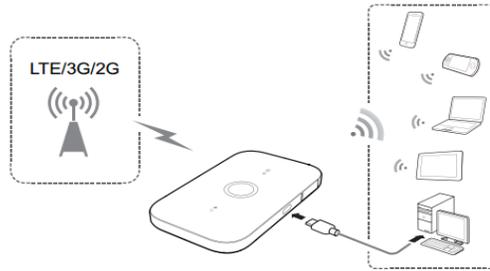


Figura 2.1. Señal 3G o 4G.  
Fuente. (Huawei, 2014)

Este dispositivo tiene una batería, que se recarga directamente de un interruptor 110 V.

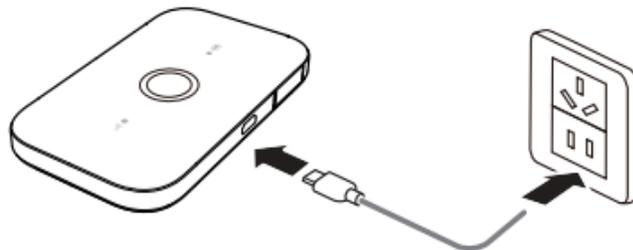


Figura 2.2. Carga de router.  
Fuente. (Huawei, 2014)

Su costo en Claro es de \$99.68, pero necesita un plan de datos complementario.

Para ambos casos se necesita captar señal para establecer conexión, y la operadora que mejor cobertura tiene es Claro, por esta razón se escoge el modem HUAWEI modelo E5573.

#### 2.1.4. Cafeteras eléctricas

La cafetera permite hervir agua en poco tiempo, por esta razón es de uso común en autocaravanas. Su capacidad volumétrica y tamaño son rubros de importancia para la selección.

#### Tipos de cafeteras:

- Cafetera de filtro o goteo

- Cafetera expreso
- Cafetera italiana
- Cafetera percoladora
- Cafetera de vacío.

La cafetera de goteo es la de menor volumen y la más adecuada para el proyecto. Las otras son de uso comercial por su gran capacidad.

Tabla 2.3. Especificaciones de cafetera Philips.

<b>Marca</b>	Philips
<b>Modelo</b>	HD7447/20
<b>Capacidad</b>	1.2 litros
<b>Potencia</b>	900W
<b>Tipo</b>	Goteo

Fuente. (Huawei, 2014)

#### **2.1.4.1. Consumos energéticos**

##### **2.1.4.1.1. Consumo de potencia**

El consumo energético es personal, porque depende del tiempo que se ocupe cada artefacto. El período varía entre cada persona.

Para encontrar el consumo se debe multiplicar la potencia nominal por el tiempo de uso del artefacto.

Por ejemplo: Un microondas de 600W se usa 1h al día, si multiplicamos la potencia por el tiempo de uso tendremos un consumo de 600Wh/día.

#### **2.1.4.1.2. Tiempos estimados de uso de artefactos seleccionados**

Para realizar los cálculos de consumo energético, se debe considerar tiempos críticos para cada artefacto. En una autocaravana, los artefactos no pueden estar conectados tiempos indefinidos, porque la fuente de energía es agotable.

Refrigeradora.- Una refrigeradora no puede estar encendida todo el tiempo, como en un domicilio, por esta razón se considera 8 horas como tiempo de funcionamiento máximo, considerando que es el período que dura una jornada laboral.

Microondas.- Al realizar pruebas en un microondas, se determinó que el tiempo para calentar un plato de comida es de 4.5 minutos, considerando que el plato estuvo previamente en el refrigerador. Este valor se multiplica por cuatro considerando que todos los pasajeros comen.

Cafetera.- Para estimar el tiempo de uso de la cafetera se considera el volumen de agua a calentar en el depósito, el cual es 1.2 litros. El tiempo estimado para hervir este volumen de agua es de 3 minutos, al hacer café 3 veces al día, el tiempo total sería 9 minutos que en horas es 0.15.

Computadora.- Una computadora portátil tarda en cargar 1.5 horas, estimando que se cargaría 2 veces al día, lo que será un tiempo de 3 horas de uso al día.

Modem.- El tiempo de uso del modem es incierto porque tiene una batería, cuyo tiempo de carga es de 1.5 horas y tiene una duración de 4 horas de uso.

La siguiente tabla resume el tiempo de consumo al día para cada artefacto, y el tiempo total.

Tabla 2.4. Tiempos de uso en horas.

<b>Artefactos AC</b>	<b>Horas de uso al día (h)</b>
Refrigeradora	8
Microondas	0.30
Cafetera	0.15
Computadora	3
Modem	1.5
Total	12.95

#### **2.1.4.1.3. Potencia Nominal**

El término potencia nominal es la velocidad de consumo de energía de un artefacto, entonces, es la cantidad de energía eléctrica que utiliza un aparato en condiciones normales de uso; esto quiere decir que el aparato está diseñado para soportar esa cantidad de potencia sin recibir daños, sin embargo, por fluctuaciones en la corriente esta puede variar, siendo más baja o alta. Esta es la razón por la cual se utiliza la potencia nominal para calcular el consumo.

La potencia nominal se encuentra en la etiqueta del electrodoméstico, su unidad es el Wattio. En algunos aparatos no viene marcada la potencia nominal en la etiqueta de forma directa, pero se indican otros parámetros para poder calcular la misma.

El modem y la laptop no incluyen en su etiqueta la potencia nominal, pero brindan otros datos que permiten calcularla.



Figura 2.3. Especificaciones de corriente entrada y salida laptop.

La etiqueta nos indica que a la salida del transformador (OUPUT), el computador recibe 20V y una corriente de 6.75A, parámetros con los cuales se encuentra la potencia nominal.

OUPUT LAPTON:

- 20 V
- 6.75 A

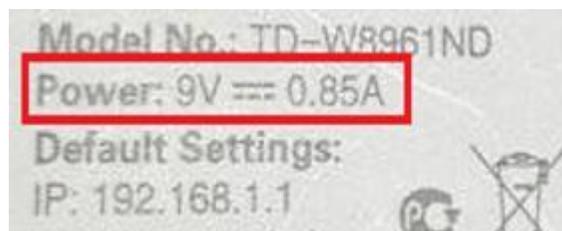


Figura 2.4. Especificaciones de corriente entrada y salida modem.

OUPUT MODEM:

- 9 V
- 0.85 A

Tabla 2.5. Cálculos de potencia nominal.

Descripción	Criterio	Datos	Unidades	Resultado
		Potencia (P) = ?	W: Wattios	

Cálculo Potencia nominal laptop	$P = V \times I$			135 W
		Voltaje (V) = 20 V	V: Voltios	
		Intensidad (I) = 6.75 A	A: Amperios	
Cálculo Potencia nominal modem	$P = V \times I$	Potencia (P) = ?	W: Wattios	7.65 W
		Voltaje (V) = 9 V	V: Voltios	
		Amperios (I) = 0.85 A	A: Amperios	

Con los datos anteriores completamos la tabla de potencia nominal de todos los artefactos.

Tabla 2.6. Potencias requeridas.

Artefactos	Potencia Nominal (W)
Refrigeradora	75
Microondas	600
Cafetera	900
Computadora	135
Modem	8
<b>Total</b>	<b>1718</b>

La siguiente tabla es el consumo energético de cada artefacto. Se multiplica el valor de potencia por el número de horas al día, para obtener el consumo.

Tabla 2.7. Consumos energéticos.

Artefactos	Potencia Nominal (W)	Horas de uso al día (h)	Energía (Wh)
Refrigeradora	75	8	600
Microondas	600	0.30	180
Cafetera	900	0.15	135

<b>Computadora</b>	135	3	405
<b>Modem</b>	8	1.5	12
Consumo energético total			1332

Amperajes.- Para sacar el amperaje de cada artefacto se utiliza la ecuación de potencia eléctrica. Es necesario transformar los amperios AC a DC debido a que la batería entrega solamente corriente DC. La potencia nominal que consumen los artefactos siempre será la misma, ya sea que la corriente absorbida sea 120V AC o 12V DC.

Tabla 2.8. Cálculo de amperajes AC y DC.

Descripción	Criterio	Datos	Unidades	Resultado
Cálculo de amperios (refrigerador) AC	$P = V \times I$ $I = \frac{P}{V}$	Potencia (P) = 75W	W: Wattios	0.625 (AC)
		Voltaje (V) = 120 V	V: Voltios	
		Intensidad (I) = ?	A: Amperios	
Cálculo de amperios DC	$P = V \times I$ $I = \frac{P}{V}$	Potencia (P) = 75 W	W: Wattios	6.25 A (DC)
		Voltaje (V) = 12 V	V: Voltios	
		Amperios (I) = ? A	A: Amperios	

Para cada artefacto se realiza el mismo cálculo, y se obtienen los siguientes resultados:

Tabla 2.9. Amperios AC y DC.

Artefactos	Potencia Nominal (W)	Amperios AC (A)	Amperios DC (A)
------------	----------------------	-----------------	-----------------

<b>Refrigeradora</b>	75	0.625	6.25
<b>Microondas</b>	600	5	50
<b>Cafetera</b>	900	7.5	75
<b>Computadora</b>	135	1.125	11.25
<b>Modem</b>	8	0.066	0.66
Amperios DC totales			143.166

Consumo en amperios hora.- Los amperajes DC obtenidos de cada artefacto, se deben multiplicar por el tiempo de uso respectivo (tabla 2.3), y se obtiene el consumo en amperios hora (Ah).

Tabla 2.10. Amperios Hora al día.

<b>Artefactos AC</b>	<b>Amperios DC</b>	<b>Horas de uso al día (h)</b>	<b>Consumo (Ah)</b>
<b>Refrigeradora</b>	6.25	8	50
<b>Microondas</b>	50	0.30	15
<b>Cafetera</b>	75	0.15	11.25
<b>Computadora</b>	11.25	3	33.75
<b>Modem</b>	0.66	1.5	0.99
<b>Consumo total (Amperios Hora al día)</b>			110.99

Esta información servirá en el capítulo 3 para la selección del banco de baterías, y la manera de satisfacer la carga de las mismas.

## **CAPÍTULO III**

### **ELECCIÓN, DISEÑO Y SIMULACIÓN**

#### **3.1. Diseño y simulación electromecánico**

##### **3.1.1. Elección del tipo de generación**

Para realizar la elección del tipo de generación, primero es necesario conocer el tipo de acumuladores y cuanta energía se debe almacenar para abastecer a todos los artefactos.

###### **3.1.1.1. Baterías**

Un acumulador de energía es aquel que permite retener cantidad de energía en su interior, que se empleará cuando se necesite.

Una batería está conformada por varios acumuladores, que se unen en un solo recipiente o mono bloque para lograr voltajes necesarios.

Una batería es un acumulador portátil de energía eléctrica, porque cumple un proceso electroquímico que tiene dos fases. En la primera fase hay una conversión de energía eléctrica a química y ocurre cuando la batería se está cargando. En la segunda etapa la conversión es a la inversa (química a eléctrica) y ocurre cuando la batería se descarga. Para que se lleva a cabo la transformación son necesarios 2 electrodos metálicos inmersos en un medio que los vincule. Cada electrodo tendrá polo positivo o negativo respectivamente. (sonic, 2009)

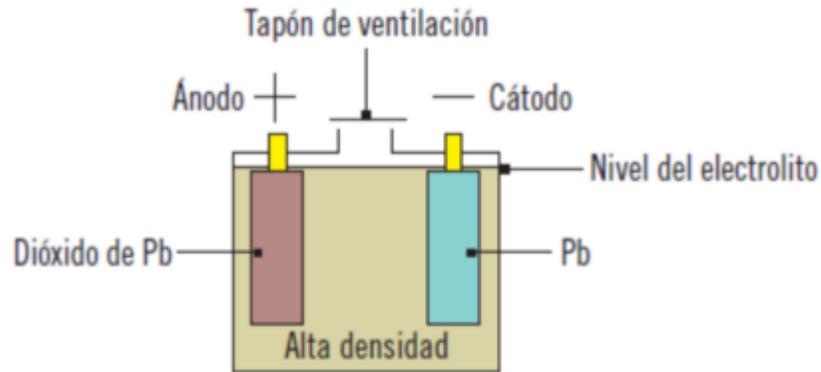


Figura 3.1. Partes de la Batería.  
Fuente: (Ariza, 2014)

### 3.1.1.2. Clasificación de baterías

Las baterías se clasifican bajo dos criterios: por su utilidad y por su método de construcción.

#### 3.1.1.2.1. Por su utilidad

- **Baterías de Arranque**

Usualmente son usadas para encender motores, porque brindan gran cantidad de energía al motor de arranque en poco tiempo. Las baterías de arranque están constituidas de una gran cantidad de láminas o placas que brindan mayor área de superficie. (Ariza, 2014)

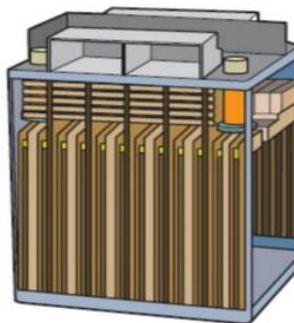


Figura 3.2. Distribución de placas.  
Fuente: (Ariza, 2014)

Al conjunto de láminas unidas entre sí se les conoce como elementos. Estas láminas son positivas y negativas y están aisladas por separadores, los cuales sirven para evitar un cortocircuito interno, y se colocan entre las caras de las placas. (Ariza, 2014)



Figura 3.3. Conjunto de láminas para evitar corto circuitos.  
Fuente: (Ariza, 2014)

Las láminas son de un material esponjoso, el cual está fabricado para soportar pocos ciclos en su vida útil.



Figura 3.4. Láminas de material esponjoso.  
Fuente: (Ariza, 2014)

En término de baterías un ciclo corresponde a una carga y descarga de la misma. Por lo tanto, si estas baterías sufren muchos ciclos, la esponja se consume y se deposita en el fondo de la celda.

Normalmente, las baterías de arranque duran un período de 30 a 150 ciclos si trabajan bajo condiciones críticas, es decir que su nivel de carga baja a menos del 50%. Por otro lado, pueden durar miles de ciclos si trabajan en condiciones normales con niveles de descarga de 2 a 5%. (Ariza, 2014)

- **Baterías de ciclo profundo**

Son baterías que permiten descargas del 80%, esto gracias a que cuentan con placas gruesas de plomo sólido que remplazan a la esponja.

- **Baterías marinas**

Estas baterías son consideradas híbridas, porque se ubican entre las baterías de arranque y las baterías de ciclo profundo, las placas de estas baterías son de plomo esponjoso, pero es más corpulenta y pesada que una batería de arranque normal. Este tipo de baterías no debe descargarse más del 50% para alargar su vida.

### **3.1.1.2.2. Por su método de construcción**

Dependiendo del constructor las hacen flotantes, gelificadas y las AGM<sup>5</sup>, también conocidas como secas, debido a que la materia de fibra de vidrio es 95% saturada con ácido sulfúrico y un 5% de líquido.

- **Baterías húmedas**

Las baterías húmedas, son aquellas que tienen electrólito líquido, y normalmente éstas tienen capilares que se pueden abrir para completar el nivel del mismo. Los capilares tienen un orificio que permite la salida de gases a la atmósfera mientras

---

<sup>5</sup> Absorbed Glass Mat, baterías de fibra de vidrio absorbente.

la batería se está cargando o funcionando. Esta es una desventaja en comparación a las selladas porque estas cuentan con unas válvulas que se abren y permiten la salida de gases solo cuando hay recalentamiento debido a sobrecarga de la batería.

- **Baterías gelificadas**

Estas baterías se caracterizan porque su electrólito es gel, es decir que tienen ácido que ha sido gelificado por la adición de gel silicón, convirtiendo el ácido en una masa sólida. La ventaja de estas baterías es que no salpican ácido incluso si el mono bloque se rompe. Sin embargo, se deben cargar con baja intensidad para no dañar las celdas. Son baterías ideales para generadores de panel solar. Otra desventaja es que se cargan solo con un rango de voltaje bajo, para evitar daños irreparables en el gel y perder capacidad de la batería.

- **Baterías secas**

Son baterías selladas que utilizan una malla de fibra de vidrio hecha de boro-silicio entre las placas positivas y negativas como separador aislante que absorbe el electrólito porque actúa como papel secante.

**Ventajas:**

- No hay riesgo que el ácido se derrame debido a que la fibra de vidrio lo absorbe.
- Otra ventaja es que no presentan resistencia interna debido a que la fibra de vidrio esta presionada contra las placas, por lo que no hay recalentamiento con cargas y descargas pesadas.
- Una batería seca en desuso solo se descarga del 1 al 3% mensual y pueden mantener carga por mucho más tiempo que otro tipo de baterías.
- Gracias que no tiene líquido, la emisión de hidrógeno es menor al 4% especificado como máximo para zonas cerradas.

**Desventajas:**

- Para una autocaravana las baterías gelificadas y secas no son apropiadas debido a sus especiales requerimientos de carga que necesitan un control preciso, con un margen de error mínimo.
- Una corriente de carga inadecuada dañará a la batería, causando que se abran las válvulas de alivio para permitir la salida de gas. Como consecuencia se pierde el electrolito, y la batería sufrirá descargas profundas rápidamente. Si las descargas profundas son frecuentes, la vida de la batería disminuye.
- Para poder cargar estas baterías se debe tener un sistema inteligente que regule los picos de tensión. Nunca una batería gelificada o seca debe ser cargada con un alternador, debido a que los reguladores que estos poseen, no tienen la sofisticación necesaria. Esto no permitirá que la batería se cargue por completo, o la sobrecargue.
- Los reguladores de corriente que estas baterías requieren tienen sensores de temperatura para la batería, que varía la corriente de carga. El regulador detecta el estado de carga y disminuye o aumenta la corriente según las condiciones requeridas.

**Conclusión:**

- Debido a los sistemas periféricos sofisticados que una batería tipo seca (AGM) requiere, y a su susceptibilidad a averiarse por errores en etapa de carga, se ha decidido usar una batería de ciclo profundo plomo- ácido.

**3.1.1.3. Estado de carga**

El estado de carga de una batería se puede determinar midiendo el voltaje o la densidad del electrolito, sin embargo, esto no permite saber los Ah que entrega. Normalmente una batería de 12V cargada tiene 2.17V por celda. A un 50% de carga, cada celda decaerá a un 2.03V, y descargada completamente tendrá un valor de 1.75V. La densidad del electrolito a carga completa es de 1.265 kg/dm<sup>3</sup>, y baja es de 1.13 kg/dm<sup>3</sup>, aunque este

parámetro varía dependiendo el tipo de batería que se utilice y la temperatura a la que trabaje.

#### **3.1.1.4. Nomenclatura de baterías**

Los constructores de baterías tienen cierta nomenclatura específica para asignar el rango de Ah en los que trabaja la batería al igual que el voltaje de la misma. Ver anexo 3

#### **3.1.1.5. Precauciones de las baterías húmedas**

Las precauciones a tomar en cuenta son las siguientes:

- El área de la batería tiene que estar ventilada para prevenir la acumulación y concentración de hidrógeno en el compartimento del banco de baterías.
- Las baterías deben ubicarse lejos de elementos que emanen humo, generen chispa o llama.
- Se debe manipular la batería sin ningún accesorio metálico para no causar un cortocircuito.
- En caso de cambio de batería primero desconectar el borne negativo. Asegurarse que todos los accesorios estén apagados para no causar algún corto circuito.

#### **3.1.1.6. Selección de la batería**

A partir del dato de consumo obtenido en la tabla 2.9, se calcula un valor de consumo corregido, en donde se considera la eficiencia del inversor, batería y un factor de seguridad contra la descarga.

La eficiencia de una batería se define como “la relación entre los Ah entregados a un circuito consumidor hasta que se agota completamente, y los Ah necesarios para cargarla nuevamente”. (Sun, 2014) Una batería con electrolito líquido tiene una eficiencia de 85%, una de plomo ácido tipo seca (AGM) tiene 95%, es la mayor eficiencia que una batería de

ciclo profundo tiene. Las baterías no tienen el 100% de eficiencia, porque esta se pierde en forma de calor o en reacciones químicas cuando se carga y se descarga.

La eficiencia de un inversor “viene determinada por la pureza de la onda sinodal, un inversor de señal pura, cuyo voltaje de entrada es de 12 V y entrega 100-120 o 220-240V a la salida, alcanza una eficiencia de 95%.” (Gough, 2014). El inversor se verá con profundidad más adelante.

El consumo corregido se calcula con la siguiente manera:

Tabla 3.1 Cálculo de consumo corregido.

Descripción	Criterio	Datos	Unidades	Resultado
Consumo corregido	$C_c = \frac{C}{\beta \cdot \iota}$	Consumo corregido (Cc) = ?	Ah: Amperios hora	137.44 Ah DC
		Consumo artefactos DC (C) = 110.99 Ah	Ah: Amperios hora	
		Eficiencia de la batería ( $\beta$ ) = 0.85		
		Eficiencia del inversor ( $\iota$ ) = 0.95		

### 3.1.1.6.1. Dimensionamiento de la batería

Para el dimensionamiento de la batería se usa la siguiente fórmula:

Tabla 3.2. Cálculo de capacidad de banco de baterías.

Descripción	Criterio	Datos	Unidades	Resultado
		Capacidad batería (Bc) = ?	Ah: Amperio hora	

Capacidad del banco de baterías	$B_c = \frac{C_c}{n}$			274.89 Ah DC
		Consumo Corregido (Cc) = 137.44 Ah DC	Ah: Amperio hora	
		Factor de seguridad contra descarga (n) = 0.5		

El factor de seguridad contra descarga, es para proteger la vida del banco de baterías, y no permitir que la carga descienda hasta menos de la mitad y comprometa el número de ciclos que la batería puede brindar (ver anexo 4). Si la carga de la batería decae el funcionamiento del inversor también se ve afectado.

La curva del anexo 5 indica el porcentaje de descarga de la batería versus los ciclos de vida. Mientras más severa es la descarga, menores serán los ciclos que la batería pueda brindar. Por lo tanto, este factor nos permite duplicar el valor de capacidad el banco de baterías, para que cuando los consumidores vacíen la misma, esta tenga una reserva de seguridad por encima del 50%.

Finalmente, para poder abastecer el consumo de 274.89 Ah que requieren todos los artefactos se escogen 2 baterías del grupo 30H (anexo 3) que es una batería de 12 voltios DC y que tiene una capacidad de 130 Ah. La batería SCS225 de la marca Trojan cumple con los requerimientos mencionados. Ver anexo 6

El grupo 30H entrega 130Ah, pero para poder abastecer los 274.89Ah, debemos escoger dos baterías y conectarlas en paralelo. Con esta conexión se suma la capacidad y se mantiene el voltaje.

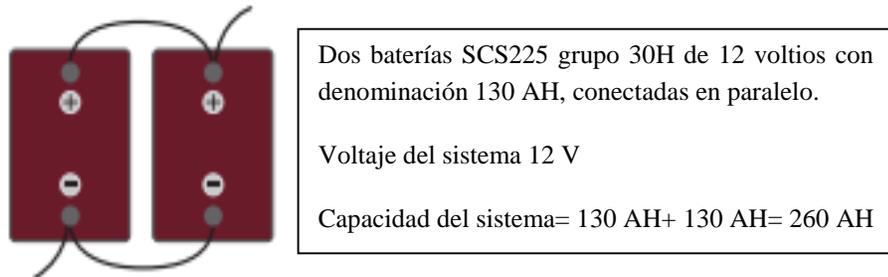


Figura 3.5. Conexión en paralelo.  
Fuente: (Trojan, 2015)

### 3.1.1.6.2. Capacidad de la batería

La principal propiedad de una batería de ciclo profundo es la capacidad en Ah, que indica lo que puede suministrar por período de tiempo específico, normalmente estos períodos son 20 horas, 100 horas o 10 horas.

#### Ejemplo

BCI GROUP SIZE	CAPACITY <sup>®</sup> Amp-Hours (AH)				ENERGY (kWh)
	5-Hr Rate	10-Hr Rate	20-Hr Rate	100-Hr Rate	100-Hr Rate
<b>RV DEEP-CYCLE BATTERIES - with T2</b>					
30H	105	118	130	144	1.73

Figura 3.6. Especificaciones de la batería SCS225.  
Fuente: (Trojan, Información de la línea del producto, 2015)

El cuadro anterior indica la capacidad Ah para cada rango de tiempo respectivamente. La especificación en verde dice que la batería proveerá 6.5 amperios de corriente a un voltaje continuo de 12 voltios por un lapso de 20 horas. Los 6.5 amperios se calcularon dividiendo

130Ah/20h; En este caso, tenemos 2 baterías conectadas en paralelo, por lo cual la capacidad es de 260 Ah. Los cuales debemos dividir para 20 h.

Tabla 3.3. Cálculo de capacidad energética.

Descripción	Criterio	Datos	Unidades	Resultado
Capacidad energética	$Ce = \frac{Br}{t}$	Capacidad energética ( $Ce$ ) = ?	A: Amperio	13 A
		Capacidad batería real ( $Br$ ) = 260 Ah	Ah: Amperio hora	
		Tiempo teórico ( $t$ ) = 20 h	h: hora	

Si consideramos que el tiempo total obtenido en la tabla 2.3, es lo que necesita la batería trabajar, entonces se divide el consumo total de amperios DC (especificados en la tabla 2.8), para el tiempo para obtener el gasto energético.

Tabla 3.4. Cálculo de gasto energético.

Descripción	Criterio	Datos	Unidades	Resultado
Gasto energético	$Ge = \frac{CT}{T}$	Gasto energético real ( $Ge$ ) = ?	A: Amperio	8.57 A
		Consumo energético diario ( $CT$ ) = 110.99 Ah	Ah: Amperio hora	
		Tiempo real ( $T$ ) = 12.95 h	h: hora	

8.57A será la corriente que la batería debe suministrar cada hora durante 12.95h para energizar todos los artefactos. Por lo tanto, los 8.57A están dentro del rango de 13A que el banco de baterías escogido es capaz de suministrar. Además, el tiempo que suministra

este amperaje es por 20 h, por lo que no habrá problemas si hay desfase en el tiempo de uso de artefactos.

### **3.1.1.6.3. Frecuencia de carga**

Con la batería a carga máxima, tenemos un período de servicio de 20h con el amperaje adecuado. Si utilizamos en un día 12.95h, tendremos un restante de 7.05h y una reserva energética para el día siguiente, sin recibir carga.

Esta reserva es importante porque minimiza la necesidad de encender el motor para cargar la batería. Normalmente un vehículo circula a diario un período de tiempo corto en la ciudad, este tiempo recargará la batería, siempre y cuando la capacidad del alternador abastezca carga rápida al banco de baterías.

### **3.1.1.7. Selección de generador**

El generador de energía es aquel que se encarga de mandar corriente a la batería para cargarla.

Una batería descargada puede aceptar gran cantidad de corriente en una primera etapa. Cuando la batería se va llenando de carga, la cantidad de corriente que acepta es menor. El voltaje de una batería cargada es de 12.7V y descargada tendrá un voltaje de 11.9V según el anexo 4. Una batería de ciclo profundo alargará su duración si se mantiene encima de 12.1V.

Un generador es un dispositivo externo a la batería, que le ayuda a llegar a un voltaje mayor que 12.7V, esto se logra porque la batería recibe corriente del mismo. Por lo tanto, la manera más rápida de cargar la batería es mandar la mayor cantidad de corriente hacia la misma.

En fase de carga subirá su voltaje a 13V, después a 14V y seguirá aumentando. Una batería con gran descarga tardará más en alcanzar dichos voltajes que una batería que tenga baja descarga.

En el capítulo 1 se realizó el estudio de cuatro métodos de generación de energía.

Paneles solares.- Para el análisis del panel solar primero se debe considerar que es impredecible porque depende del clima, sobre todo si se considera que la ciudad de Cuenca está en la región interandina donde el cielo está nublado la mayor parte del año, excepto en los meses de julio y agosto donde las horas de sol suben a más del 50% llegando a un total de 186 horas de sol. Según el anexo 7 las horas de sol promedio diarias en la ciudad de Cuenca son 4.83h.

De acuerdo a lo analizado previamente, la descarga más severa para nuestro caso es de un 50% de la capacidad del banco de baterías, es decir, un total de 130Ah. Entonces debemos dimensionar el tamaño y el número de paneles adecuado para recargar este valor. Para lo cual se hacen los siguientes cálculos.

Tabla 3.5. Cálculo de paneles solares.

Descripción	Criterio	Datos	Unidades	Resultado
Consumo de potencia diario	$T = V \times I$	Consumo de potencia diario (T) = ?	Wh: Wattios-hora	1560 Wh
		Voltaje (V) = 12 V	V: Voltios	
		Corriente a cargar (I) = 130 Ah	Ah: Amperios-hora	
Potencia del panel solar		Potencia panel solar (Ps) = ?	W: Wattios	120.46 W

	$P_s = \frac{T}{t}$	Consumo de potencia diario (T) = 1560 Wh	Wh: Wattios-hora	
		Tiempo total uso artefactos (t) = 12.95 h	h: hora	
Capacidad del panel solar por día	$P_{sd} = P_s \times f_s$	Capacidad del panel solar por día (Psd) = ?	Wh: Wattios-hora	581.82 Wh
		Potencia del panel solar (Ps) = 120.46 W	W: Wattios	
		Factor de soleación en Cuenca (fs) = 4.83 h	h: horas	
Número de paneles solares	$N_p = \frac{T}{P_{sd}}$	Número de paneles solares (Np) = ?		2.68 ≈ 3
		Consumo de potencia diario (T) = 1560 Wh	Wh: Wattios-hora	
		Capacidad del panel solar por día (Psd) = 581.82 Wh	Wh: Wattios-hora	

Según los cálculos se necesitan 3 paneles de 120.46W para recargar los 130Ah. Si se escoge un panel de estas características marca Mitsubishi del anexo 8 cuyas dimensiones son 425x646x56mm, se necesitaría un lugar de 2.76m<sup>2</sup> para poder colocarlos, sin tomar en cuenta que se necesitan estructuras para sostenerlos. Lamentablemente el espacio del techo de un SUV es reducido por esto resulta imposible colocar paneles solares.

Generador eólico.- El generador eólico también es impredecible porque depende de la velocidad del viento y densidad del aire. Este factor es determinante porque lamentablemente la densidad del aire en Cuenca es baja en comparación con ciudades al nivel del mar como Guayaquil, dónde el generador mejoraría su rendimiento.

Finalmente, el tiempo que tardan los consumidores en descargar el banco de baterías es amplio porque éste brinda una autonomía de 20h con un amperaje constante de 13A según su hoja de datos. Si la duración del banco de baterías fuera poco, entonces sería necesario instalar en paralelo un generador gota a gota eólico que cargue las baterías mientras los artefactos están funcionando.

Grupo electrógeno.- El presente proyecto de tesis tiene como finalidad hacer el diseño de instalación de un generador, por lo tanto, el electrógeno es una opción descartada.

#### **3.1.1.7.1. El alternador**

El alternador es un generador muy utilizado, porque es compacto y sirve para cargar baterías de arranque. La batería de un vehículo no sufre descargas profundas, debido a que está diseñada para brindar mucha corriente al motor de arranque en poco tiempo, de manera que la batería permanece cargada. Por esta razón un alternador sencillo y de baja potencia puede cargar sin problema una batería de arranque. Sin embargo, para un vehículo recreativo las condiciones cambian.

La primera condición es que la batería es distinta, porque debe entregar corriente en amplios períodos de tiempo, razón por la cual sufre descargas fuertes que deben ser atendidas por la capacidad del alternador. En el mercado hay alternadores de alto rango que son capaces de entregar altas cantidades de amperaje a bajas revoluciones. De esta manera el alternador podrá recargar el banco de baterías en caso de descarga mayor al 50%.

No cualquier alternador de alto rendimiento será el adecuado, porque se debe considerar un dimensionamiento en base al rango de aceptación de carga que tenga la batería. Un alternador sobredimensionado significa gasto económico innecesario, consumo de combustible y afectará a las baterías. Por otro lado, si se dimensiona uno de muy baja potencia el tiempo de carga será demasiado largo.

### 3.1.1.7.2. Pérdidas

El alternador no tiene una eficiencia del 100%, como cualquier otra máquina eléctrica tiene pérdidas.

Existen cuatro pérdidas principales:

- Pérdidas eléctricas.- La mayor fuente de pérdidas son las eléctricas u óhmicas, que se producen por la gran oposición al paso de corriente.
- Pérdidas en el núcleo.- Se producen por la existencia de corrientes parásitas, varían según la intensidad del campo magnético y la velocidad de giro del rotor. También hay pérdidas por histéresis, que ocurre en zonas donde hay flujo de corriente alterna. “La histéresis es un fenómeno que ocurre cuando en un material ferromagnético actúa un campo magnético; pero cuando este cesa, el material no anula completamente su magnetismo, sino que por inercia o retardo el material conserva magnetismo residual”. (Ifent, 2005)
- Pérdidas mecánicas.- Son aquellas que se producen por fricción entre partes móviles. Un alternador tiene cojinetes, en los cuales hay fricción entre la canastilla móvil y la pista de giro, entre el anillo colector y las escobillas también hay pérdidas por rozamiento y otra pérdida mecánica es producida por el aire, sobre todo en alternadores que tienen ventiladores para refrigeración. Esta pérdida es considerable en altas velocidades.
- Pérdidas misceláneas.- Existen pérdidas que no pertenecen a ningún grupo anterior, como aquellas que ocurren cuando se produce la conversión de corriente alterna a corriente continua, debido a la caída de tensión que existe en el rectificador de diodos. Estas pérdidas son considerables.

Las pérdidas también dependen de la temperatura, el voltaje, la potencia de salida y la velocidad de giro del alternador.

Para identificar todas las pérdidas se debe observar el anexo 9, que muestra la curva característica que describe el funcionamiento del alternador, y el área bajo la curva muestra que pérdidas son mayores. Esta curva está en función de las revoluciones (rpm) de giro y la salida de corriente (W).

### 3.1.1.7.3. Rendimiento

A pesar de las pérdidas la eficiencia de una máquina eléctrica es bastante elevada. El rendimiento es una relación entre la potencia de salida y la potencia de ingreso.

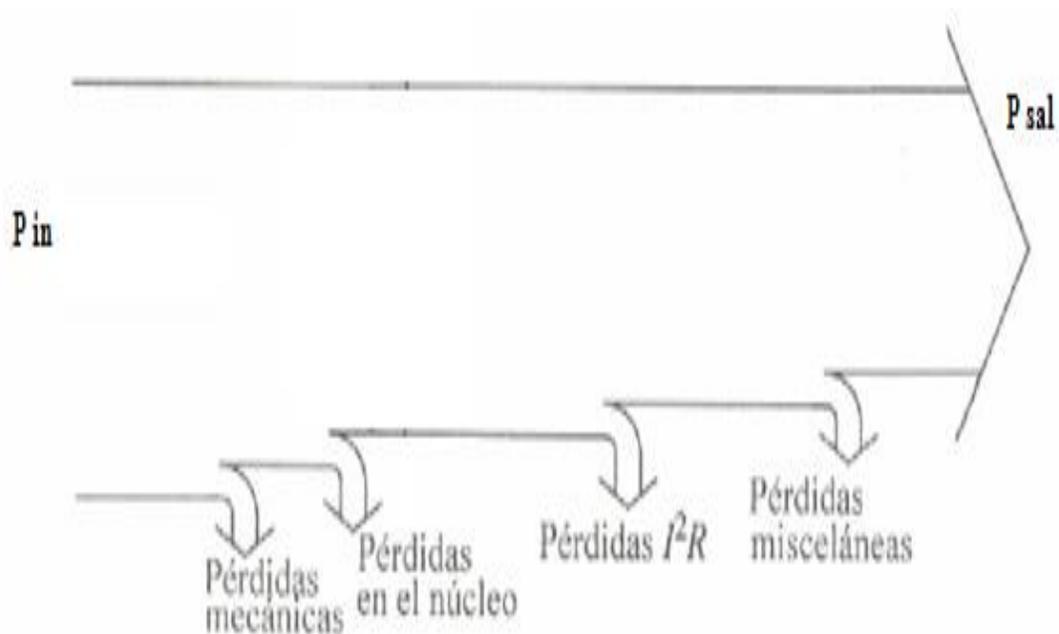


Figura 3.7. Pérdidas en el alternador.  
Fuente: (Bradfield, 2008)

$$e_{alt} = \frac{P_{sal}}{P_{in}}$$

Donde

$e_{alt}$  = Eficiencia del alternador

$P_{sal}$  = Potencia eléctrica de salida

$P_{in}$  = Potencia mecánica de entrada

Debido a las pérdidas mencionadas, es importante saber que un alternador nunca va a trabajar a un 100% de eficiencia. Ver anexo 10

El anexo 10 muestra una comparación entre la curva que describe un alternador y la curva de eficiencia, se observa que crecen de manera inversamente proporcional. Esto ocurre porque a altas revoluciones, las pérdidas por el viento y la fricción dominan causando que la eficiencia decaiga y la entrega de corriente tiende a hacerse constante.

El anexo 11 muestra que la eficiencia de un alternador llega hasta un 70% en bajas revoluciones porque hay menos pérdidas.

### 3.1.2. Selección y dimensionamiento de elementos auxiliares para generación escogida

#### 3.1.2.1. Selección del alternador

El alternador que se debe seleccionar es para un vehículo Kia Sportage Active 2010 estándar. Ver anexo 12

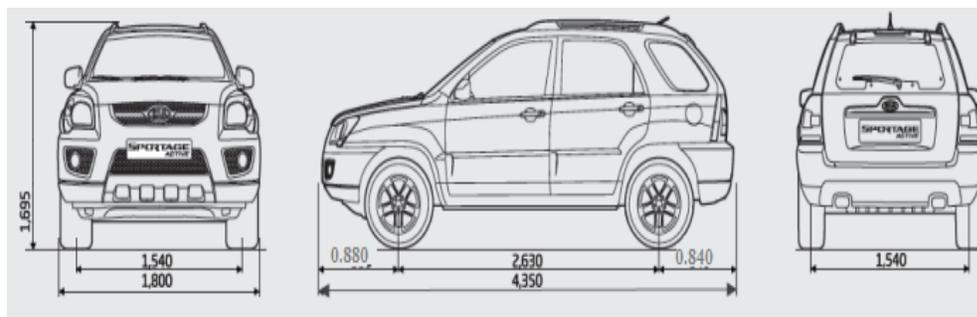


Figura 3.8. Kia Sportage active cotas (metros).

Fuente: <http://www.autodaewoospark.com/especificaciones-kia-sportage-active.php>

Tabla 3.6. Datos del vehículo Kia Sportage Active.

Cilindraje	1999 cc
Potencia Máxima	152 ps a 6500 rpm
Torque Máximo	19.8 kg.m a 4800 rpm
Tipo	Standard
Tamaño de polea del cigüeñal	150 mm diámetro para banda ranurada
# De ranuras polea cigüeñal	4

Fuente: <https://www.kia.com.ec/SUV-MPV/sportage-active.html>

El primer paso para seleccionar el alternador es identificar el ancho de la banda de accesorios que utiliza el vehículo. De esto depende el tamaño del alternador. El ancho de banda limita la capacidad de caballos de fuerza que ésta pueda transmitir. Sin importar la calidad de la banda esta se romperá si el alternador seleccionado supera la capacidad de la misma, razón por la cual se recomienda ver el anexo 12.

El alternador debe cumplir las características de un alternador automotriz, es decir, debe tener carcasa abierta para que sea pequeño, además debe estar dotado de escobillas y anillo colector. El alternador debe ser de alto rendimiento, para que produzca buena cantidad de corriente de salida a bajas revoluciones.

### 3.1.2.2. Rango de aceptación de las baterías

Este es el rango que requiere la batería para cargarse. El porcentaje de aceptación varía según el tipo de batería. Si el rango de corriente que entrega a la batería es muy bajo, el tiempo de carga es prolongado, si el rango es el correcto el tiempo de carga de la batería será óptimo. Finalmente, si el rango es muy alto, el tiempo no va a disminuir debido a que la batería no aceptará más carga, y recalentará a la misma.

EL anexo 13 muestra el porcentaje de aceptación de cada tipo de batería.

Para calcular el rango de aceptación de la batería se multiplica el consumo corregido por el porcentaje de aceptación de la batería mediante el siguiente cálculo.

Tabla 3.7. Cálculo de aceptación de la batería.

Descripción	Criterio	Datos	Unidades	Resultado
Cálculo rango de aceptación de la batería	Ra = Cbb x Pab	Rango de aceptación de la batería (Ra) = ?	A: Amperios	65 A ≈ 70 A
		Capacidad del banco de baterías (Cbb) = 260 Ah	Ah: Amperios hora	
		Porcentaje de aceptación de la batería (Pab) = 25 % = 0.25 El rango de aceptación es de 25% porque la batería seleccionada es de plomo ácido.	%: porcentaje	

Para comprobar que la capacidad elegida fue la correcta, se puede hacer una comprobación que BALMAR, fabricante de máquinas eléctrica recomienda: “La capacidad del generador debe estar entre 25-40% de la capacidad de la batería”.

Tabla 3.8. Cálculo de capacidad del alternador.

Descripción	Criterio	Datos	Unidades	Resultado
Capacidad del alternador	C alt = 0.27 x 250A	Capacidad alternador (C alt) = ? A	A: Amperios	70.2 A
		Porcentaje recomendado por BALMAR = 27 %	A%: Porcentaje	
		Capacidad del banco de baterías = 250 A	A: Amperios	

Otro indicador para saber si se seleccionó bien es verificar en el anexo 12, y determinar si la banda del Sportage es capaz de transmitir movimiento a un alternador de 70 amperios de capacidad sin que la misma se rompa.

La marca Delco tiene una serie de alternadores denominada 11SI ver anexo 14, que cumple con los requerimientos anteriores y son conocidos como alternadores de alta entrega de corriente, además son de carcasa compacta.



Figura 3.9. Alternador Delco Remy 11SI.  
Fuente: (Delco, Catalogo Delco Remy, 2013)

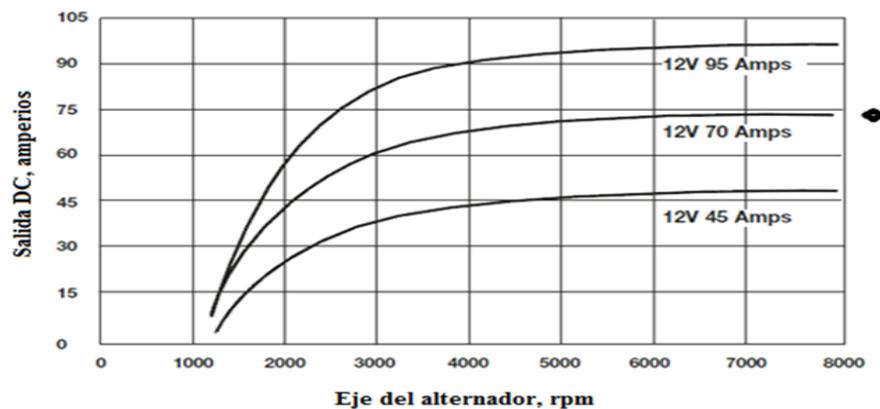


Figura 3.10. Curvas de rendimiento 11SI.  
Fuente: (Delco, Catalogo Delco Remy, 2013)

Según la curva señalada de la tabla del anexo 14, este alternador genera 70 amperios de salida a 4000 revoluciones, lo que significa que la polea del alternador debe girar a esa velocidad angular para que trabaje a máxima capacidad. Esto implica que el diámetro de la polea del alternador deber ser más pequeña que la polea del cigüeñal, para que cuando el motor gire a ralentí, el generador alcance dichas revoluciones. Esta diferencia de tamaños es una relación de transmisión.

Tabla 3.9. Cálculo de relación de transmisión

Descripción	Criterio	Datos	Unidades	Resultado
Cálculo de relación de transmisión.	$Rt = \frac{D}{d}$	Relación de transmisión (Rt) = ?	Adimensional	2.7: 1
		Diámetro de polea del cigüeñal (D) = 150mm	mm: milímetros	
		Diámetro de polea del alternador (d) = 55mm	mm: milímetros	

Si multiplicamos esta relación de transmisión obtenida por las revoluciones promedio del motor obtendremos la velocidad angular a la que gira el alternador.

Un vehículo en movimiento trabaja la mayor parte del tiempo en tercera y cuarta marcha, y las revoluciones en estos cambios están entre 1500 a 2200rpm según el anexo 15.

Tabla 3.10. Cálculo de revoluciones del alternador

Descripción	Criterio	Datos	Unidades	Resultado
Cálculo revoluciones del alternador	$n_{alt} = (nC) \times (Rt)$	Revoluciones del alternador ( $n_{alt}$ ) = ? rpm	rpm: Revoluciones por minuto	4050 rpm
		Revoluciones del cigüeñal ( $nC$ ) = 1500 rpm	rpm: Revoluciones por minuto	
		relación de transmisión (Rt) = 2.7	Adimensional	

Con el cálculo anterior aseguramos que el alternador gire a 4050 rpm y trabaje a máxima capacidad. La siguiente figura muestra que a 4050 rpm el alternador genera 70A.

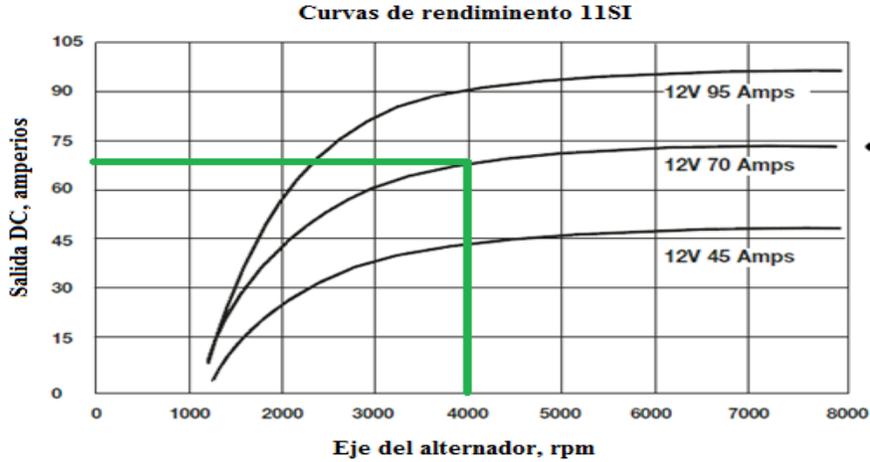


Figura 3.11. A 4050 revoluciones el alternador produce aproximadamente 70 amperios de salida. Fuente: (Delco, Catalogo Delco Remy, 2013)

### 3.1.2.2.1. Tiempo de carga de la batería

La capacidad del banco de baterías es de 260 amperios hora, pero solo se consumirá el 50% de su capacidad, exactamente 137.44 Ah al día. Entonces se necesita conocer el tiempo que le tomará al alternador de 70 amperios recargarla hasta el 100%.

Para calcular el tiempo es necesario dividir el consumo corregido para la capacidad del alternador (A) y obtener el tiempo (h).

Tabla 3.11. Cálculo de tiempo de carga.

Descripción	Criterio	Datos	Unidades	Resultado
Tiempo de carga banco de baterías	$T_c = \frac{C_c}{C_a}$	Tiempo de carga (Tc) = ?	h: hora	1h 57 min
		Consumo corregido (Cc) = 137.44 Ah	Ah: Amperio hora	

		Capacidad alternador (Ca) = 70 A	A: Amperio	
--	--	--	------------	--

**3.1.2.2.2. Potencia absorbida por el alternador del motor**

Un alternador es una carga extra para el motor, por lo tanto, se convierte en un consumidor de potencia y combustible.

El valor de potencia que el alternador absorbe del motor se determina con la fórmula de eficiencia analizada anteriormente.

$$e_{alt} = \frac{P_{sal}}{P_{in}}$$

El valor que se debe calcular es **P<sub>in</sub>** considerando que **e<sub>alt</sub>** = 58% (ver anexo 14) y que **P<sub>sal</sub>** se calcula de la siguiente manera.

Tabla 3.12. Cálculo potencia de salida del alternador

Descripción	Criterio	Datos	Unidades	Resultado
Cálculo potencia de salida del alternador	Psal = V x I	Potencia de salida (P sal) = ?	W: Wattios	824.64W = 1.1058Hp
		Voltaje (V) = 12 V	V: Voltios	
		Intensidad (I) = 68.72 A	A: Amperios	

Finalmente se calcula **P<sub>in</sub>** para obtener la potencia que el alternador consumirá del motor.

Tabla 3.13. Cálculo potencia absorbida por el alternador

Descripción	Criterio	Datos	Unidades	Resultado
Cálculo potencia absorbida por el alternador	$e_{alt} = \frac{P_{sal}}{P_{in}}$	Potencia de ingreso ( $P_{in}$ ) = ?	Hp: caballos fuerza	1.9 Hp
		Potencia de salida ( $P_{sal}$ ) = 1.10586 Hp	Hp: caballos fuerza	
		Eficiencia del alternador ( $e_{alt}$ ) = 58% = 0.58	%: porcentaje	

### 3.1.2.2.3. Selección de banda

La polea del cigüeñal de un Kia Sportage Active puede transmitir el movimiento a 2 bandas porque tiene dos canales de cuatro ranuras. Por lo tanto, la banda que se utilizará para mover el alternador tiene que tener 4 ranuras dispuestas longitudinalmente, debe ser elástica y silenciosa cuando transmita potencia.

Las bandas ranuradas pueden ser de perfil PH, PJ, PK, PL y PM:

- El perfil PH se utiliza en electrodomésticos, aparatos médicos.
- El perfil PJ se utiliza en compresores pequeños, mezcladoras de cemento y herramientas pequeñas.
- El perfil PK se usa en ventiladores, aire acondicionado, cierras de madera, lavadoras industriales y en el área automotriz.

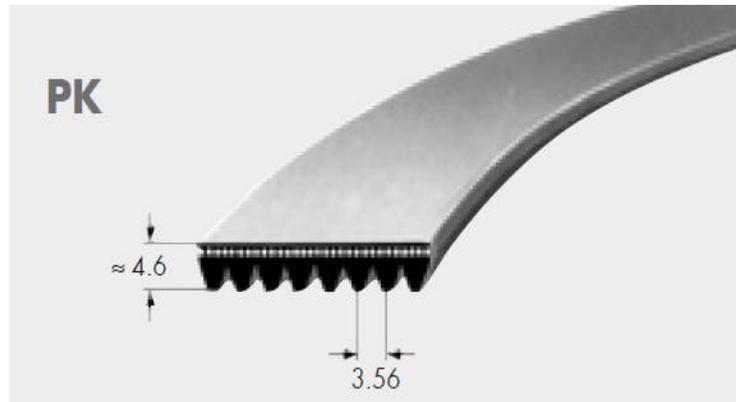


Figura 3.12. Banda tipo Pk.  
Fuente: (Arntz, 2015)

- El perfil PL se utiliza en compresores de potencia mayor a 30 KW.
- El Perfil PM se utiliza para maquinas agriculoras.

**Cálculo de longitud de banda.-** Para este cálculo se necesitan unos parámetros ya conocidos:

- Diámetro polea cigüeñal ( $D_p$ ): 150 mm
- Diámetro polea alternador ( $d_p$ ): 5.5 mm
- Revoluciones alternador ( $n_{alt}$ ): 4050 rpm
- Potencia a transmitir: 1.9 Hp o 1.41 KW.

Para este cálculo se necesita conocer la distancia entre el centro de la polea del cigüeñal y el centro de la polea del alternador, este valor se midió en un Kia Sportage que tiene compresor de aire, desde el centro de la polea del compresor al centro de la polea cigüeñal.

- C: distancia entre centros 225 mm

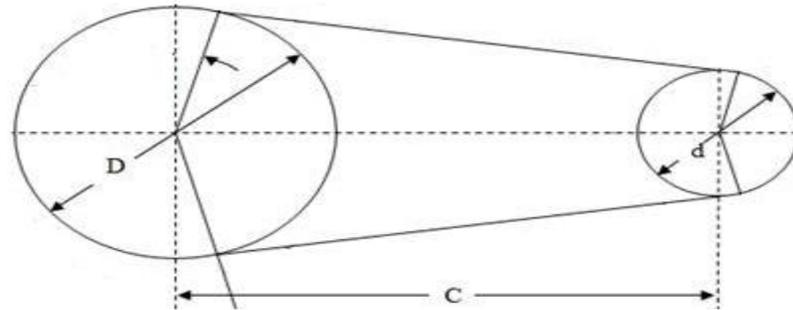


Figura 3.13. Distancia entre centros de poleas.  
Fuente: (Ma San Zapata, 2013)

- Potencia de diseño (PB): Esta se encuentra multiplicando la potencia a transmitir, por un factor de carga C2 que se obtiene del anexo 16.

El factor C2 depende de las revoluciones a las que gira el alternador, de las horas de uso y del nivel de carga. Para la selección del factor se ha sombreado de amarillo y verde las condiciones en las que trabaja un alternador automotriz y según esto se elige 1.1 de factor de carga.

Tabla 3.14. Cálculo potencia de diseño para la banda.

Descripción	Criterio	Datos	Unidades	Resultado
Potencia de diseño	$PB = (C2) \times Pin$	Potencia de diseño (PB) = ?	kW: Kilo-Wattio	1.56 kW
		Factor de carga (C2) = 1.1		
		Potencia absorbida por el alternador (Pin) = 1.41kW (1.9HP)	kW: Kilo-Wattio	

La potencia PB sirve para determinar el perfil de banda adecuado para el alternador seleccionado.

El anexo 17 muestra en el eje de las abscisas un valor de potencia en el cual debemos ubicar el valor PB obtenido, y en las ordenadas se debe ubica la velocidad angular del alternador que es 4050rpm. Finalmente se observa que el punto de coordenadas (1.56 KW, 4050 rpm) se ubica dentro de la zona de perfil PK, que es el más utilizado dentro del campo automotriz.

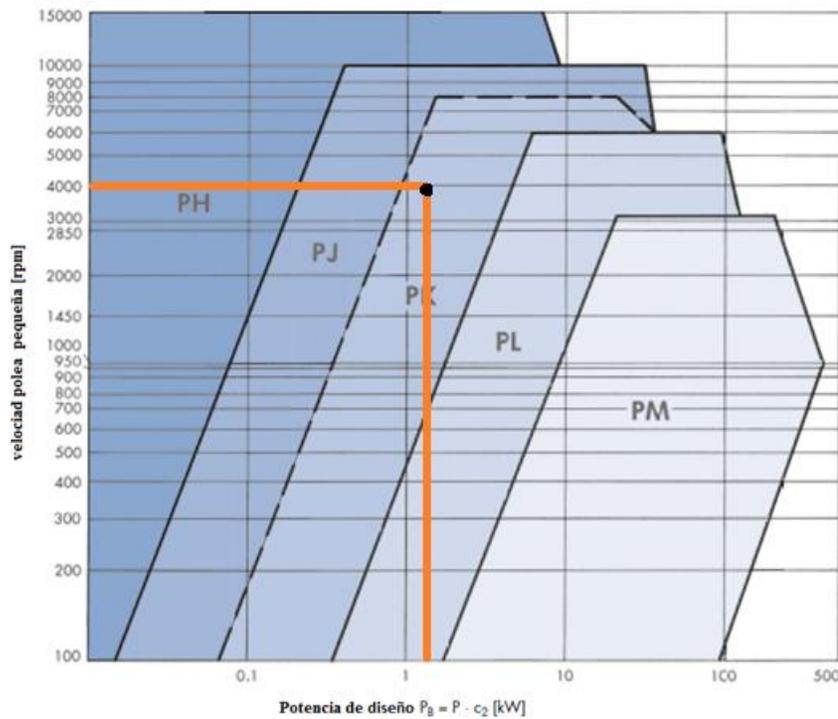


Figura 3.14. Designación del perfil de banda.  
Fuente: (Arntz, 2015)

Con todos los datos obtenidos anteriormente, finalmente se calcula la longitud de banda.

Tabla 3.15. Cálculo de longitud de la banda.

Descripción	Criterio	Datos	Unidades	Resultado
Longitud de banda	$L = 2 C + [1.57 (Dp + dp)] + \frac{(Dp - dp)^2}{4 (C)}$	Longitud de banda (L) = ?	mm: milímetros	781.87
		Distancia entre ejes (C) = 225 mm		
		Diámetro polea cigüeñal (Dp) = 150 mm		
		Diámetro polea alternador		

		(dp) = 55mm		
--	--	-------------	--	--

**Cálculo de la fuerza de tensión.-** Para este cálculo se necesitan unos parámetros ya conocidos:

- Diámetro polea cigüeñal (Dp): 150 mm
- Diámetro polea alternador (dp): 5.5 mm
- C: distancia entre centros 225 mm
- Factor de abrazamiento (C1): Es un factor que depende del ángulo de abrazamiento que la banda tiene con la polea. Mientras más grande es la polea, mayor es el ángulo de abrazamiento y por lo tanto, también el factor. Para obtener C1 primero se calcula el abrazamiento lineal, con este valor vamos hacia el anexo 18 y escogemos el factor C1 correspondiente.

Tabla 3.16. Cálculo de abrazamiento lineal

Descripción	Criterio	Datos	Unidades	Resultado
Abrazamiento lineal	$A = \frac{Dp - dp}{C}$	Abrazamiento lineal (A) = ?		0.42
		Distancia entre ejes (C) = 225 mm	mm: milímetros	
		Diámetro polea cigüeñal (Dp) = 150 mm	mm: milímetros	
		Diámetro polea alternador (dp) = 55mm	mm: milímetros	

Para un abrazamiento lineal de 0.42 el factor C1 es 0.98

- Velocidad de la banda (V): La velocidad de banda se calcula con la siguiente fórmula:

Tabla 3.17. Cálculo velocidad de la banda.

Descripción	Criterio	Datos	Unidades	Resultado
Velocidad de banda	$V = \frac{(dp + 2hb) \cdot n \text{ alt}}{19100}$	Velocidad de banda (V) = ?	m/s: metros /segundo	12.34 m/s
		Revoluciones del alternador (n alt) = 4050 rpm	rpm: revoluciones por minuto	
		Constante de línea efectiva (hb) = 1.6		
		Diámetro polea alternador (dp) = 55mm	mm: milímetros	

La fórmula anterior se utilizó una constante de línea efectiva (hb), cuyo valor depende del perfil de la banda. El valor se obtiene del anexo 19.

Con todos los datos obtenidos anteriormente, finalmente se calcula la fuerza de tensión de la banda.

Tabla 3.18. Cálculo de tensión de la banda

Descripción	Criterio	Datos	Unidades	Resultado
		Tensión de la banda (T) = ?	N: Newton	

Tensión de la banda	$T = \frac{(500)(203 - c1)(PB)}{(c1)(z)(V)} + K \cdot (V)^2$	Potencia de diseño (PB) = 1.56 kW	kW: kilo-Wattios	19.96 N
		Factor de abrazamiento (c1) = 0.42		
		Numero de ranuras de la banda (z) = 4		
		Velocidad de la banda (V) = 12.34 m/s	m/s: metros/segundo	
		Constante de elasticidad de la banda (K) = 0.020		

La fórmula anterior se utilizó una constante de elasticidad de banda que depende del tipo de perfil de banda. El valor se obtuvo del anexo 20.

### 3.1.2.3. El inversor

Un inversor toma 12 voltios corriente continua que produce la batería y electrónicamente los convierte en 110 voltios corriente alterna.

Antes de adquirir un inversor es importante conocer que varían según su tipo de onda y tamaño. Por lo tanto, un inversor puede tener una onda de salida tipo, (TSW o MSW)<sup>6</sup>

La onda de salida de un inversor tipo TSW es la misma onda eléctrica que tiene un hogar, por esta razón puede energizar cualquier artefacto que se le conecte. La principal desventaja de este tipo de inversores es el costo en comparación con los MSW.

<sup>6</sup> TSW, onda senoidal pura; MSW, onda senoidal modificada.

No todos los inversores MSW son iguales, existen más y menos precisos dependiendo que tan parecida sea la onda modificada a una onda senoidal perfecta.

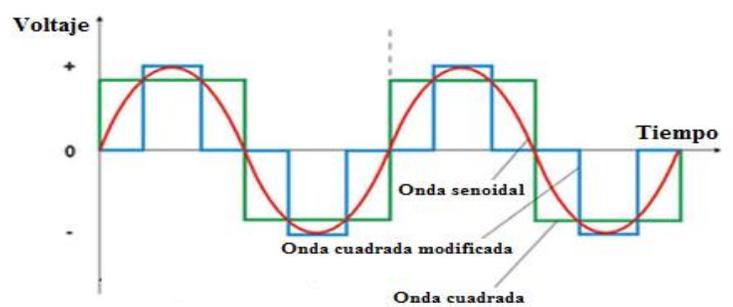


Figura 3.15. Curvas típicas de inversores TSW Y MSW.  
Fuente: (Amrep, 2014)

La figura muestra una curva senoidal perfecta en rojo, y dos curvas modificadas en azul y verde.

La onda azul está mucho más cercana a la línea senoidal perfecta que la verde, por eso tiene menos problemas energizando cualquier equipo. Mientras menos se asemeje a una onda perfecta significa que habrá más problemas intermitentes con artefactos sensibles como la computadora o un televisor.

Existen inversores de muchos tamaños, para decidir el idóneo hay que calcular los W que se consumirán y siempre comprar un inversor con mayor capacidad para tener un margen de error.

### 3.1.2.3.1. Selección del inversor

Lo primero que se va a considerar es el tipo de onda que el inversor produce, una onda modificada es menos costosa y energizará ciertos artefactos. Lo negativo es que cuando se usan, no sirven para energizar aparatos muy sofisticados como un microondas o una computadora; y si lo hacen, habrá mucha interferencia.

Por esta razón se necesita seleccionar un inversor TSW.

Los inversores tienen otros parámetros de selección:

- Armónicos.- Un inversor tiene una propiedad llamada THD<sup>7</sup> especificada en su hoja de datos que indica la frecuencia exacta de la onda senoidal generada. En un inversor pueden presentarse desfases en la frecuencia de onda conocidos como armónicos, provocados por corrientes parásitas.

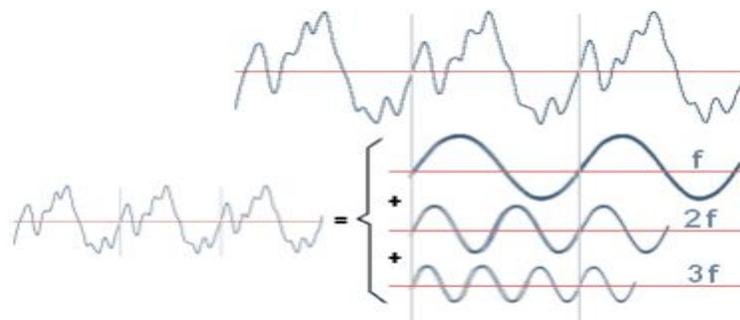


Figura 3.16. Armónicos provocados por corrientes parásitas.

Fuente: (Horikoshi, 2009)

Los armónicos pueden ser de primer orden y subir hasta llegar a quinto orden. El orden determina si la frecuencia de onda se duplica, triplica o inclusive se quintuplica. La onda que el inversor produzca debe ser de 60 Hz exactos y no debe duplicarse o triplicarse para no causar interferencia en artefactos sofisticados.

- La capacidad nominal de salida.- Es la máxima potencia que un inversor puede entregar durante un largo período de tiempo.
- El aumento de la capacidad nominal.- Es la máxima potencia que un inversor puede brindar durante el encendido de un artefacto.

<sup>7</sup> THD, Distorsión armónica total

Todos los artefactos requieren el doble o el triple de energía cuando se encienden, que cuando funcionan. Esto se debe considerar en el rango de capacidad del inversor.

Tabla 3.19. Potencias de encendido y nominal de los artefactos seleccionados.

<b>Artefacto</b>	<b>Potencia nominal</b>	<b>Potencia de encendido</b>
<b>Minibar</b>	75 W	125 W
<b>Microondas</b>	600 W	600 W
<b>Laptop</b>	135 W	160 W
<b>Cafetera</b>	900 W	1300 W
<b>Modem</b>	8 W	8 W

Si primero se enciende el microondas y después la cafetera, las potencias de encendido no se suman porque no es simultáneo. El inversor debe cubrir primero 600 W para el microondas y luego solo 1300 W para la cafetera.

Es aconsejable no encender artefactos de alta potencia de arranque simultáneamente porque en este caso éstas se suman.

Eficiencia.- Si el inversor es para uso prolongado, se debe elegir un inversor de alta eficiencia, por lo menos de 90%.

Si el uso será esporádico, uno de baja eficiencia es suficiente y será mucho más económico.

Sobredimensionamiento.- Para sobredimensionar el inversor se debe sumar la potencia de todos los artefactos, porque así se simula la situación más crítica, cuando todos trabajan al mismo tiempo. “El resultado de la suma deberá ser cuando mucho el 80% de la potencia nominal del inversor”. (Turmero, 2014)

En el caso del proyecto la suma total de las potencias de los artefactos es 1718W, por lo tanto, se debe escoger un inversor de un 20 % más de potencia.

Si 1718W es el 100%, el 20% es 343.3W. Como resultado el inversor sobredimensionado tendrá una capacidad de 2061.6 W

### 3.1.2.3.2. Selección del inversor

En el mercado no existen inversores de 2061.6W, por esta razón se elige un inversor de 2000W. Este inversor debe cumplir con los requerimientos mencionados anteriormente.

La serie SSW-2000-12A de la marca Samlex es la opción seleccionada para el presente proyecto por sus características de diseño. (Ver Anexo 21) Esta marca se usa mucho en autocaravanas y se aplica exclusivamente para aparatos eléctricos del hogar, herramientas y computadoras.

La siguiente figura indica que este modelo tiene un rango que cubre ampliamente el pico de potencia mas alto de encendido de 1300 W correspondiente a la cafetera. Ver anexo 22

DC-CA Inversores de Onda Sinusoidal Pura - Serie SSW 								
Modelo	Entrada (VCD)	Salida (VCA)	Salida Energía (W)	Capacidad para Picos (W)	Peso (libras)	Dimensiones (pulgadas)	Salidas	USB
SSW-350-12A	12	115	350	700	1.5	7.87 x 6.10 x 2.24	2	Si
SSW-600-12A	12	115	600	1200	2.0	9.06 x 6.10 x 2.24	2	Si
SSW-1000-12A	12	115	1000	2000	5.7	10.43 x 8.74 x 3.46	2	n/a
SSW-1500-12A	12	115	1500	3000	7.1	12.2 x 8.74 x 3.46	2	n/a
SSW-2000-12A	12	115	2000	4000	8.4	12.2 x 8.74 x 3.46	2	n/a
SSW-R1-12B	Control Remoto para su uso con modelos de 1000W, 1500W y 2000W, incluido							

Figura 3.17. Inversor seleccionado mediante la figura.  
Fuente: (Salmex, 2016)

### 3.1.3. Diseño elementos electromecánicos y electrónicos

#### 3.1.3.1. Diseño caja porta artefactos

Todos los artefactos se colocarán en la cajuela del Sportage en una caja de madera:

- Dimensiones de la cajuela

Tabla 3.20. Dimensiones de cajuela.

<b>Largo</b>	980mm
<b>Ancho</b>	710mm
<b>Alto</b>	800mm
<b>Altura del asiento posterior</b>	650mm

Para el diseño de la caja porta artefactos, se toma en cuenta las dimensiones de los artefactos para distribuir los espacios.

- Dimensiones de los artefactos

Tabla 3.21. Dimensiones de cada artefacto.

	<b>Mini bar</b>	<b>Microondas</b>	<b>Cafetera</b>	<b>Router</b>
<b>Ancho</b>	420mm	440mm	220mm	19mm
<b>Profundidad</b>	460mm	340mm	220mm	13mm
<b>Alto</b>	500mm	260mm	290mm	2.5mm

Los artefactos se distribuyen en la caja de la siguiente manera indicada en el anexo 23.



Figura 3.18. Distribución de la caja porta artefactos.

Las cotas de construcción se muestran en el anexo 24.

### 3.1.3.2. Diseño de elementos auxiliares

#### 3.1.3.2.1. Diseño base de baterías

- **Dimensiones de la batería**

Las dimensiones de la batería seleccionada son:

Tabla 3.22. Dimensiones de batería.

<b>Largo</b>	354mm
<b>Ancho</b>	171mm
<b>Alto</b>	253mm
<b>Peso</b>	30Kg

Fuente: (Trojan, Troysn battery company, 2012)

- **Análisis de ubicación de las baterías**

Las baterías obligatoriamente deben estar afuera porque desprenden nitrógeno, pueden derramarse o inclusive pueden explotar si recalientan.

Se ubicarán en el habitáculo del motor, en lugares donde no implique hacer mayor modificación.

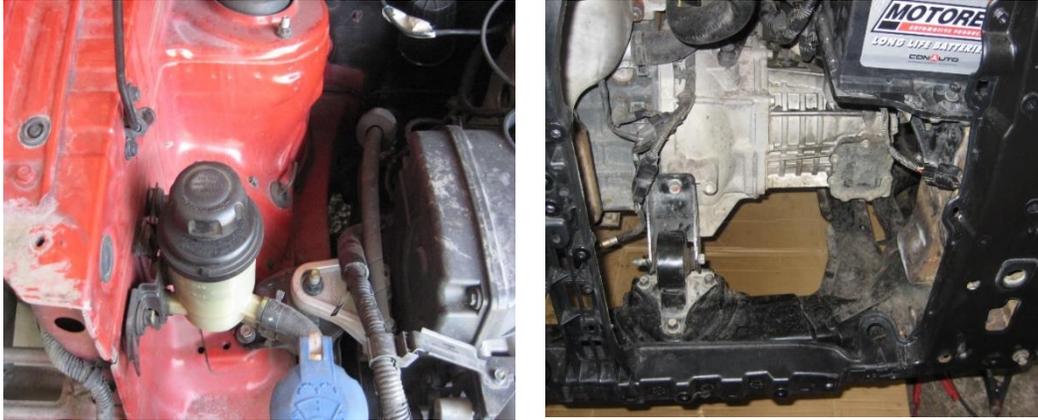


Figura 3.19. Análisis de ubicación de la batería

Diseño de la estructura.- El lugar de ubicación condiciona la forma de la base de la batería, porque hay que acomodarla para que se pueda sujetar.

Para colocar la estructura de la primera batería es necesario reubicar el depósito de líquido hidráulico. La base superior de la primera batería se sujetará a los anclajes del depósito de dirección y a un espárrago de la base del motor en el compacto. Las cotas y especificaciones de construcción están en el anexo 25.

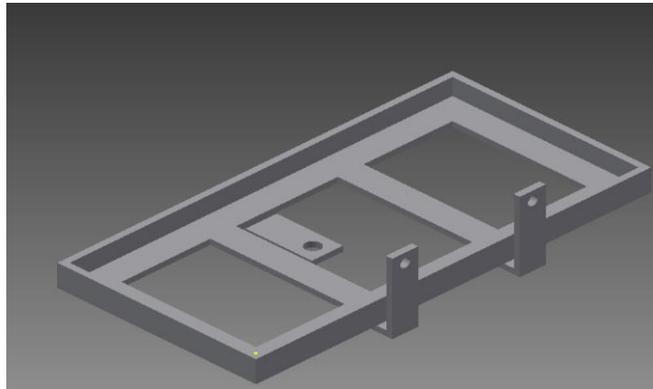


Figura 3.20. Base de batería.

La base para la segunda batería se anclará por un extremo a dos tuercas de la base de la batería original. Por el otro extremo se sujetará a la base inferior frontal del motor. Las cotas y especificaciones de construcción están en el anexo 26.

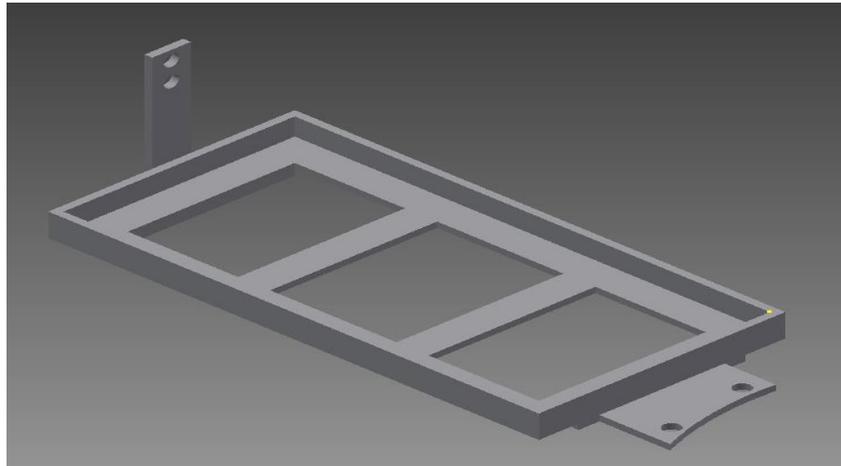


Figura 3.21. Diseño total del soporte y base.

- **Cálculo de base de batería**

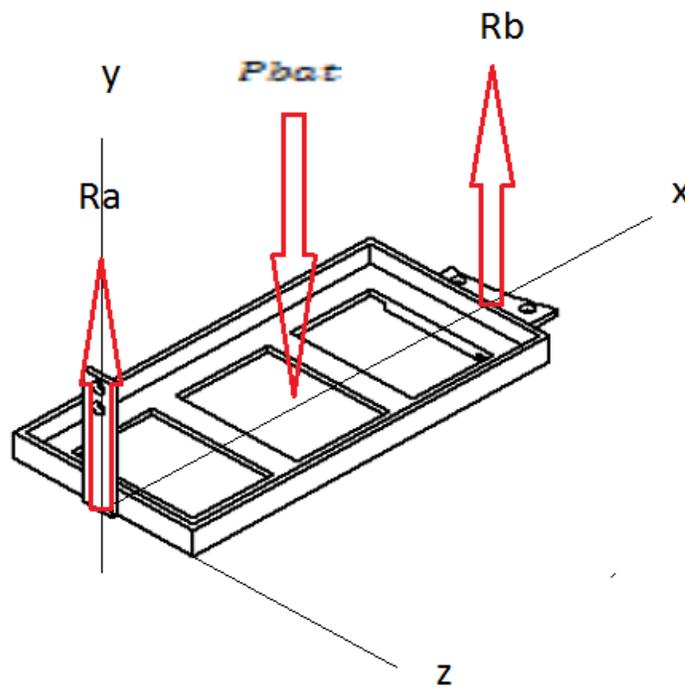


Figura 3.22. Diagrama de cuerpo libre.

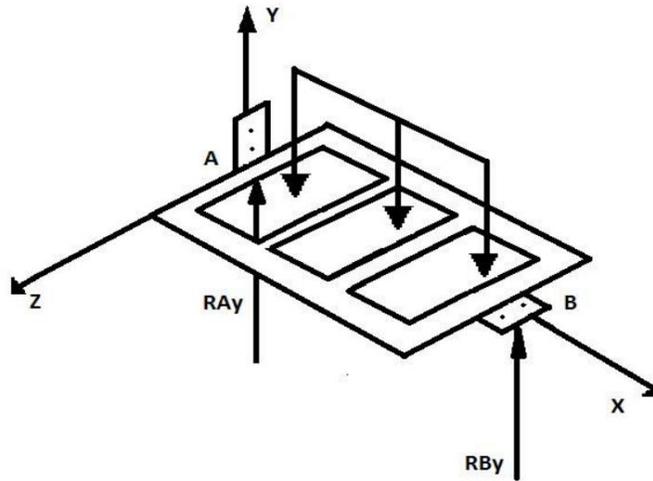
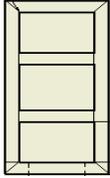
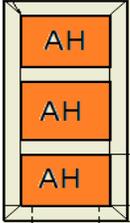
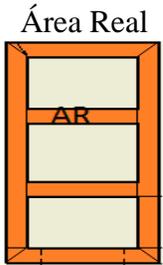
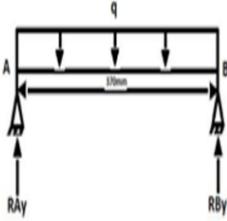
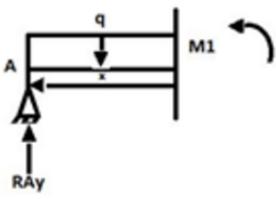


Figura 3.23. Diagrama de fuerzas.

Tabla 3.23. Cálculos de bases de batería.

Descripción	Criterio	Datos	Unidades	Resultado
Área Total 	$AT = (0.37m)(0.18m)$	Área Total base batería (AT) = ?	m <sup>2</sup> : Metro cuadrado	0.066 m <sup>2</sup>
		Largo de base = 0.37 m (Anexo 25)	m: metro	
		Ancho de base = 0.18 m (Anexo 25)	m: metro	
Área Hueca 	$AH = (0.085m)(0.13m)(2)$	Área Hueca (AH) = ?	m <sup>2</sup> : Metro cuadrado	0.033 m <sup>2</sup>
		Ancho agujero = 0.085 m (Anexo25)	m: metro	
		Largo agujero = 0.13m (Anexo 25)	m: metro	
		Son dos áreas huecas (3)		

<p>Área Real</p> 	$AR = (AT) - (AH)$	<p>Área real (AR) = ?</p>	<p>m<sup>2</sup>: Metro cuadrado</p>	<p>0.033 m<sup>2</sup></p>
		<p>Área total (AT) = 0.066 m<sup>2</sup></p>	<p>m<sup>2</sup>: Metro cuadrado</p>	
		<p>Área hueca (AH) = 0.033 m<sup>2</sup></p>	<p>m<sup>2</sup>: Metro cuadrado</p>	
<p>Peso de la batería</p>	$P_{bat} = (30kg)(9.81m/seg^2)$	<p>Peso de la batería (Pbat) = ?</p>	<p>N: Newton</p>	<p>294.3 N</p>
		<p>Masa de la batería = 30 kg</p>	<p>kg: kilogramo</p>	
		<p>Gravedad = 9.81 m/seg<sup>2</sup></p>	<p>m/seg<sup>2</sup>: metro sobre segundo al cuadrado</p>	
<p>Presión sobre la base (P)</p>	$P = \frac{P_{bat}}{AR}$	<p>Presión sobre la base (P) = ?</p>	<p>N/m<sup>2</sup>: Newton sobre metro cuadrado</p>	<p>8918.18 N/m<sup>2</sup></p>
		<p>Peso de la batería (Pbat) = 294.3 N</p>	<p>N: Newton</p>	
		<p>Área real (AR) = 0.033 m<sup>2</sup></p>	<p>M<sup>2</sup>: metro cuadrado</p>	
<p>Carga distribuida</p> 	$q = (P)(0.025m)$	<p>Carga distribuida (q) = ?</p>	<p>N/m: Newton sobre metro</p>	<p>222.95 N/m</p>
		<p>Presión sobre la base (P) = 8918.18 N/m<sup>2</sup></p>	<p>N/m<sup>2</sup>: Newton sobre metro cuadrado</p>	
		<p>Ancho nervios de la</p>	<p>m: metro</p>	

		base = 0.025m (Anexo 25)		
Carga puntual	$P^j = (q)(0.37m)$	Carga puntual ( $P^j$ ) = ?	N: Newton	82.49 N
		Carga distribuida ( $q$ ) = 222.95 N/m	N/m: Newton sobre metro	
		Largo de base = 0.37 m (Anexo 25)	m: metro	
Momento en A para encontrar:  Reacción en punto B  	$RBy = \frac{P^j(0.185m)}{(0.37m)}$	Reacción en punto B ( $RBy$ ) = ?	N: Newton	41.24 N
		Carga puntual ( $P^j$ ) = 82.49 N	N: Newton	
		Media base = 0.185 m (Anexo 25)	m: metro	
		Largo de base = 0.37 m (Anexo 25)	m: metro	
Momento en B para encontrar:  Reacción en punto A	$RAy = \frac{P^j(0.185m)}{(0.37m)}$	Reacción en punto A ( $RAy$ ) = ?	N: Newton	41.24 N

		Carga puntual ( $P^j$ ) = 82.49 N	N: Newton	
		Media base = 0.185 m (Anexo 25)	m: metro	
		Largo de base = 0.37 m (Anexo 25)	m: metro	

Momento en Corte B <sup>j</sup> Para encontrar fórmula del momento resultante M1	$M1 = RAy(x) - P^j(x)\left(\frac{x}{2}\right)$	Fórmula para momento resultante (M1)		
		Reacción en punto A (RAy) = 41.24 N	N: Newton	
		Carga puntual ( $P^j$ ) = q(x)	N/m: Newton sobre metros	
		Distancia desde el corte hasta RAy (X)	M: metros	
M1 con x= 0	$M1 = RAy(0) - P^j(0)$	Momento resultante (M1) = ?	(M1): Newton-metro	0 Nm
		Reacción en punto A (RAy) = 41.94 N	N: Newton	
		Carga puntual ( $P^j$ ) = q(0)	N/m: Newton sobre metros	

		Distancia desde el corte hasta R <sub>Ay</sub> (X) = 0	M: metros	
M1 con x= 0.185	$M1 = R_{Ay} (0.185) - P''(0.185)\left(\frac{0.185}{2}\right)$	Momento resultante (M1)= ?	(M1): Newton-metro	3.5 Nm (momento máximo)
		Reacción en punto A (R <sub>Ay</sub> ) = 41.94 N	N: Newton	
		Carga puntual (P'')= q(0.185m)	N/m: Newton sobre metros	
		Distancia desde el corte hasta R <sub>Ay</sub> (X) = 0.185 m	M: metros	
M1 con x= 0.37	$M1 = R_{Ay} (0.35) - P''(0.37)\left(\frac{0.37}{2}\right)$	Momento resultante (M1)= ?	(M1): Newton-metro	0 Nm
		Reacción en punto A (R <sub>Ay</sub> ) = 41.94 N	N: Newton	
		Carga puntual (P'')= q(0.37m)	N/m: Newton sobre metros	
		Distancia desde el corte hasta R <sub>Ay</sub> (X) = 0.37 m	M: metros	
		Esfuerzo flexionante (σ <sub>N</sub> ) = ?	N/m <sup>2</sup> : Newton sobre metro cuadrado	

Esfuerzo flexionante	$\sigma N = \frac{M1 c}{I}$	Momento resultante máximo (M1) = 3.5 Nm	Nm: Newton-metro	1.57 MPa
		Distancia al eje neutro (C) = e/2 Espesor (e) = 0.006 m ver (Anexo 25)	m: metros	
		Inercia rectángulo $(I) = \frac{b h^3}{12}$ b = 0.37 m (Anexo 25) h = 0.06 m (Anexo 25)	m <sup>4</sup> : metros a la cuarta potencia	
Factor de seguridad	$n = \frac{Sy}{\sigma N}$	Factor de seguridad (n) = ?		117.34
		Límite de fluencia del material (Sy) = 185 Mpa	Mpa: Mega Pascales	
		Esfuerzo flexionante ( $\sigma N$ ) = 1.57 Mpa	Mpa: Mega Pascales	

El cálculo realizado anteriormente también aplica para la base inferior.

### 3.1.3.2.2. Diseño de soporte de alternador

Se diseña de la siguiente manera:

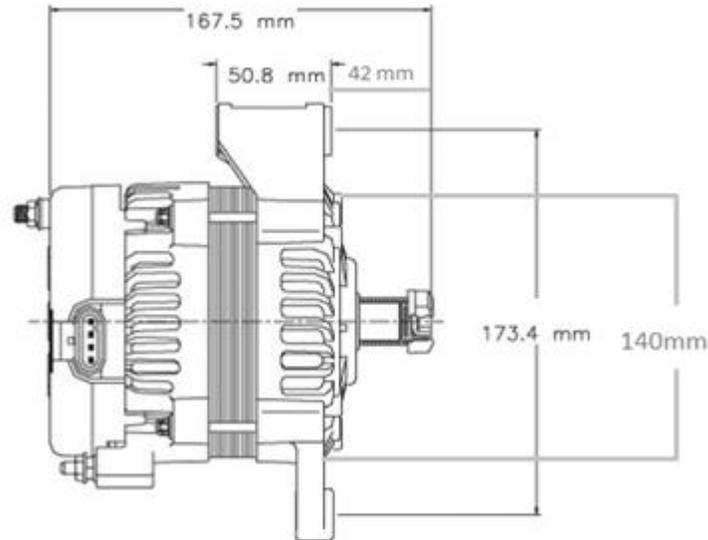


Figura 3.24. Cotas del alternador Delco Remy 11SI.  
Fuente: (Delco, Catalogo Delco Remy, 2013)

- **Datos del alternador**

Tabla 3.24. Dimensiones del alternador.

Largo	167.5mm
Diámetro	140mm
Distancia entre agujeros	173.4mm
Distancia de perno a polea	42mm
Radio del alternador	70mm
Peso	4.49kg

Fuente: (Delco, Catalogo Delco Remy, 2013)

El Kia Sportage es estándar, por eso no cuenta con compresor de aire, y se puede aprovechar ese espacio para colocar el alternador. Por lo tanto, el alternador se ubicaría en el lado derecho del bloque motor y se sujetaría con cuatro pernos.



Figura 3.25. Bloque Motor Kia Sportage.

Fuente: <http://thumbs.ebaystatic.com/images/g/qlgAAOSwKtVWzFo~/s-1225.jpg>

El alternador se sujetará con 2 estructuras, una superior y una inferior. La superior se anclará con 2 pernos al bloque motor y sirve de corredera para poder tensar la banda que gira el alternador.

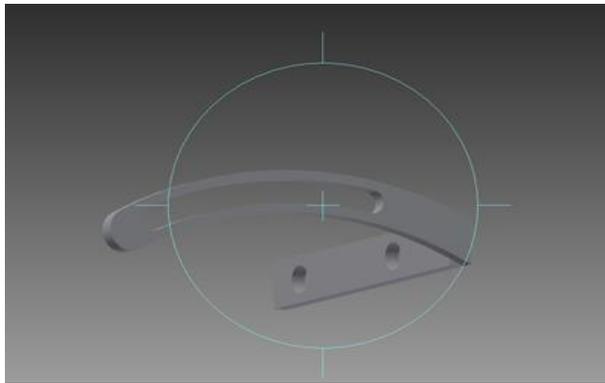


Figura 3.26. Diseño final del soporte superior.

El soporte inferior se une con 2 pernos al bloque y sujeta al alternador en un solo punto fijo.



Figura 3.27. Diseño final del soporte inferior.

Las cotas y otros aspectos de construcción y cálculo de las estructuras para el alternador están en los anexos 27 y 28.

- **Cálculo de factor de seguridad**

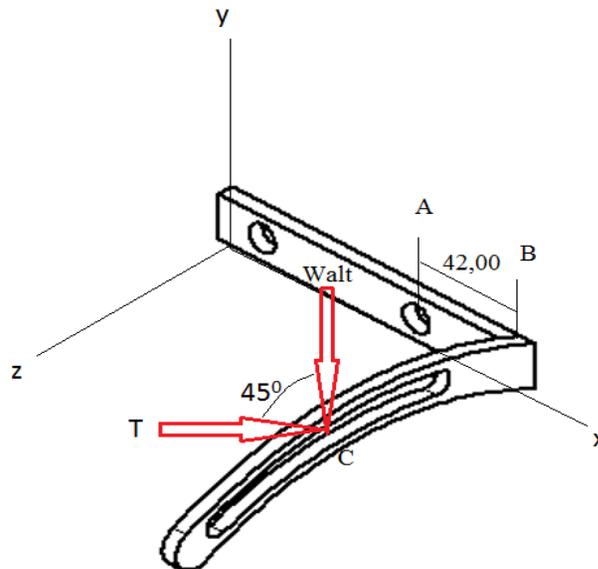


Figura 3.28. Diagrama de cuerpo libre.

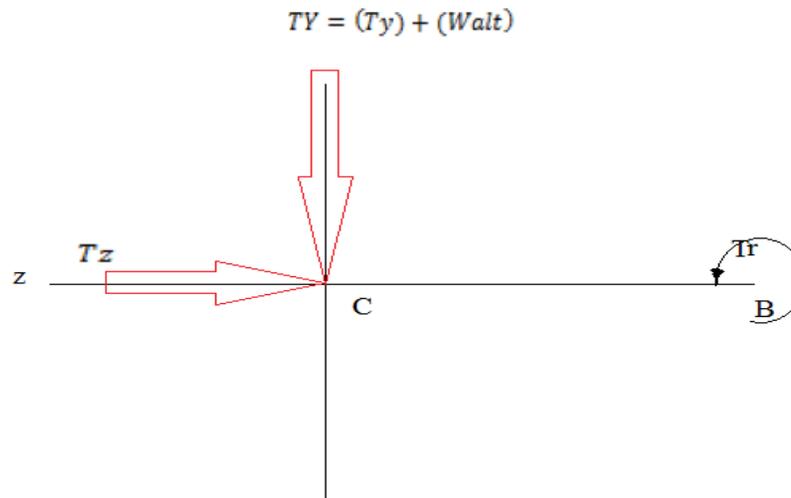


Figura 3.29. Diagrama de fuerzas.

$$T_y = (T)(\text{sen}45) \text{ y } T_z = (T)(\text{cos}45)^8$$

Tabla 3.25. Cálculos de soportes del alternador.

Descripción	Criterio	Datos	Unidades	Resultado
Componente tensión de banda eje y	$T_y = (T)(\text{sen}45)$	Componente en y (Ty) = ?	N: Newton	14.11 N
		Tensión de la banda (T) = 19.96 N (tabla 3.18)	N: Newton	
Componente tensión de banda eje z	$T_z = (T)(\text{cos}45)$	Componente en z (Tz) = ?	N: Newton	14.11 N
		Tensión de la banda (T) = 19.96 N (Tabla 3.18)	N: Newton	
Resultante eje y	$T_Y = (T_y) + (Walt)$	Resultante eje y (TY) = ?	N: Newton	58.11 N
		Componente en y (Ty) = 14.11 N	N: Newton	
		Peso alternador (Walt) = 44N (Anexo 14)	N: Newton	
Momento eje y	$M_y = (T_z)(42\text{mm})$	Momento flector con respecto eje y (My) = ?	Nmm: Newton-milímetro	592.62 Nmm
		Componente en z (Tz) = 14.11N	N: Newton	
		Distancia hasta el apoyo = 42 mm	mm: milímetro	
Momento eje z	$M_z = (T_Y)(42\text{mm})$	Momento flector con respecto eje z (Mz) = ?	Nmm: Newton-milímetro	2440.6 Nmm
		Resultante eje y (TY) = 58.11 N	N: Newton	
		Distancia hasta el apoyo = 42 mm	mm: milímetro	
Torque	$T_r = (58.11\text{N})(76\text{mm})$	Torque eje z (Tr) = ?	Nmm: Newton-milímetro	4416.3 Nmm
		Resultante eje y = 58.11 N	N: Newton	

<sup>8</sup> Ty y Tz se obtiene de la resultante (T) tabla 3.18

		Distancia hasta el apoyo = 76 mm	mm: milímetro	
Esfuerzo Flexionante eje Z	$\sigma_z = \frac{6Mz}{bh^2}$	Esfuerzo Flexionante ( $\sigma$ ) = ?	MPa: Mega Pascales	6.101MPa
		Momento (M) = 2440.62 Nmm	Nmm: Newton- milímetro	
		Base (b) = 6 mm	mm: milímetro	
		Altura (h) = 20 mm	mm: milímetro	
Esfuerzo Flexionante eje y	$\sigma_y = \frac{6My}{bh^2}$	Esfuerzo Flexionante ( $\sigma$ ) = ?	MPa: Mega Pascales	4.93 MPa
		Momento (M) = 592.62 Nmm	Nmm: Newton- milímetro	
		Base (b) = 6 mm	mm: milímetro	
		Altura (h) = 20 mm	mm: milímetro	
Esfuerzo Flexionante máximo	$\sigma_{max}^2 = (\sigma_x)^2 + (\sigma_y)^2$	Esfuerzo Flexionante max ( $\sigma_{max}$ ) = ?	MPa: Mega Pascales	4.92 MPa
		Esfuerzo Flexionante x ( $\sigma_x$ ) = 6.101 Mpa	MPa: Mega Pascales	
		Esfuerzo Flexionante y ( $\sigma_y$ ) = 4.93 MPa	MPa: Mega Pascales	
Esfuerzo Torsional máximo	$\tau = \frac{T}{bc^2} (3 + \frac{1.8}{\frac{b}{c}})$	Esfuerzo Torsional máximo ( $\sigma$ ) = ?	MPa: Mega Pascales	18.52 MPa
		Torque (T) = 4416.36 Nmm	Nmm: Newton- milímetro	

		Base (b) = 20 mm	mm: milímetro	
		Distancia a la fibra más lejana (c) = 6 mm	mm: milímetro	
Esfuerzo Máximo	$\sigma^2 = (\sigma_{max})^2 + 3(\tau_{max})^2$	Esfuerzo max ( $\sigma$ ) = ?	MPa: Mega Pascales	32.45 MPa
		Esfuerzo Flexionante max ( $\sigma_{max}$ ) = 4.92 MPa	MPa: Mega Pascales	
		Esfuerzo de Torsional max ( $\tau_{max}$ ) = 18.52 MPa	MPa: Mega Pascales	
Factor de Seguridad	$n = \frac{Sy}{\sigma}$	Factor de seguridad (n) = ?		5.70
		Límite de Fluencia del material (Sy) = 185 MPa	MPa: Mega Pascales	

El cálculo anterior también aplica para la base inferior.

### 3.1.3.3. Diseño eléctrico

#### 3.1.3.3.1. Cableado en las baterías

El banco de baterías estará ubicado en el compartimento del motor.

Se recomienda utilizar conectores para evitar contactos con partes metálicas y generar cortos circuitos. Los cables de conexión a la batería tendrán que ser dimensionados de acuerdo a la corriente que circule por ellos. El siguiente unifilar indica el circuito eléctrico antes del inversor.

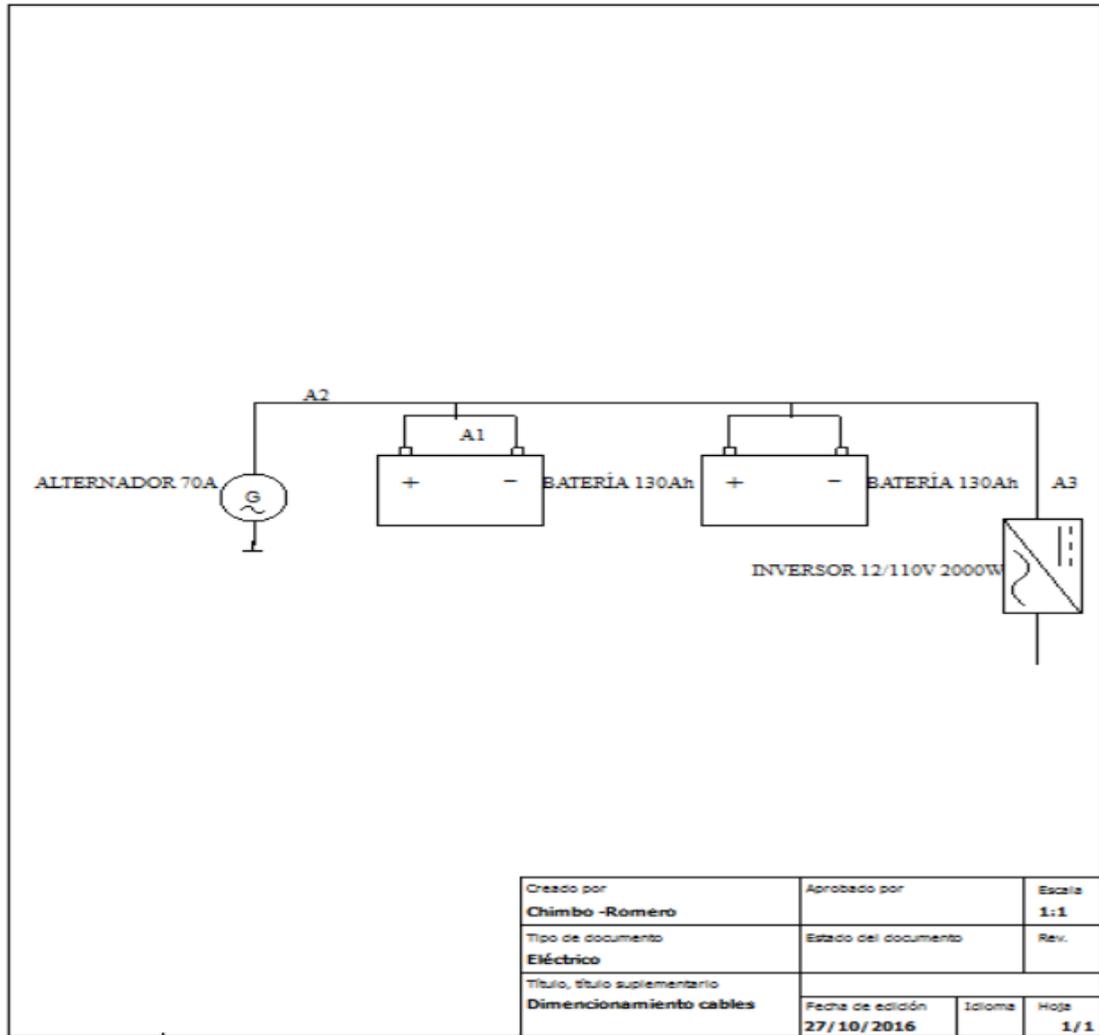


Figura 3.30. Unifilar de circuito antes del inversor.

El siguiente cuadro indica los cables apropiados basados en los anexos 29, 30, y 31, para las zonas A1, A2 y A3 del unifilar.

Tabla 3.26. Elección de cables de acuerdo al amperaje.

<b>Cable</b>	<b>Intensidad A</b>	<b>Cable AWG<sup>9</sup></b>	<b>Diámetro del cable (mm)</b>
<b>A1</b>	130	2	6.54
<b>A2</b>	70	6	4.11
<b>A3</b>	260	2/0	6.54

<sup>9</sup> Norma americana que indica el espesor del cable.

### **3.1.3.3.2. Cuadro general de protección**

La corriente alterna que sale del inversor, debe tener protección contra penetración de cuerpos sólidos, miembros de una persona, líquidos y resistencia a impactos mecánicos. Esto según la norma UNE 20.324. Ver anexo 32.

El cuadro general de protección consta de los siguientes elementos:

- Interruptor general. (I. GEN)

Toda instalación eléctrica debe tener un interruptor que corte la circulación de corriente por todos los dispositivos.

- Interruptor diferencial. (I. DIF)

Sirven para proteger la instalación y a los usuarios contra posibles contactos indirectos o fugas de corriente.

- Interruptores automáticos. (I. AUT)

Los interruptores automáticos protegen a los aparatos contra cualquier sobrecarga y corto circuito. Estos se colocan dependiendo la cantidad de artefactos a proteger y están disponibles en diferentes intensidades.

### **3.1.3.3.3. Líneas eléctricas post inversor**

El siguiente unifilar muestra el circuito eléctrico después del inversor.

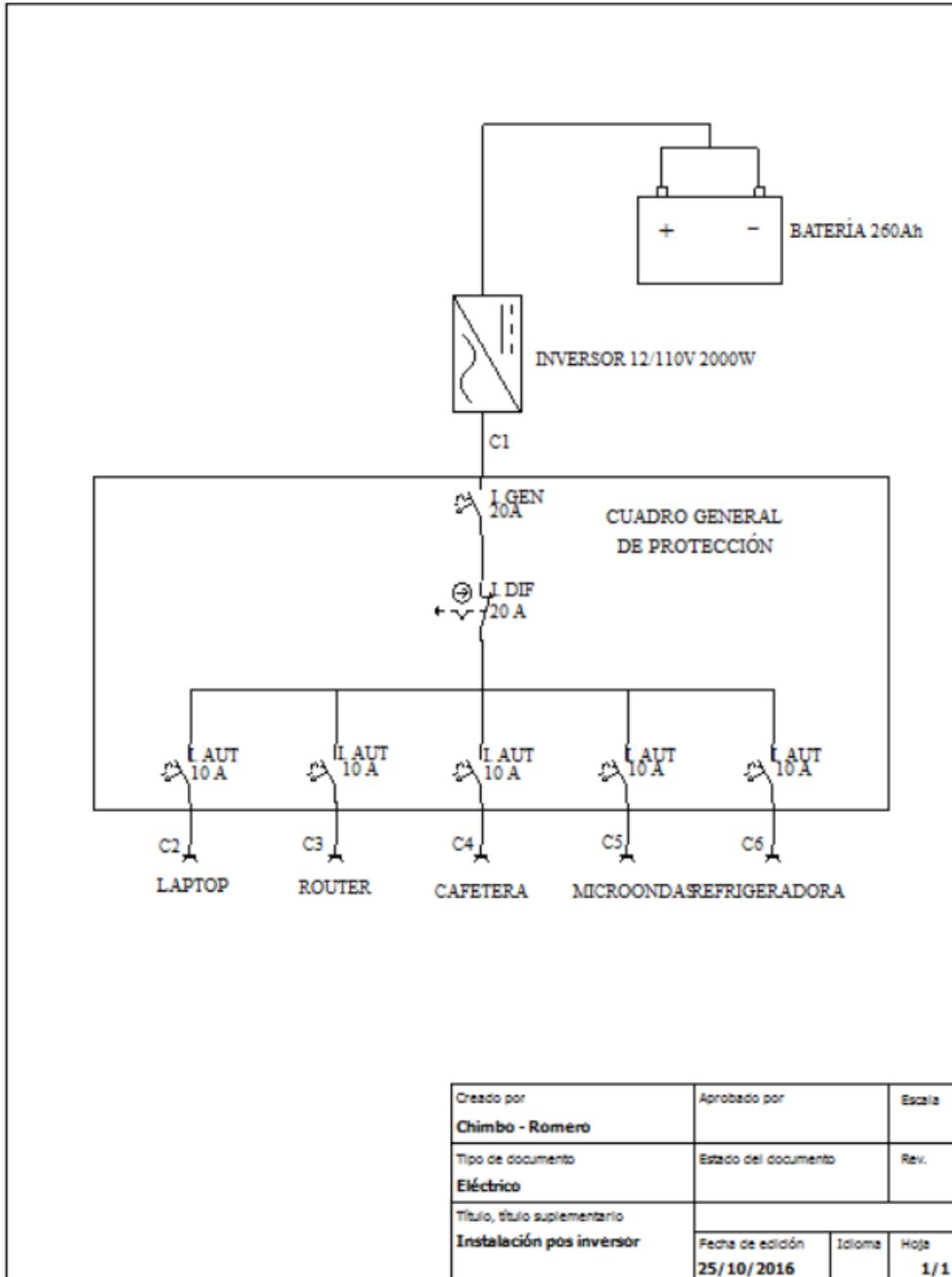


Figura 3.31. Unifilar de circuito posterior al inversor.

Para saber la corriente que circula por C1 del unifilar se debe realizar el siguiente cálculo.

Tabla 3.27. Intensidad en líneas interiores C1.

Descripción	Criterio	Datos	Unidades	Resultado
Intensidad en líneas interiores C1	$I_{C1} = \frac{PT}{V \cos \phi}$	Intensidad en líneas interiores (I C1) = ?	A: Amperio	15.61A
		Potencia nominal total artefactos (PT) = 1718W	W: Wattio	
		$\cos \phi = 1$		
		V = 110V	V: Voltios	

Si recordamos 1718W es el valor total de la suma de las potencias nominales de los artefactos. (Ver tabla 2.5)

15.61A es la corriente C1 que circulará a la salida del inversor hasta llegar a los interruptores automáticos si todos los artefactos están funcionando.

Para conocer la corriente que circula por C2, C3, C4, C5 y C6, se debe dividir la potencia nominal del artefacto respectivo (ver tabla 2.5) para 110V.

En el siguiente cuadro se representa un ejemplo tomando como dato la potencia nominal de la refrigeradora.

Tabla 3.28. Intensidad en líneas interiores C2.

Descripción	Criterio	Datos	Unidades	Resultado
Intensidad en líneas interiores C2	$I_{C2} = \frac{P}{V}$	Intensidad en líneas interiores (I C2) = ?	A: Amperio	0.68A
		Potencia nominal refrigeradora (P) = 75W	W: Wattio	
		V = 110V	V: Voltios	

Se hace el mismo cálculo con el resto de artefactos para obtener el siguiente cuadro.

Tabla 3.29. Intensidad de cada artefacto.

<b>Circuito</b>	<b>Intensidad (A)</b>
C1	15.61 A
C2	0.68 A
C3	5.45 A
C4	8.18 A
C5	0.072 A
C6	1.22 A

Con los datos obtenidos en la tabla anterior, vamos a los anexos 29, 30, 31 y seleccionamos el cable adecuado. Por ejemplo, si por el cable C1 circula 15.61A, según los anexos el cable escogido debe ser de 2.5mm<sup>2</sup> o 14 AWG, y para C2 el cable escogido es 1.5mm<sup>2</sup> o 16AWG.

#### **3.1.3.3.4. Dispositivos de protección**

##### **Protección contra sobrecargas y cortocircuitos**

La capacidad de los interruptores automáticos ( $I_{AUT}$ ) debe ser mayor que la intensidad de corriente que circula por el circuito que protege ( $I_{circuito}$ ) y menor que la intensidad máxima del conductor ( $I_{m\acute{a}x. cable}$ )

Es decir,

$$I_{m\acute{a}x. cable} > I_{AUT} > I_{circuito C2}$$

En el caso de C2 (refrigeradora):

$$11 \text{ Amp} > 10 \text{ Amp} > 0.68 \text{ Amp}$$

El resultado anterior indica la capacidad del interruptor automático que se debe usar (10 A), esta capacidad se usa en todos los artefactos. Ver anexo 43

Si aplicamos la misma regla para el interruptor general y diferencial, se obtiene que la capacidad de éstos debe ser de 20 A. Ver anexo 42 y 43

Los cables en las instalaciones vehiculares no son de gran longitud en comparación con las domésticas, por esta razón la caída de tensión en estos es despreciable.

#### 3.1.3.4. Diseño electrónico

El circuito eléctrico consta de 4 partes fundamentales:

- 2 baterías conectadas en paralelo que almacenan la energía proveniente del alternador.
- El alternador Delco 11SI, carga el banco de baterías y tiene un regulador incorporado de 4 pines, de los cuales 2 son señales opcionales.

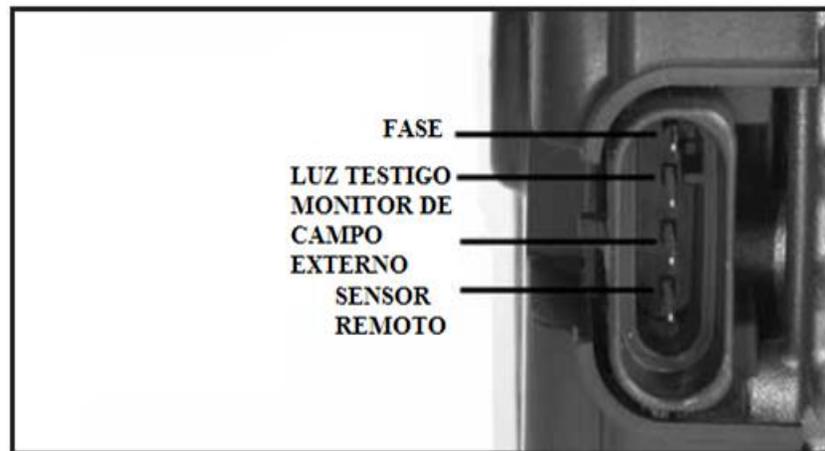


Figura 3.32. Conector del alternador al regulador de voltaje.  
Fuente: (Delco, 2013)

- El inversor recibe corriente continua de las baterías y la convierte en una onda de corriente alterna con una frecuencia de 60 Hz. El inversor tiene una etapa de

potencia que le permite resistir 2000 W. Finalmente tiene una etapa de amplificación para llegar a un voltaje de salida de 110 V.

- La corriente amplificada llega a los artefactos, los cuales deben ser protegidos por interruptores automáticos.

El circuito cuenta con un interruptor general y diferencial. La función del interruptor es derivar la corriente a masa, esto se verá a profundidad más adelante.

Para proteger el banco de baterías, el circuito incluye una luz testigo que cambia de color cuando el nivel de la batería baje de 11.9 V. El circuito de la luz testigo funciona directamente conectado al banco de baterías, lo que garantiza su funcionamiento, aunque el vehículo esté apagado.

#### **3.1.3.4.1. El inversor**

Los artefactos que se energizan en este proyecto son electrodomésticos que funcionan con corriente alterna a una frecuencia exacta de 60 Hz y 110 voltios. Sin embargo, originalmente contamos con un banco de baterías de 12 voltios corriente continua y una capacidad de 260 A.

Tabla 3.30. Corriente antes y después del inversor.

<b>Antes del inversor</b>	<b>Después del inversor</b>
12 V	120v
Corriente continua	Corriente alterna (60Hz)
260 A	2000 W

#### **3.1.3.4.2. Generador de onda senoidal**

Para lograr esta conversión el inversor cuenta internamente con un filtro electrónico de doble polaridad y paso reducido, que crea una onda cuadrática. El circuito de filtrado que un inversor lleva internamente es el siguiente.

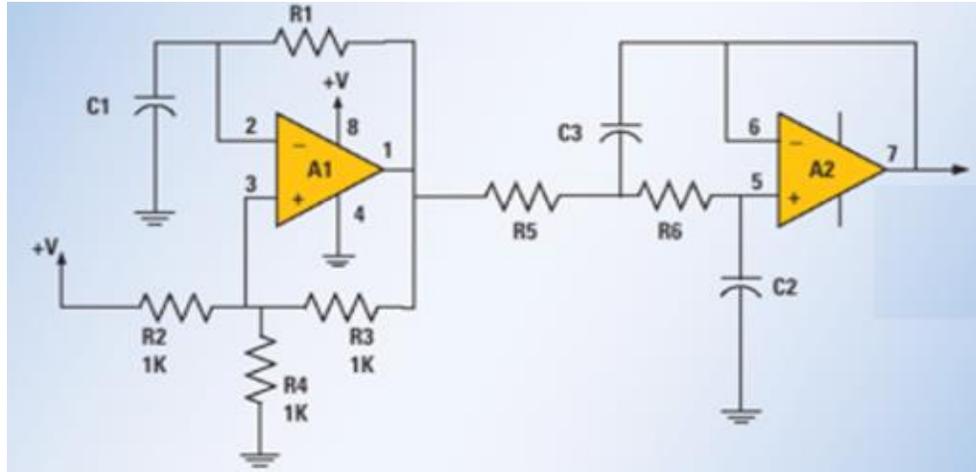


Figura 3.33. Circuito de filtrado del inversor.  
Fuente: (Texas, 2011)

El circuito está formado por un conjunto de resistencias, condensadores y por dos amplificadores operacionales.

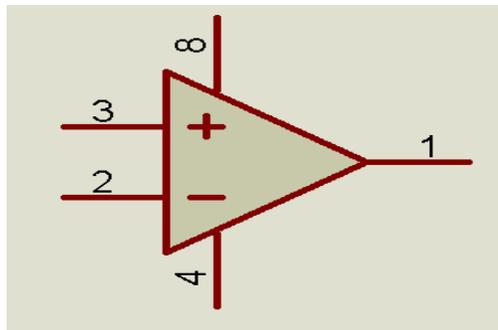


Figura 3.34. Amplificador operacional.

Este circuito genera una onda cuadrada de 60 Hz, que es el valor de frecuencia requerida, con ayuda del amplificador operacional A1 que actúa como un oscilador estable. El segundo amplificador A2 filtra los armónicos de la onda cuadrada proveniente de A1. Recordemos que los armónicos son desfases de onda que provocan que la frecuencia aumente de forma no deseada.

El pico de voltaje que alcanza la onda cuadrada dependerá directamente del voltaje del alimentador del amplificador, en este caso 12V.

Finalmente, se muestra el resultado generado por el filtro, transformando la corriente continua a una onda cuadrada, para transformarla en corriente alterna de 60 Hz.

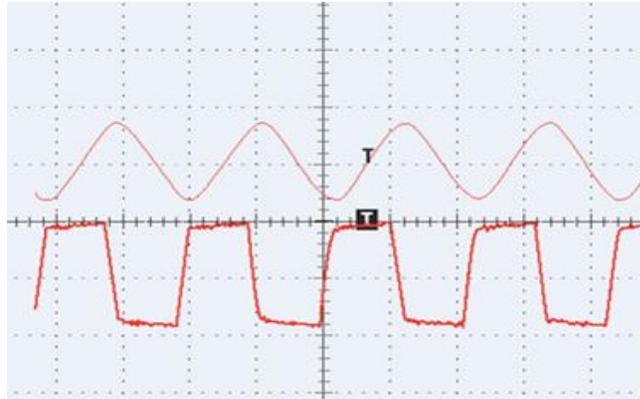


Figura 3.35. Onda de 60Hz senoidal.  
Fuente: (Texas, 2011)

El circuito realizado es el siguiente:

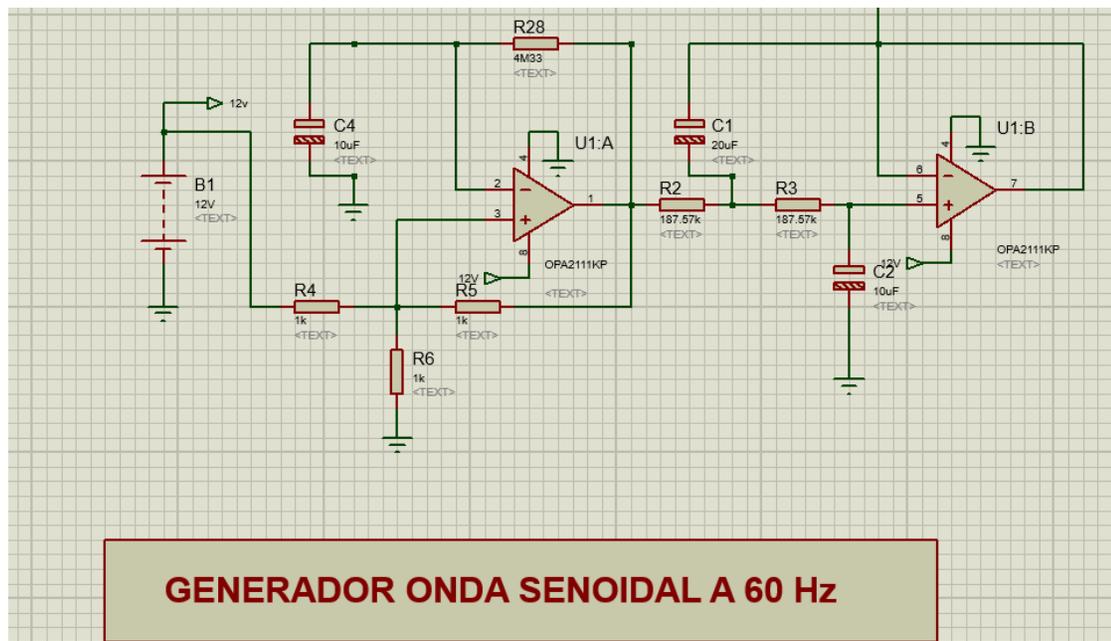


Figura 3.36. Circuito generador de onda senoidal.

El resultado de la simulación del generador se muestra en la siguiente figura.

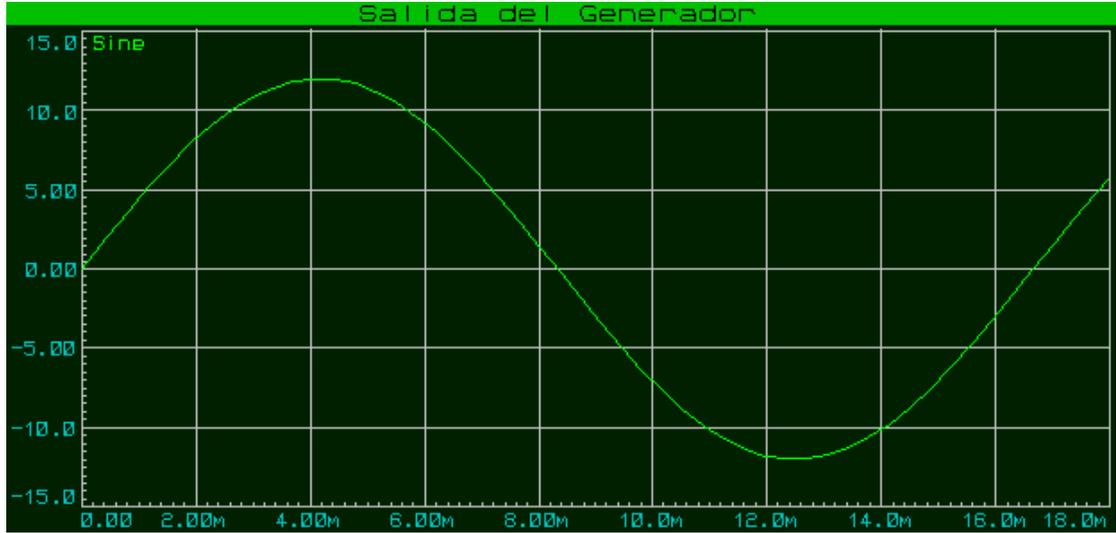


Figura 3.37. Salida del generador.

El osciloscopio del programa muestra la onda de salida cuya amplitud es de 12 voltios y su frecuencia es de 60 Hz. En el eje de las ordenadas se ubica el voltaje y en las abscisas se muestra el período en milisegundos, cuya fórmula es la siguiente:

Tabla 3.31. Cálculo del Período de onda.

Descripción	Criterio	Datos	Unidades	Resultado
Cálculo del Período de onda	$P = 1/(F)$	Período (P) = ?	mseg: milisegundos	16.67 mseg
		Frecuencia (F) = 60Hz	Hz: Hercios	

### 3.1.3.4.3. Etapa de potencia

El circuito de potencia será alimentado por una onda senoidal +/- 12 V, que se produjo en el circuito de filtrado, la cual oscila entre valores positivos y negativos con picos máximos de +12 y -12 voltios.

Para purificar la onda senoidal generada se ocupa un filtro pasa alto y un filtro pasa bajo, con lo que se consigue quitar los armónicos.

Un filtro matemáticamente impide el paso de parte de la frecuencia de una señal. Estos filtros se usan para limitar el paso de ondas cuya frecuencia no es la deseada.

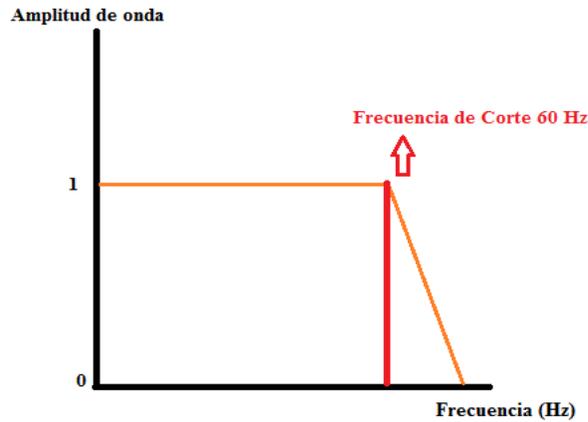


Figura 3.38. Filtro pasa bajo, multiplica por 0 cualquier onda que supere los 60 Hz.

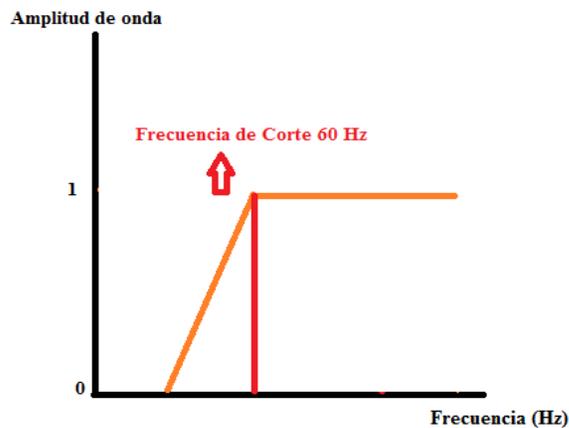


Figura 3.39. Filtro pasa alto, multiplica por 0 cualquier onda que sea menor a los 60 Hz.

Si la onda que pasa por el filtro tiene una frecuencia mayor o menor a la deseada, el valor de la onda se multiplica por 0 para que desaparezca, impidiendo que esta pase. Si tiene la frecuencia requerida, el valor de la onda se multiplica por 1, lo que no causa ningún cambio en el estado de la onda mientras pasa por el filtro.

Por ser corriente alterna la onda tiene 2 partes, una positiva y una negativa, que tenemos que tratar como ondas separadas, para lo cual la onda filtrada se dirige hacia transistores de tipo NPN y PNP, antes de dirigirse a la etapa de potencia conformada por mosfets.

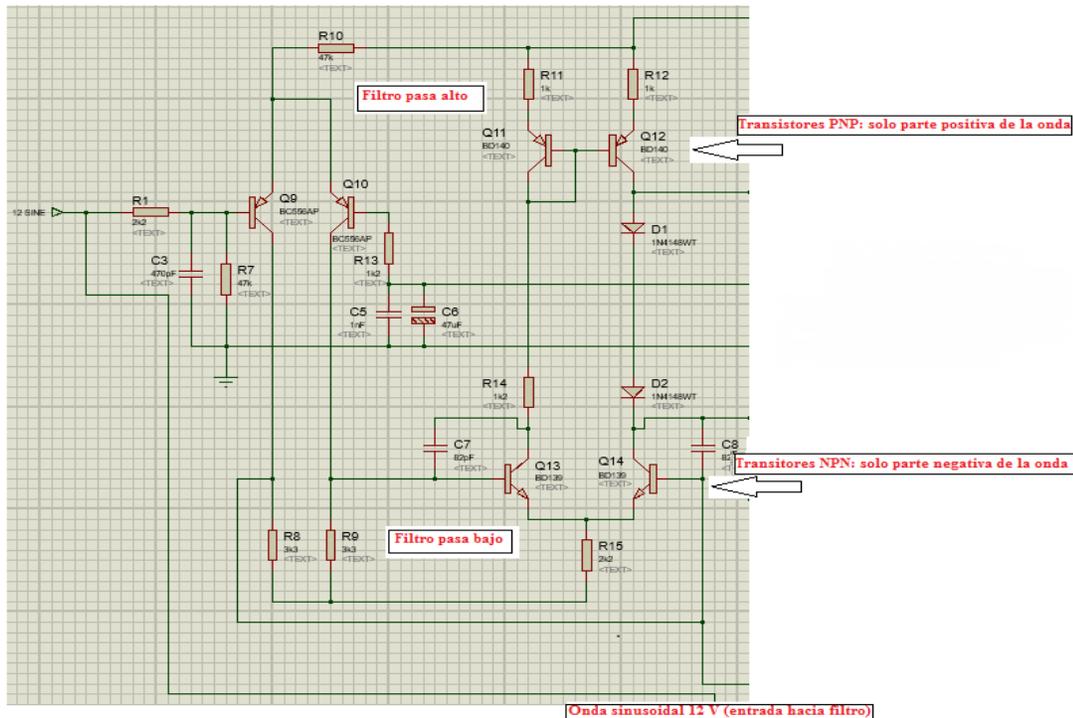


Figura 3.40. Etapa de filtrado y división en parte positiva y negativa.

Como muestra la figura anterior, la conexión de los transistores NPN y PNP es de base común, porque ésta se conecta a masa, la señal se aplica al emisor y sale por el colector. Con esto se logra ganancia de tensión.

Colocar un conjunto de transistores Mosfet, permite mejorar la capacidad de los mismos y como resultado se protege el circuito de posibles sobredemandas de consumidores que no pueden ser abastecidas. Se protege el circuito porque se suma la capacidad individual en amperios de cada mosfet para formar un elemento de mayor capacidad. Mientras más mosfet se conecten en paralelo menor riesgo de que el aparato conectado no vaya a funcionar.

Cuando se suma la capacidad individual en amperios de los Mosfet, también aumenta la potencia, porque si se multiplica el nuevo amperaje por el voltaje de la onda obtendremos una potencia elevada. De esto depende la potencia que el inversor puede soportar.

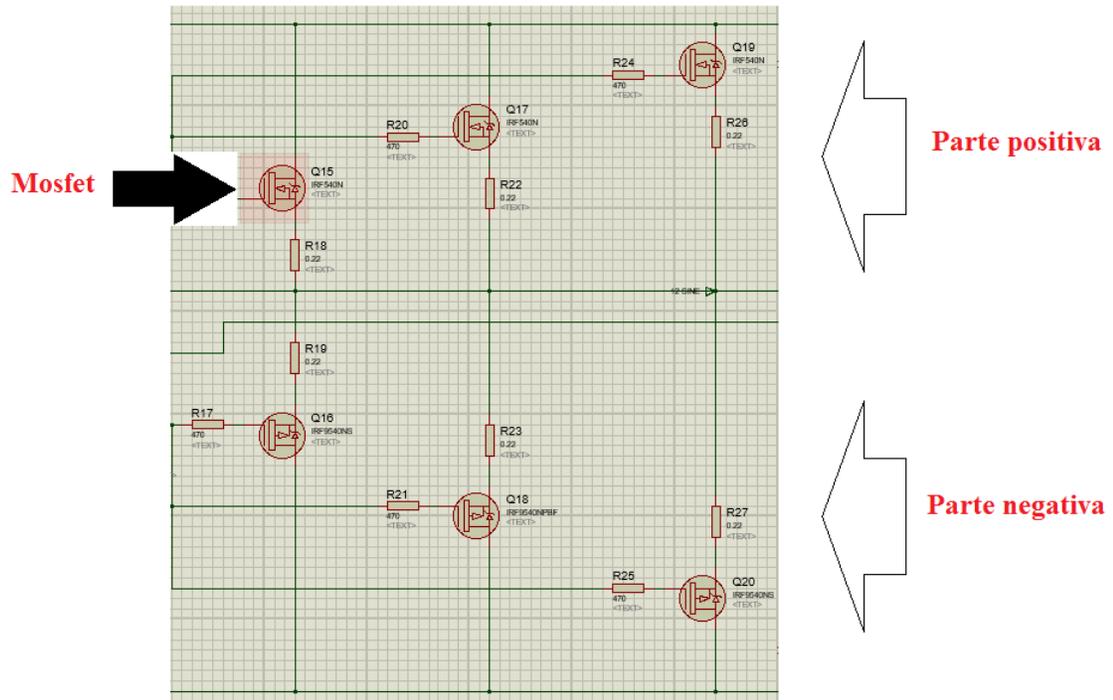


Figura 3.41. Etapa de potencia.

Finalmente se amplifica el voltaje gracias a un transformador, el bobinado primario recibe una señal de corriente alterna cuyo pico máximo es 12 voltios positivo y negativo. Esta corriente induce un flujo magnético en el núcleo que llega hasta el bobinado secundario.

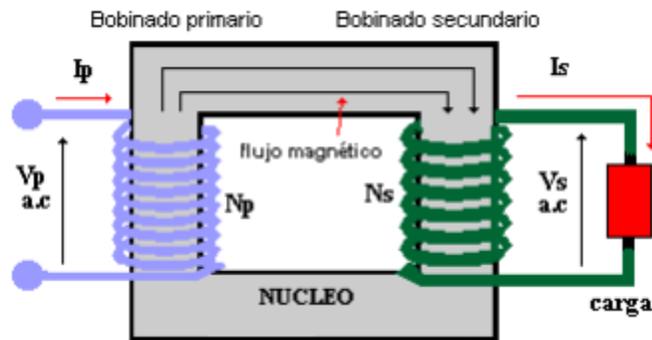


Figura 3.42. Bobinado primario, núcleo de hierro y bobinado secundario.  
Fuente: <http://roble.pntic.mec.es/jlop0164/archivos/transformador.pdf>

Este fenómeno causa que se genere un voltaje en el alambre del secundario por la ley de Faraday<sup>10</sup>. El voltaje que aparece en el secundario ya está amplificado debido a que el número de vueltas del bobinado secundario supera en vueltas al bobinado del primario. De esta manera se obtiene los 120 voltios AC.

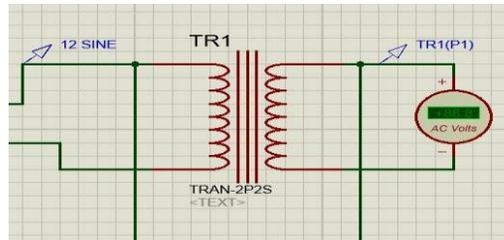


Figura 3.43. Transformador interno de un inversor.

#### 3.1.3.4.4. Indicador de nivel de carga de batería

La finalidad de este circuito es indicar al usuario, el nivel de carga del banco de baterías para preservar la vida útil de las mismas. El objetivo del circuito es que se enciendan 2 leds, aún cuando el vehículo está apagado. Un led verde, que indica que el nivel de carga del banco de baterías está por encima de 12 voltios, y se enciende un led rojo cuando el nivel de carga es 11.9 voltios.

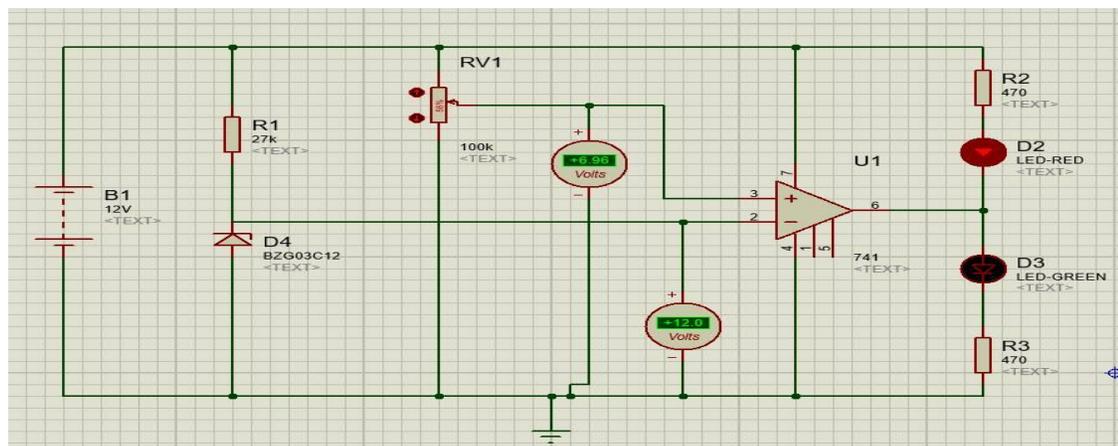


Figura 3.44. Indicador de nivel de carga de batería a nivel de descarga.

<sup>10</sup> La ley de Faraday dice que la magnitud de la fuerza electromotriz inducida en un circuito es igual a la razón de cambio en el tiempo del flujo magnético a través del circuito.

### 3.1.4. Simulación de elementos electromecánicos y electrónicos

#### 3.1.4.1. Simulación de bases del alternador

Para simular los soportes del alternador se necesita mallar las estructuras. Se realizó un mallado automático porque las magnitudes de los esfuerzos no son elevadas según los cálculos realizados, y porque este mallado garantiza un margen de error bajo para esfuerzos de tensión y desplazamiento. Ver anexo 33

A continuación, se colocan las fuerzas que la estructura soporta según los cálculos realizados anteriormente. Estas son introducidas de manera vectorial.

Para poder simular, se debe restringir los soportes del alternador con 0 grados de libertad. El color azul representa empotramiento y el rojo es la superficie donde actúan las fuerzas.

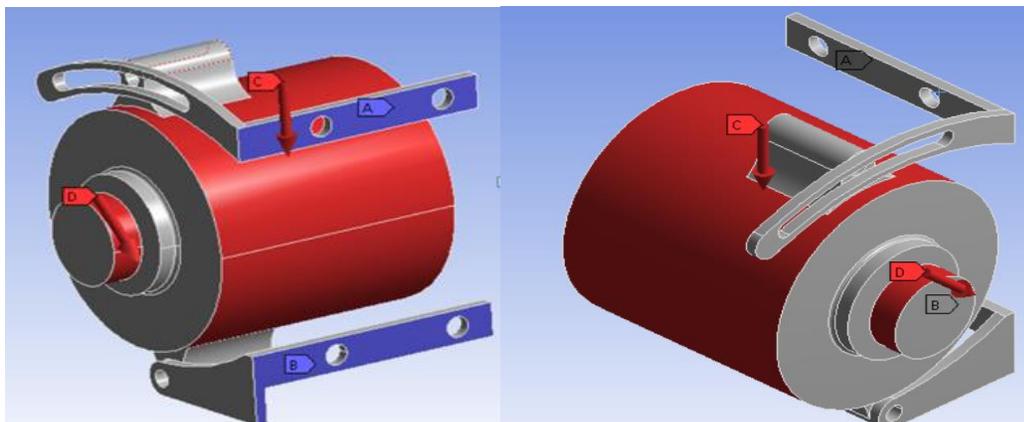


Figura 3.45. Disposición de fijación y fuerzas.



Figura 3.46. Magnitud de fuerzas.

El programa obtiene los siguientes resultados.

Tabla 3. 32. Resultados de simulación.

<b>Resultados soportes del alternador</b>		
<b>Deformación total</b>	5.1981e -5m	Anexo 34
<b>Esfuerzo Von-Mises</b>	1.1376e7Pa	Anexo 35
<b>Factor de seguridad</b>	15	Anexo 36

### 3.1.4.2. Simulación de bases de batería.

Igual que en el caso anterior se utilizó mallado automático. Ver anexo 37

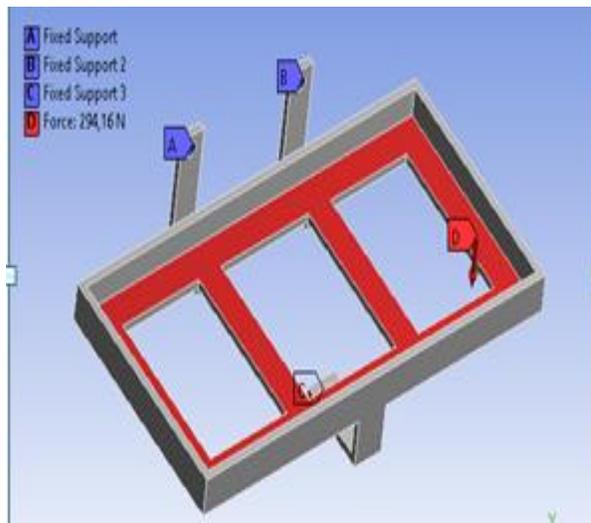


Figura 3.47. Disposición de fijación y fuerza.

Tabla 3. 33. Resultados de simulación.

<b>Resultado base superior</b>		
<b>Deformación total</b>	4.2095e-5m	Anexo 38
<b>Esfuerzo Von-Mises</b>	2.0242e7Pa	Anexo 39
<b>Factor de seguridad</b>	15	Anexo 40

Tabla 3. 34. Resultados de simulación.

Resultado base inferior		
<b>Deformación total</b>	2.8946e-5m	Anexo 38
<b>Esfuerzo Von-Mises</b>	4.7678e-5Pa	Anexo 39
<b>Factor de seguridad</b>	$\leq 12.5$	Anexo 40

### 3.1.4.3. Simulación de circuitos

#### 3.1.4.3.1. Simulación del inversor

#### 3.1.4.3.2. Generador de onda senoidal

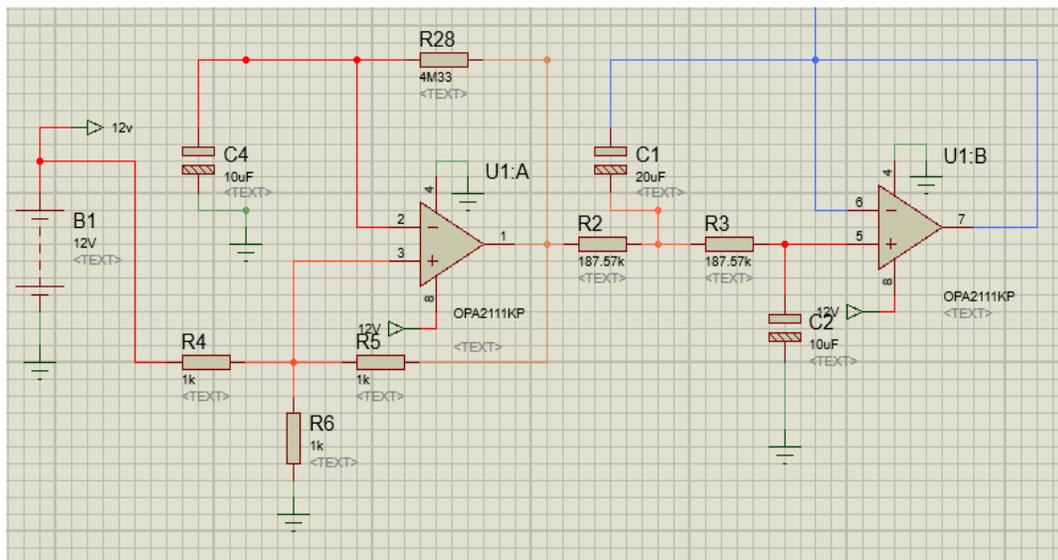


Figura 3.48. Generador onda senoidal 12V.

El osciloscopio muestra la onda senoidal 12 voltios que sale del generador con color amarillo, después de haber sido transformada de continua a alterna.

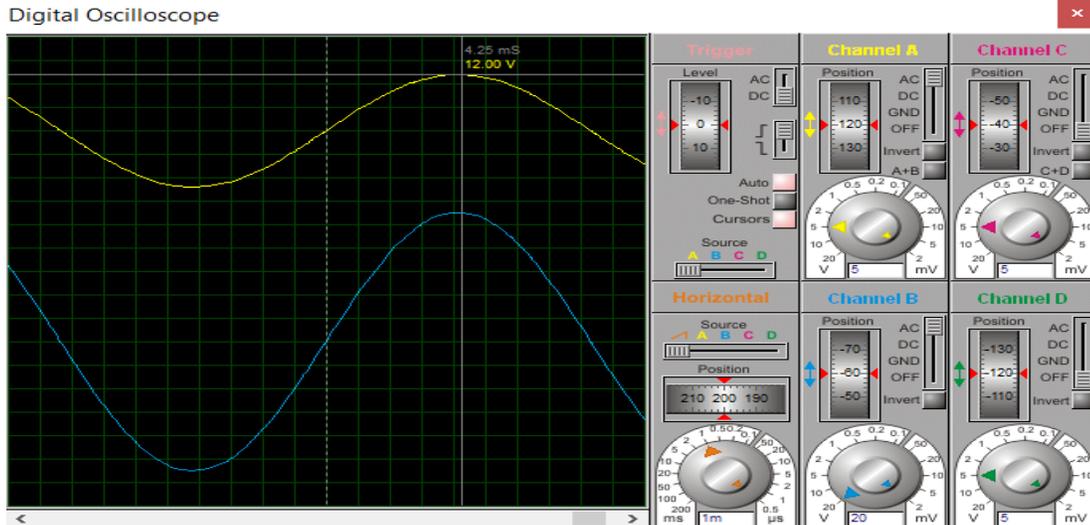


Figura 3.49. Onda senoidal 12V.

- **Inversor (filtro y etapa de potencia)**

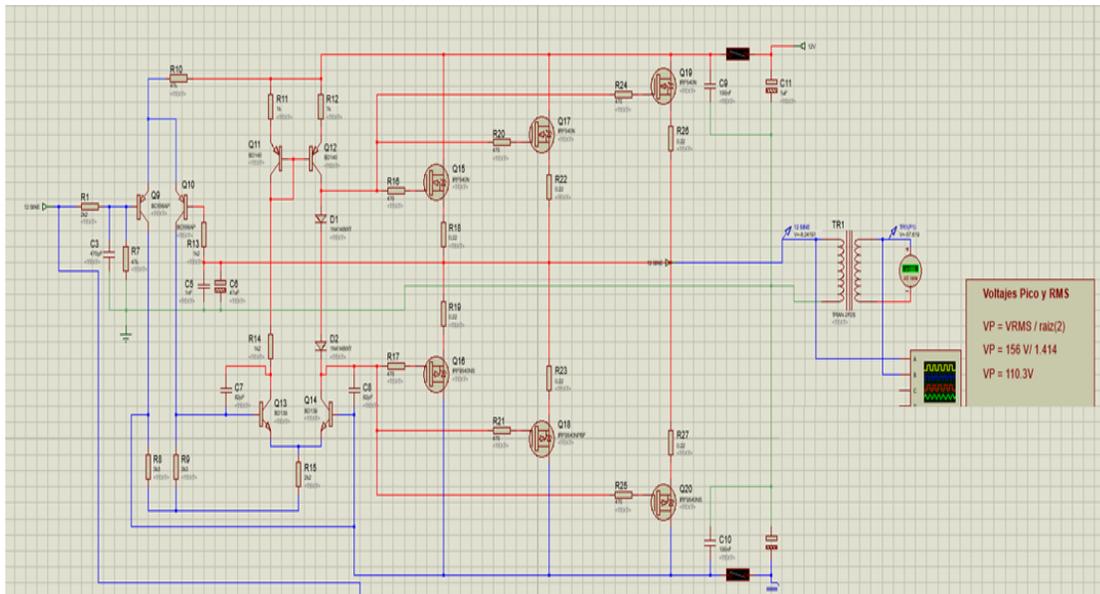


Figura 3.50. Filtro y etapa de potencia.

El osciloscopio muestra la onda senoidal 110 voltios que sale del transformador con color azul, después de haber pasado por el filtro y la etapa de potencia.

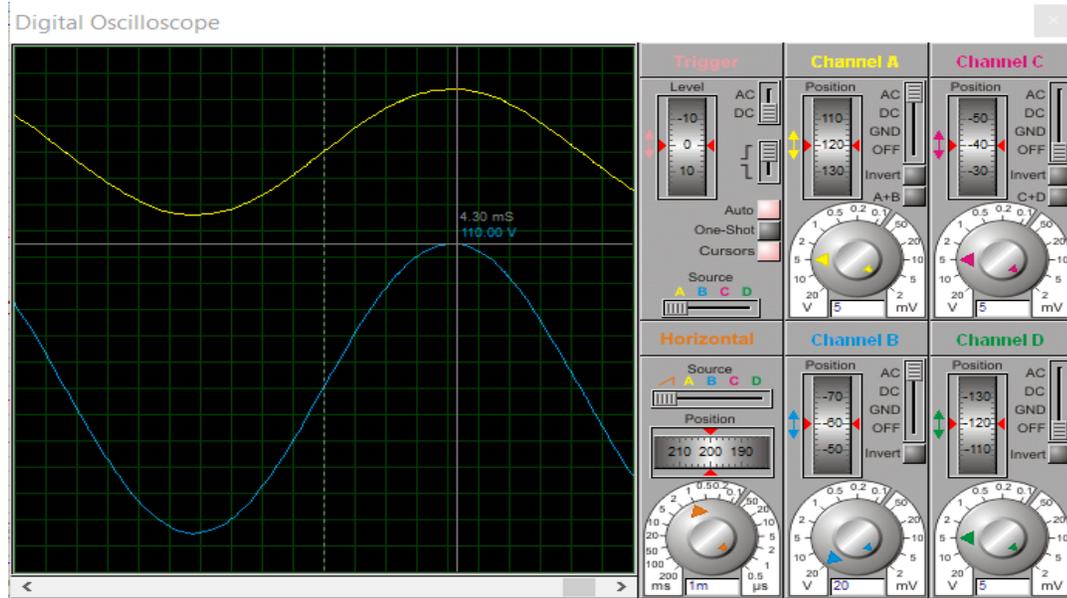


Figura 3.51. Onda senoidal 110V.

### 3.1.4.3.3. Simulación de nivel de voltaje

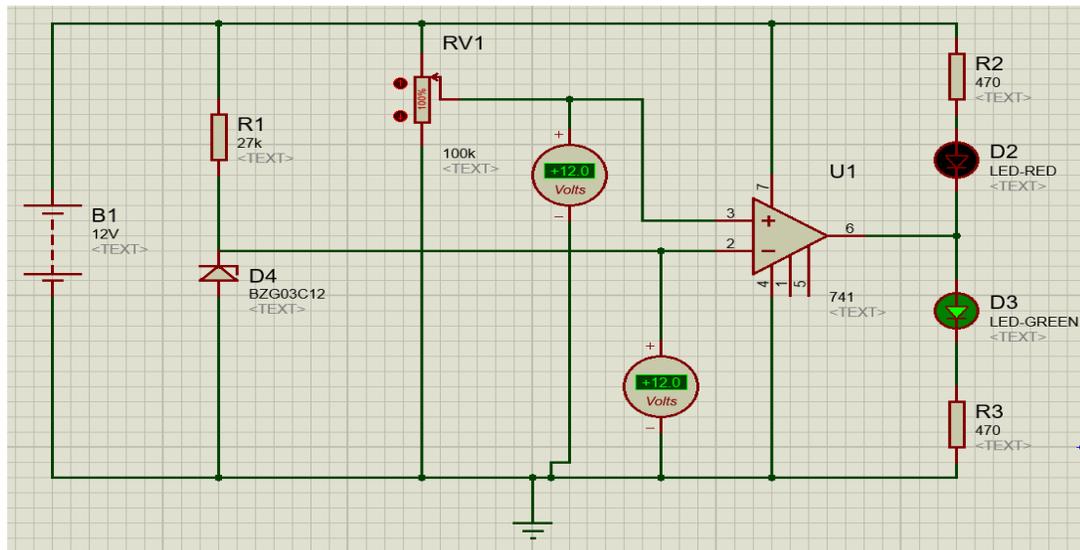


Figura 3.52. Banco de baterías cargado.

La figura muestra que el nivel de carga está por encima de 12 voltios (Led verde encendido).

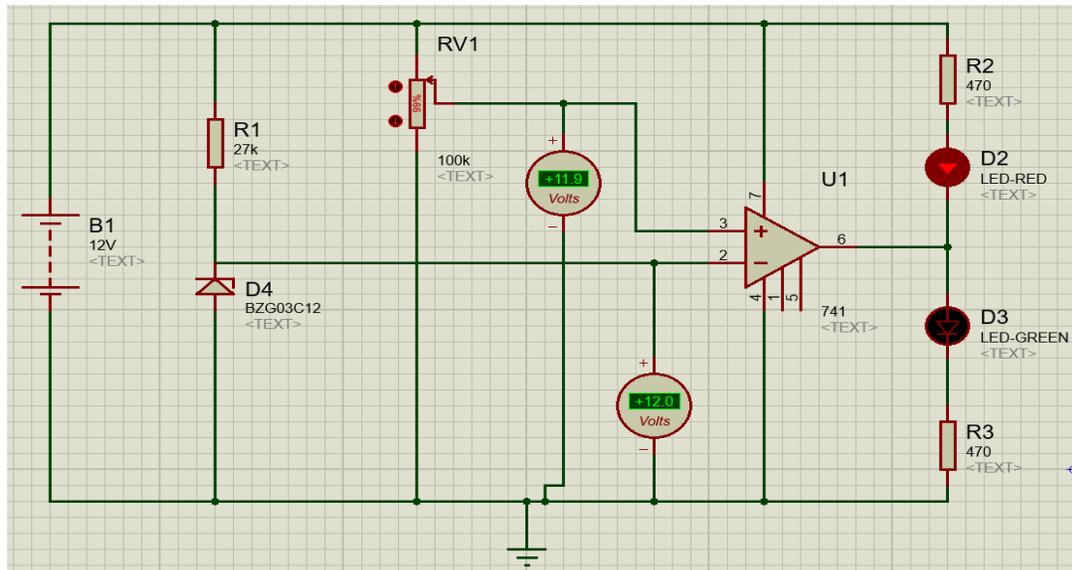


Figura 3.53. Banco de baterías descargado.

La figura muestra que el nivel de carga está por debajo de 12 voltios (Led rojo encendido).

## CAPÍTULO IV

### ANÁLISIS ECONÓMICO

#### 4.1. Evaluación económica del proyecto

El presente proyecto debe ser técnica y económicamente viable. El rubro económico es un indicativo para establecer si el gasto fue rentable, en relación a durabilidad de elementos y utilidad de los mismos. Los parámetros que definen la inversión para este proyecto son 4:

- Costo artefactos
- Costo de importación
- Costo de insumos eléctricos y extras
- Costo de instalación

##### 4.1.1. Costo Artefactos

Los precios especificados son exclusivos para el mercado ecuatoriano.

Tabla 4.1. Costo de artefactos.

<b>Artefacto</b>	<b>Costo</b>
Microondas	<b>\$ 163.20</b>
Minibar	<b>\$ 187.84</b>
Cafetera	<b>\$ 51</b>
Modem	<b>\$ 117.81</b>
<b>Total</b>	<b>\$ 519.85</b>

##### 4.1.2. Costo de importación

El costo de las baterías, el alternador y el inversor, son del mercado americano, porque en el Ecuador no están disponibles.

Tabla 4.2. Costos en el mercado americano.

<b>Insumos</b>	<b>Costo</b>
2 Baterías de 12V de ciclo profundo (plomo ácido) Trojan SCS225	<b>Producto</b> \$229.95
	<b>Envío a Ecuador</b> \$175
	<b>Total:</b> \$808
1 Inversor de onda senoidal pura de 2000 Wattios de potencia. Salmex SSW-2000-12 <sup>a</sup>	<b>Producto</b> \$404.25
	<b>Envío a Ecuador(USPS)</b> \$75.40
	<b>Total:</b> 479.65
1 Alternador Delco Remi 11SI de 70 amperios y 12 voltios	<b>Producto</b> \$88.98
	<b>Envío a Ecuador (USPS)</b> \$93.40
	<b>Total:</b> 182.38

Para poder traer estos elementos sin licencia de importador hay que hacer una importación tipo C, para lo cual los paquetes deben cumplir con 2 condiciones: el peso del paquete no debe exceder los 50 kilogramos y un costo menor a \$2000.

Todos los artefactos a importar se pueden traer en un solo paquete siempre y cuando las condiciones se cumplan, de lo contrario se debe dividir la mercadería en dos paquetes y traerlos individualmente. Una persona natural sólo puede traer un paquete, por lo tanto, el otro debe realizarse a otro nombre.

La importación de categoría C sí paga impuestos para nacionalizarse cuando entra al país:

- Ad-valorem (Arancel cobrado a las mercancías): El porcentaje dependerá de la naturaleza del producto.
- IVA (Impuesto valor agregado): 14%
- FODINFA (Fondo de desarrollo para la infancia): 0.5%
- Salvaguardia (Recargo Ad-valorem): El porcentaje dependerá de la naturaleza del producto.

Tabla 4.3. Aranceles.

<b>Partida Arancelaria</b>	<b>Descripción</b>	<b>Ad-Valorem</b>	<b>IVA</b>	<b>FODINFA</b>
8507200000	Batería plomo ácido	20%	14%	0.5%
85011093	Generador corriente alterna polifásico	0%	14%	0.5%
85044090	Inversor de corriente	0%	14%	0.5%

Como se muestra en el gráfico anterior solo la batería paga Ad-valorem, para ingresar al país, pero todos los productos pagan IVA y FODINFA.

#### 4.1.3. Costo total de elementos importados

Tabla 4.4. Costo total de importación.

<b>Descripción</b>	<b>Costo</b>	<b>Ad-valorem</b>	<b>FODINFA</b>	<b>IVA Costo + Ad-valorem +FODINFA</b>	<b>Costo Total</b>
<b>2 Baterías plomo ácido</b>	\$808	\$161.60	\$40.40	\$141.40	\$1141.40
<b>1 Inversor</b>	\$479.65	0	\$23.98	\$70.50	\$574.14
<b>1 Alternador</b>	\$182.38	0	\$9.11	\$26.80	\$218.29
				<b>TOTAL</b>	<b>\$1933.83</b>

#### 4.1.4. Costo de caja porta artefactos

El área total de madera a utilizarse para la construcción es de 225 m<sup>2</sup> y la plancha debe tener 10 mm de espesor.



Figura 4.1. Caja porta artefactos.

El costo total aproximado de materia prima y mano de obra para la construcción es de \$ 300.

#### 4.1.5. Insumos eléctricos

Tabla 4.5. Costo de insumos eléctricos.

Descripción	Costo unitario	Costo total
1 Interruptor general 20A	\$1.40	\$1.40
1 Interruptor diferencial 20A	\$1.40	\$1.40
4 Interruptores automáticos	\$2.05	\$8.20
5 Tomacorrientes individuales	\$2.00	\$10.00
5 metros AWG 6	\$1.85 (cada metro)	\$9.25
4 metros AWG 2	\$2.00 (cada metro)	\$8.00
3 metros AWG 2/0	\$2.20 (cada metro)	\$6.60
4 metros cable AWG 14 rígido (2 metros rojo y 2 metros negro)	\$0.28 (cada metro)	\$1.12
10 metros cable AWG 16 rígido	\$0.21 (cada metro)	\$2.10
Extras	\$20	\$20
	<b>Total:</b>	\$68.07

#### 4.1.6. Costo de Instalación

Tabla 4.6. Costos de instalación.

<b>Descripción</b>	<b>Costo</b>
Reubicación depósito de dirección	\$15
Costos construcción bases alternador y baterías	\$120
Montaje del alternador y sus bases	\$20
Montaje base para cada batería	\$30
Adaptación del inversor debajo del tablero de instrumentos	\$60
Instalación del circuito de carga para el banco de baterías	\$50
Instalación circuito pre inversor	\$60
Instalación circuito post inversor	\$60
Levantamiento de la alfombra	\$30
Ruteado de cables	\$30
Adaptación de toma corrientes a la caja porta artefactos.	\$25
<b>Costo total</b>	<b>\$500</b>

#### 4.1.7. Costo Total

Todo el proyecto tiene un valor de \$3021.75.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### Conclusiones:

- Mediante un estudio bibliográfico, se conoció la historia y los diferentes tipos de caravanas existentes y sus aplicaciones. En nuestro país no hay antecedentes de demanda elevada de autocaravanas, sin embargo, su utilidad en el turismo convierte a las autocaravanas en un mercado por explotar dentro del Ecuador.
- Modificar un SUV y convertirlo en una autocaravana es una opción viable, tomando en cuenta que no se debe modificar demasiado el vehículo para lograr las prestaciones requeridas para el proyecto.
- Los artefactos seleccionados cumplen con las condiciones de bajo consumo y espacio que el proyecto requiere.

Artefacto	Marca	Modelo	Consumo diario (A/h día)
Minibar	Midea	HS-65L	50
Microondas	Indurama	MWI-1CRP	15
Computadora	Lenovo	ADL135NDC3A	33.75
Modem	HUAWEI	E5573	0.99
Cafetera	Philips	HD7447/20	11.25
<b>Total</b>			110.99

- El consumo total diario es el único indicativo válido para la selección del tipo y capacidad del banco de baterías, así, llegamos a la conclusión que se necesitan 2 baterías plomo ácido de ciclo profundo marca Trojan, modelo SCS225, que sumen una capacidad de 260A. La capacidad del banco de baterías es mayor al consumo total diario porque se considera un margen de error contra descarga, eficiencia de la batería y eficiencia del inversor.

- Para seleccionar la capacidad del alternador, se debe conocer el rango de aceptación de carga del banco de baterías cuyo valor es 70A. Para el presente proyecto se escogió un alternador DELCO REMY 11SI que cumple el requerimiento anterior.
- Finalmente, para seleccionar el inversor es aconsejable sobredimensionarlo, de manera que la potencia sumada de todos los artefactos sea cuando mucho el 80% de la potencia nominal del inversor. En este caso se necesita un inversor de 2000W marca SALMEX modelo SSW-2000-12A.
- Los elementos complementarios para la instalación, tales como bases metálicas fueron diseñados para asegurar que su factor de seguridad sea confiable.
- El análisis económico revisa aspectos tributarios para importar los elementos necesarios para ejecutar el proyecto y otros factores que sumados dan un valor de \$3021.75. Es un valor viable considerando la utilidad que brindará al usuario y la durabilidad que tendrá el mismo.

**Recomendaciones:**

- Se recomienda que los artefactos para éste proyecto tengan bajo consumo eléctrico, porque la fuente de energía es agotable. Además, deben ser pequeños y livianos porque un SUV tiene espacio limitado en su interior.
- Para la selección del tipo y capacidad de batería se recomienda determinar el tiempo que se necesita abastecer los consumidores y considerar un factor contra descargas profundas porque esto alargará la vida útil de la batería. Por esta razón la capacidad del banco de baterías es considerablemente mayor al consumo total diario de los artefactos.
- Para conocer la capacidad del alternador es aconsejable conocer el porcentaje de aceptación del banco de baterías para evitar comprar uno de mucha capacidad y recalentarlo; o uno de muy baja capacidad y alargar el tiempo de carga del mismo.
- Finalmente es recomendable escoger un inversor de onda senoidal pura porque los artefactos que se van a energizar son sofisticados y precisos. También se recomienda sobredimensionar el inversor considerando que el consumo total de los artefactos debe ser como máximo el 80% de la potencia nominal del inversor, además esto permite absorber picos de corriente que los artefactos alcanzan cuando se encienden.

## BIBLIOGRAFÍA

- Abamotor energía, S. (2009). Grupos electrógenos. *Abgen*, 12-13.
- Amrep. (2014). *Copany name*. Obtenido de <http://www.amrepcostore.com/category-s/1859.htm>
- Antioquia, U. (2014). Acumuladores electricos. 11.
- Ariza, J. (2014). *Mantenimiento del sistema de carga con alternador*. Buenos Aires: ic editorial.
- Armond, J. D. (18 de Enero de 2001). *Index Home About Blog*. Obtenido de [http://yarchive.net/car/rv/agm\\_batteries.html](http://yarchive.net/car/rv/agm_batteries.html)
- Arntz, O. G. (2015). Bandas acanaladas . *Optibelt*, 68.
- Balmar. (2014). *Balmar, Alternator*. Obtenido de [http://www.balmar.net/?page\\_id=15235](http://www.balmar.net/?page_id=15235)
- Beaulieu, Brockenhurst, & Hampshire. (2009). William Gordon Stables. *The caravan club*, 4. Recuperado el 11 de Noviembre de 2015, de <http://nationalmotormuseum.org.uk/domains/nationalmotormuseum.org.uk/local/media/downloads/William%20Gordon%20Stables%20Fact%20Sheet.pdf>
- Bosch. (2013). Motores de arranque y alternadores. *Bosch aplicaciones automotrices*, 2-3.
- Brad, F. (2016). *This Old Campsite*. Obtenido de [http://www.thisoldcampsite.com/This\\_old\\_campsite4/RV\\_Types.html](http://www.thisoldcampsite.com/This_old_campsite4/RV_Types.html)
- Bradfield, M. (2008). Mejoranado la eficiencia del alternador. *DelcoRemy*, 32.
- Burden, T. (2014). *West marine*. Obtenido de <http://www.westmarine.com/WestAdvisor/Selecting-an-Alternator>
- Butta, M., & Deza, L. (2012). *Generador eólico para motorhome*. Buenos Aires. Recuperado el 20 de Octubre de 2015, de [http://diana.fadu.uba.ar/109/2/14\\_Butta-Deza\\_2012\\_Galan\\_D5\\_TESIS\\_GeneradorEolicoparaMotorhomes.pdf](http://diana.fadu.uba.ar/109/2/14_Butta-Deza_2012_Galan_D5_TESIS_GeneradorEolicoparaMotorhomes.pdf)
- Codeso. (2014). *Cálculo para la electrificación solar*. Recuperado el 2 de Diciembre de 2015, de <http://www.codeso.info/Cálculo03.html>

- Delco. (26 de Enero de 2013). *Catalogo Delco Remy*. Obtenido de <http://www.remyinc.com.br/informativos/CatalogoDelcoRemy2013.pdf>
- Delco. (2013). Instalacion del alternador 11SI. *DelcoRemy*, 6.
- Denso. (2015). Starters & Alternators. *Quality*, 4-10. Obtenido de [http://www.denso-am.ru/media/332220/20141030\\_desa140001\\_web.pdf](http://www.denso-am.ru/media/332220/20141030_desa140001_web.pdf)
- Dometic. (2014). Guia de usuario de microondas. *Owner's guide*, 3-4.
- Dometic, G. (2014). Cuál es mi nevera ideal. *Waeco*, 20. Recuperado el 6 de Enero de 2015, de [www.dometic.es/rv](http://www.dometic.es/rv)
- East, P. (2012). *Deka*. Obtenido de <http://www.eastpenmanufacturing.com/wp-content/uploads/Deka-RV-Complete-Line-Brochure-0215.pdf>
- Electrical, L. (2006). Wet vs sealed batteries. 3-4.
- García, W. C. (2015). *RV Ecuador casas rodantes*. Guayaquil. Recuperado el 15 de Noviembre de 2015, de <http://repositorio.ulvr.edu.ec/handle/44000/44>
- Gough, L. (2014). *Gough's*. Obtenido de <http://goughlui.com/2014/07/30/review-teardown-hip-300-300w-pure-sine-wave-power-inverter/>
- Heritage Foundation, I. (2015). *RV/MH Hall of fame museum inventory*. Recuperado el 19 de Noviembre de 2015, de <http://www.rvmhhalloffame.org/museuminv.cfm>
- Horikoshi, I. (2009). Análisis de las componentes armónicas de los inversores fotovoltaicos de conexión a red. *Universidad carlos III de Madrid*, 70-74.
- Huawei. (2014). Quick start. *Mobile wifi*, 2-8.
- Ifent. (2005). Obtenido de <http://www.ifent.org/lecciones/cap07/cap07-06.asp>
- Información, S. N. (30 de octubre de 2015). *Ministerio de Turismo*. Recuperado el 25 de Noviembre de 2015, de <http://www.turismo.gob.ec/resultados-del-2015-ano-de-la-calidad-turistica-en-ecuador/>
- Ingemecanica. (10 de Agosto de 2015). *Tutoriales semanales*. Obtenido de <http://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn70.html>
- Ma San Zapata, J. (2013). distancia entre centros y longitud de correa. *Eumed.net*, 128-132.

- Morrison, J. (2010). *Smithsonian.com*. Recuperado el 16 de Noviembre de 2015, de <http://www.smithsonianmag.com/history/commemorating-100-years-of-the-rv-56915006/?story=fullstory&no-ist>
- Optur. (2013). *Estadísticas de turismo en el Ecuador*. Obtenido de <http://www.optur.org/estadisticas-turismo.html>
- Ozaeta Eidelman, A., Luis Carlos, F. G., & Oscar Fabián, H. C. (2013). Diseño y generación de transmisiones de potencia por correa trapecial en Solidworks mediante una aplicación en Visual Basic. 12.
- Pesántes, M. (2012). *Confor térmico en el área Social de una vivienda unifamiliar en Cuenca*. Cuenca.
- Photon. (2011). *Codesolar*. Obtenido de Codesolar: [http://www.codesolar.com/Energia-Solar/Solar\\_Noticias\\_News/2011/PHOTON\\_\\_2011-01\\_Ecuador.pdf](http://www.codesolar.com/Energia-Solar/Solar_Noticias_News/2011/PHOTON__2011-01_Ecuador.pdf)
- Prieto, R. (2012). *blogspot.com*. Obtenido de <http://energias-renovables-y-limpias.blogspot.com/2012/09/cálculo-seccion-cables-instalacion-electrica.html>
- RVRoadTrip.us. (2014). *Jerry and Cynthia Full-Time RVing on a Budget*. Recuperado el 30 de Noviembre de 2015, de [http://rvroadtrip.us/library/solar\\_install.php](http://rvroadtrip.us/library/solar_install.php)
- Salmex. (2016). Salmex America. 17.
- Shirley Slater, H. B. (2012). *RV Vacations for dummies 3 edition* (tercera ed., Vol. III). California, U,S,E: Wiley publishing. Recuperado el 2 de noviembre de 2016
- Shirley, S., & Harry, B. (2006). *Exploring america by RV* (Cuarta ed.). New Jersey: Wiley Publishing, Inc. Recuperado el 15 de Noviembre de 2015, de <http://www.slideshare.net/crisbottini3/wileyfrommers-exploring-america-by-rv-4th-edition2006isbn0471773328>
- sonic, P. p. (2009). Manual tecnico de baterias plomo acidas selladas. *Power ps sonic*, 28.
- Stine, R., & Per, P. (2006). electricity consumption of minibars. *ScanRef*, 40-41. Recuperado el 6 de Enero de 2016
- Sullivan, K. (2014). Understanding the Alternator. *smcccd*, 3-6. Obtenido de <http://www.smcccd.cc.ca.us/smcccd/faculty/sullivan>
- Sun, N. A. (2014). *Wind & Sun*. Obtenido de <http://www.solar-electric.com/info.html>
- Texas, I. (2011). A Quick Sine Wave Generator. *Texas intruments company*, 5.

- Transpo. (2012). *Transpo Company*. Obtenido de [http://estore.waiglobal.com/productdatasheets/PD1167\\_0.pdf](http://estore.waiglobal.com/productdatasheets/PD1167_0.pdf)
- traveled, R. I. (2015). *roadslesstraveled*. Obtenido de <http://roadslesstraveled.us/rv-marine-battery-charging-basics/>
- Trojan. (2012). *Troysn battery company*. Obtenido de <http://www.trojanbattery.com/BatteryMaintenance/ChargerSelection.aspx>
- Trojan. (2015). Informacion de la linea del producto. *Baterías AGM*, pág. 2.
- Turmero, P. (2014). Los inversores. *monografias*, 12.
- Wendland, M. (2013). *Roadtreking Discovering the small motohome lifestyle*. Recuperado el 18 de Diciembre de 2015, de <http://roadtreking.com/experiment-portable-wind-turbine/>
- Wholesale. (2015). *Wholesale Solar*. Obtenido de <http://www.wholesalesolar.com/4913034/primus-windpower/wind-turbines/primus-windpower-air-40-12v-1-ar40-10-12#>
- Whyman, A. (2013). *andrew.whyman*. Obtenido de <http://www.andrewwhyman.com/blog/tech/battery-technology-and-maintenance/>

## ANEXOS

**Anexo 1.** Consumo energético entre tipos de refrigeradoras.

Marca	Principio de enfriamiento	Consumo energético	Volumen neto	Eficiencia de energía	Nivel de energía	Tiempo de enfriamiento	Ruido dB
Indel k50	Compressor	0.45	31	65.7	B	5h 09min	39
Dometic Hipro 4000	Absortion	0.78	33	112.2	F	5h 35min	27
Dometic RH448	Absortion	1.03	30	148.4	G	6h 06min	30
IndelB CT40	Thermoelectri c	1.13	36	162.7	G	5h 35min	33
Vibocold TM40	Absortion	1.19	30	172.2	G	6h 21min	29
IndelB A50	Absortion	1.47	32	212.2	G	10h 49min	30

Fuente: (Stine & Per, 2006)

**Anexo 2.** Rango de tamaños que se encuentran los microondas.

	Dimensiones	Potencia
<b>Pequeño</b>	Menores a 0.9 pies cúbicos o 25 litros	600 - 800 wattios
<b>Mediano</b>	De 1 pie cúbico hasta 1.4 pies cúbicos ( 28 litros – 39 litros)	850 wattios hasta 1650 wattios
<b>Grande</b>	Mayor a 1.4 pies cúbicos o 39m litros	850 wattios hasta 1650 wattios

**Anexo 3.** Tipos de baterías de ciclo profundo

U1	34 to 40 Amp hours	12 volts
Group 24	70-85 Amp hours	12 volts
Group 27	85-105 Amp hours	12 volts
Group 31	95-125 Amp hours	12 volts
Group 30h	130-140 Amp hours	12 volts
4-D	180-215 Amp hours	12 volts
8-D	225-255 Amp hours	12 volts
Golf cart & T-105	180 to 220 Amp hours	6 volts
L-16	340 to 415 Amp hours	6 volts

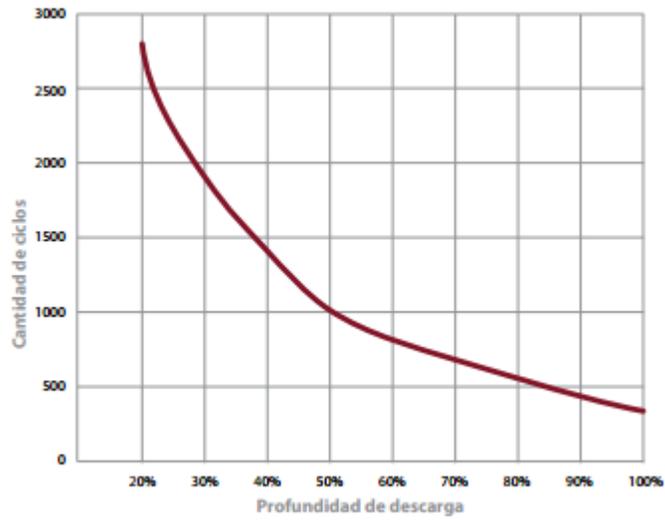
Fuente: (Sun, 2014)

**Anexo 4.** Porcentaje de carga y estado de carga.

State of Charge	12 Volt battery	Volts per Cell
100%	12.7	2.12
90%	12.5	2.08
80%	12.42	2.07
70%	12.32	2.05
60%	12.20	2.03
50%	12.06	2.01
40%	11.9	1.98
30%	11.75	1.96
20%	11.58	1.93
10%	11.31	1.89
0	10.5	1.75

Fuente: (Sun, 2014)

**Anexo 5.** Profundidad de descarga de la batería.



Fuente: (Trojan, Información de la línea del producto, 2015)

Anexo 6. Data sheet de batería



DATA SHEET

SCS225

MODEL SCS225 with Pod Vent  
 VOLTAGE 12  
 MATERIAL Polypropylene  
 DIMENSIONS Inches (mm)  
 BATTERY Deep-Cycle Flooded/Wet Lead-Acid Battery  
 COLOR Maroon  
 WATERING N/A



12V

PRODUCT + PHYSICAL SPECIFICATIONS

BCI Group Size	Type	Voltage	Cell(s)	Terminal Type <sup>6</sup>	Dimensions <sup>4</sup> Inches (mm)			Weight Lbs. (kg)
					Length	Width	Height <sup>7</sup>	
30H	SCS225	12	6	10	13.94 (354)	6.75 (171)	9.96 (253)	66 (30)

ELECTRICAL SPECIFICATIONS

Cranking Performance		Capacity * Minutes		Capacity * Amp-Hours (AH)				Energy (kWh)	Internal Resistance (mΩ)	Short Circuit Current (amps)
CCA <sup>2</sup> @ 0°F (-18°C)	CA <sup>1</sup> @ 32°F (0°C)	@ 25 Amps	@ 75 Amps	5-Hr	10-Hr	20-Hr	100-Hr	100-Hr		
665	820	225	57	105	118	130	144	1.73	—	—

CHARGING INSTRUCTIONS

Charger Voltage Settings (at 77°F/25°C)				
System Voltage	12V	24V	36V	48V
Bulk Charge	14.82	29.64	44.46	59.28
Float Charge	13.50	27.00	40.50	54.00
Equalize Charge	16.20	32.40	48.60	64.80

Do not install or charge batteries in a sealed or non-ventilated compartment. Constant under or overcharging will damage the battery and shorten its life as with any battery.

CHARGING TEMPERATURE COMPENSATION

Add	Subtract
0.005 volt per cell for every 1°C below 25°C 0.0028 volt per cell for every 1°F below 77°F	0.005 volt per cell for every 1°C above 25°C 0.0028 volt per cell for every 1°F above 77°F

OPERATIONAL DATA

Operating Temperature	Self Discharge
-4°F to 113°F (-20°C to +45°C). At temperatures below 32°F (0°C) maintain a state of charge greater than 60%.	5 – 15% per month depending on storage temperature conditions.

STATE OF CHARGE MEASURE OF OPEN-CIRCUIT VOLTAGE

Percentage Charge	Specific Gravity	Cell	12 Volt
100	1.277	2.122	12.73
90	1.258	2.103	12.62
80	1.238	2.083	12.50
70	1.217	2.062	12.37
60	1.195	2.040	12.24
50	1.172	2.017	12.10
40	1.148	1.993	11.96
30	1.124	1.969	11.81
20	1.098	1.943	11.66
10	1.073	1.918	11.51



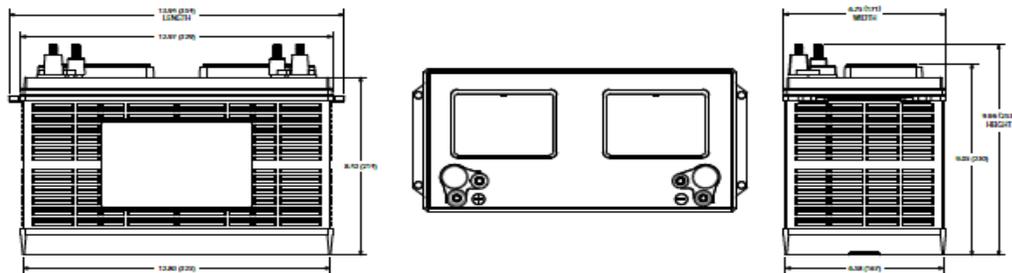
Designed in compliance with applicable BCI, DIN, BS and IEC standards. Tested in compliance to BCI and IEC standards.



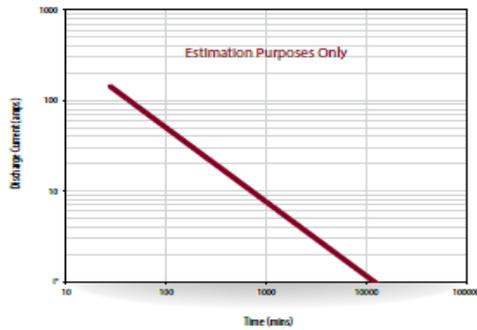
**TERMINAL CONFIGURATIONS<sup>5</sup>**

TD	DWNT	Dual Wingnut Terminal
		
<b>Terminal Height Inches (mm)</b> 1.57 (39)		
<b>Torque Values in-lb (Nm)</b> 95 - 105 (11 - 12)		
<b>Bolt</b> 5/16"		

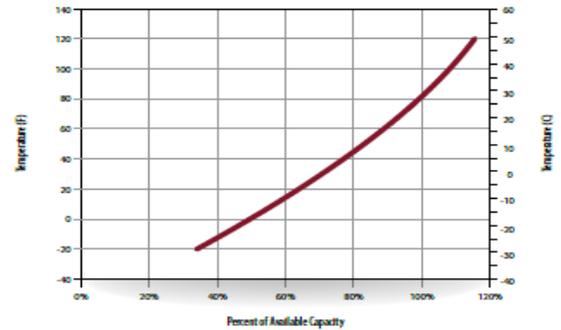
**BATTERY DIMENSIONS** (shown with DWNT)



**TROJAN SCS225 PERFORMANCE**



**PERCENT CAPACITY VS. TEMPERATURE**



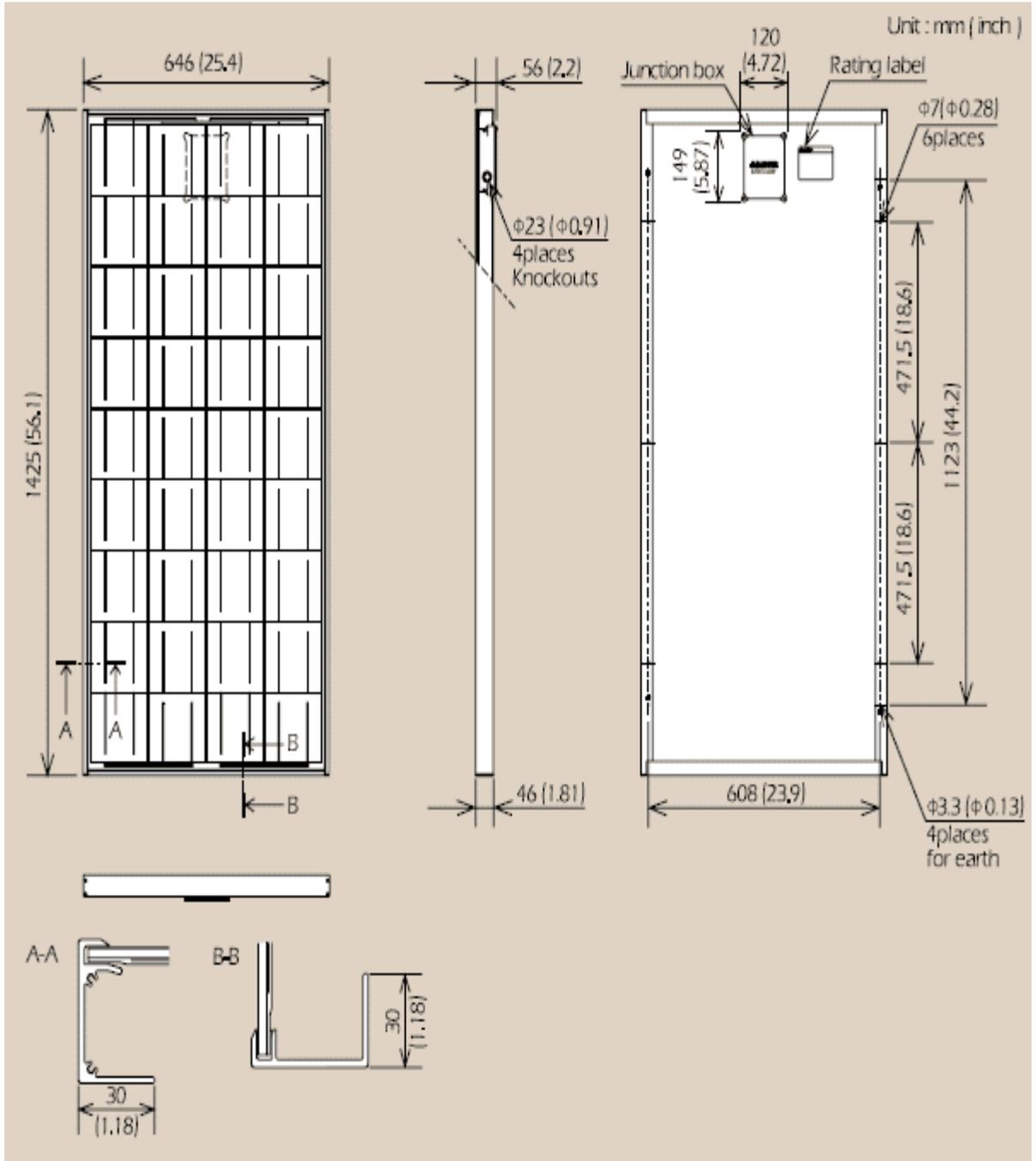
Fuente: (Trojan, Informacion de la linea del producto, 2015)

**Anexo 7.** Porcentajes de presencia de sol en Cuenca.

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
H. SOL	155	113	124	120	155	150	186	186	150	155	150	155	149.92
%	43%	31%	34%	33%	43%	42%	52%	52%	42%	43%	42%	43%	42%

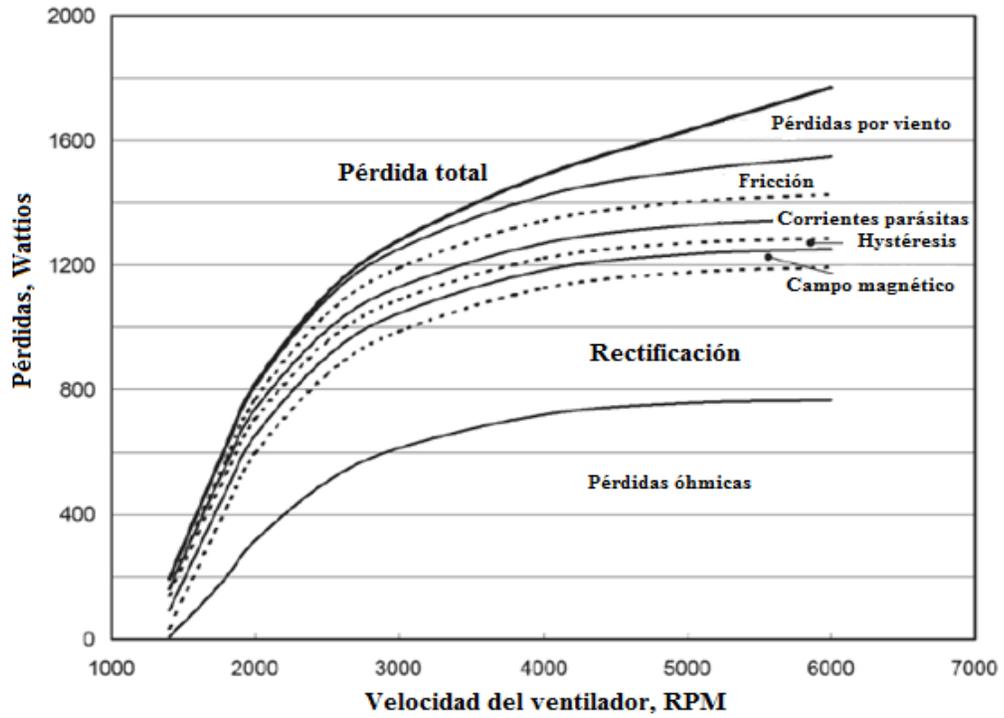
Fuente: (Pesántes, 2012)

**Anexo 8.** Datasheet de panel solar.



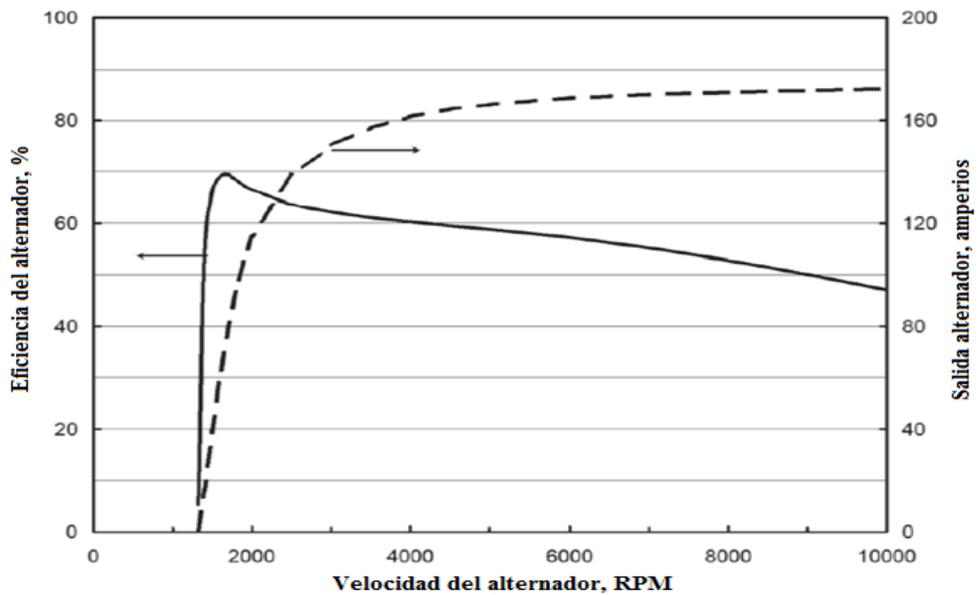
Fuente: <http://www.solarelectricsupply.com/mitsubishi-120-watt-solar-panel-pv-mf120ec4-590>

Anexo 9. Pérdidas presentes en un alternador.



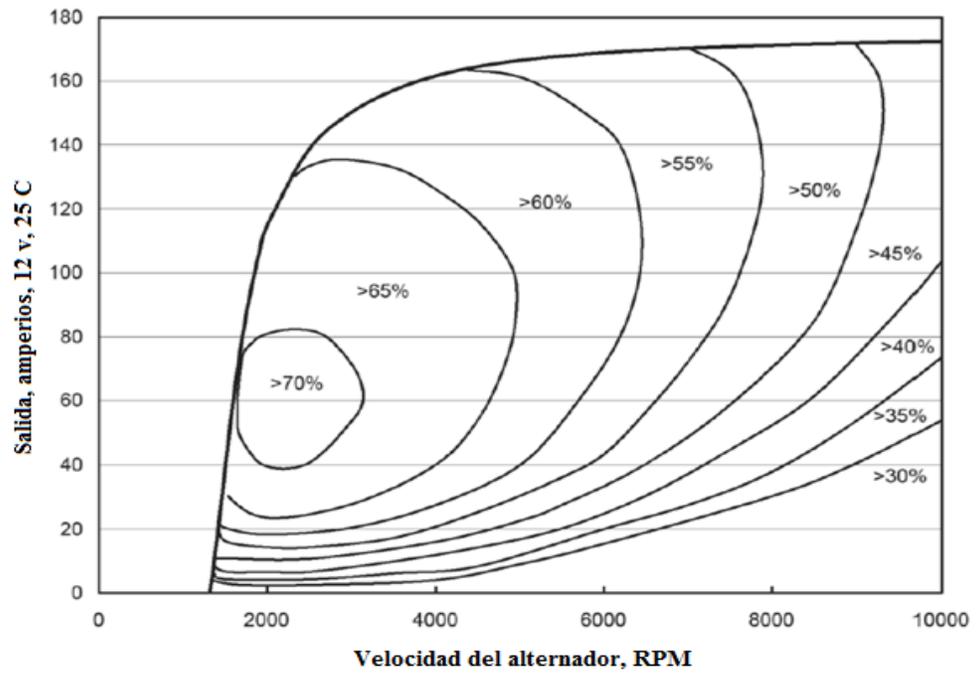
Fuente: (Bradfield, 2008)

Anexo 10. Relación de velocidad y eficiencia del alternador.



Fuente: (Bradfield, 2008)

Anexo 11. Velocidad del alternador y salida en amperios.

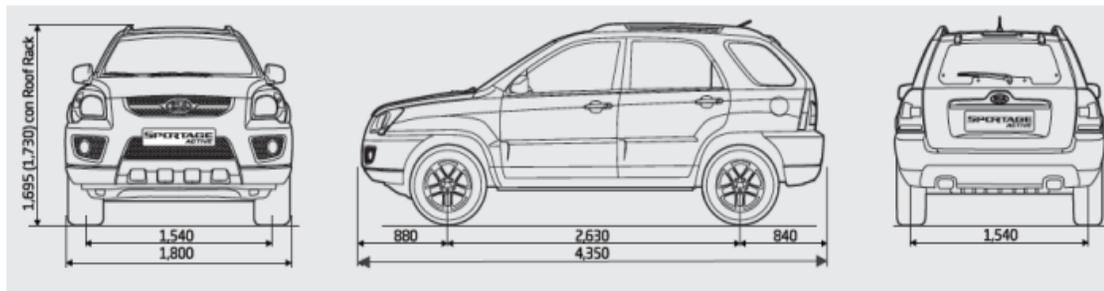


Fuente: (Bradfield, 2008)

**Anexo 12.** Datos técnicos del Kia Sportage.

<b>Motor del Kia Sportage ACTIVE</b>	
Cilindrada (cm³)	1.975
Potencia máxima (ps@rpm)	142 a 6.000 RPM
Torque máximo (kg.m@rpm)	18,8 a 4.500 RPM
Sistema de válvulas	16 válvulas CVVT
Combustible	Gasolina
Capacidad del tanque de gasolina	15.32 galones
<b>SUSPENSIÓN</b>	
Delantera	McPherson con resortes
Posterior	Doble brazo y barra estabilizadora
Amortiguadores	A Gas
Neumático	215/65 R16
<b>DIRECCIÓN</b>	
Tipo	Piñón y Cremallera
Asistencia	Servoasistida hidráulica
<b>FRENOS</b>	
Tipo	Doble diagonal independiente
Delantera	Disco ventilado
Posterior	Tambor

**Dimensiones del Kia Sportage ACTIVE**



Fuente: <http://www.autodaewoospark.com/especificaciones-kia-sportage-active.php>

<b>Ancho</b>	<b>Capacidad del Alternador</b>
Una banda de 7/16 “ (11,11) o menor	80 amperios
Una banda de 1/2” (12.7mm)	110 amperios
Dos bandas de 3/8” (9.52 mm)	200 amperios
Dos bandas de 12” (12.7 mm)	>200 amperios

Fuente: <http://www.westmarine.com/WestAdvisor/Selecting-an-Alternator>

**Anexo 13.** Rango de aceptación de carga.

Baterías	Porcentaje %
Plomo ácido	25 – 40
Gel	30
Agm	45

Fuente: (Burden, 2014)

Anexo 14. Data sheet del alternador.



## CHARGING SYSTEMS

### 11SI Off-Highway Alternator

**Debris-resistant design extends service life in harsh environments.**

**47mm Heavy Duty DE bearing built to handle higher belt loads.**

**Environmentally sealed voltage regulator with optional remote sense capability.**

**Pigtail adapter to retro-fit to standard connection terminals available.**

**Available in 12V and 24V configurations.**



#### High Output in a Compact Frame

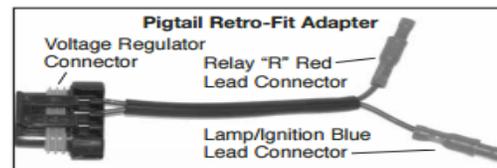
As the Off-Highway heavy duty industry moves toward higher-efficiency, smaller displacement diesel engines, the need has arisen for a small frame alternator to fit within these new space restraints. The addition of lights and electronics to these applications has also significantly increased the amperage demand requirements on the alternators and batteries of these vehicles and implements. Continuing in an effort to supply electrical system solutions, Delco Remy Heavy Duty Systems proudly introduces the 11SI alternator, featuring Maximum Cooling Technology (MxC). In a compact 121mm diameter design, the 11SI delivers powerful current to get the job done. When space is at a premium, a premium product is required.

#### MxC Technology

Increases in under-hood temperatures can cause premature wear of components within the alternator, potentially shortening service life and reducing amperage output. Maximum Cooling Technology (MxC) provides the answer to this dilemma. MxC's heat-reducing design begins with a fully vented case, allowing the maximum amount of exposure to environmental air. Dual internal cooling fans draw air in on both sides of the alternator, where traditional external fan units draw air across the alternator along one pathway. This convective cooling process helps the alternator run cooler, which improves operating efficiency and output capability. Together these features are designed to provide the maximum temperature reduction to keep your charging system at optimum output and efficiency. Maximum Cooling Technology... Cool, even under the most severe conditions.



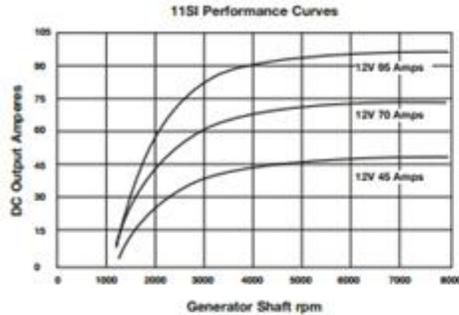
Draws air from drive end and terminal end over electronics and internal components and out frame air vents for cooler internal alternator temperature. These design enhancements also make MxC alternators exceptionally resistant to debris and contamination.



Delco Remy has designed a pigtail adapter to retro-fit the 11SI to standard connector terminals. Contained in every aftermarket package is the pigtail connector, accompanied by full instructions to ensure that replacing your older, existing alternator with the Delco Remy 11SI goes smoothly.

# CHARGING SYSTEMS **Delco Remy**

## 11SI Off-Highway Alternator



11SI			
ENGINE	PART #	VOLTS	AMPS
Non-Cummins	19020207	12	70
Cummins	8800030	12	95
Non-Cummins	19020208	12	95
Non-Cummins	19020209	24	45

**Specifications**

**Performance Output:** 1800/600 rpm  
 44/95 Amps – 12 Volt  
 25/45 Amps – 24 Volt

**Rotation:**  
 Clockwise

**Inlet Temperature Limits:**  
 Low: -30°C / -22°F  
 High: 105°C / 221°F

**Polarity:**  
 Negative Ground

**Stator Diameter:**  
 121 mm

**Length:**  
 169 mm

**Weight:**  
 4.5 kg / 9.9 lbs

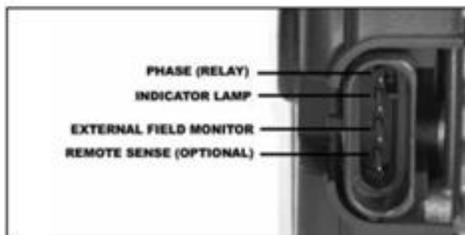
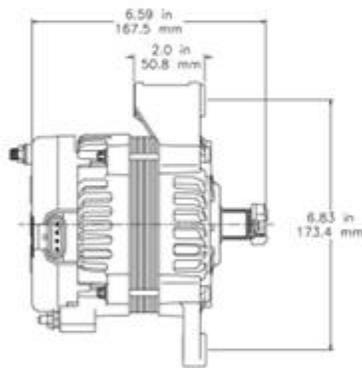
**DE Bearing Size:**  
 407 mm

**Speed Capability:**  
 Continuous: 18,000 rpm  
 Intermittent: 21,000 rpm

**Efficiency: (% - Peak)**  
 58% – 12 Volt  
 59% – 24 Volt

**Pulley Diameter:**  
 55 mm

**Dimensions**



The Delco Remy 11SI features an environmentally sealed, plug-in connector for the Indicator Lamp, External Field Monitor, Phase (Relay), and optional Remote Sense terminals.

Fuente: (Delco, Catalogo Delco Remy, 2013)

**Anexo 15.** Revoluciones promedio a las que trabaja el vehículo.

Revoluciones	Marcha
850 rpm	Ralentí (vehículo detenido)
2200-3000 rpm	1era y 2da marcha
1500-2200 rpm	3era, 4ta y 5ta marcha

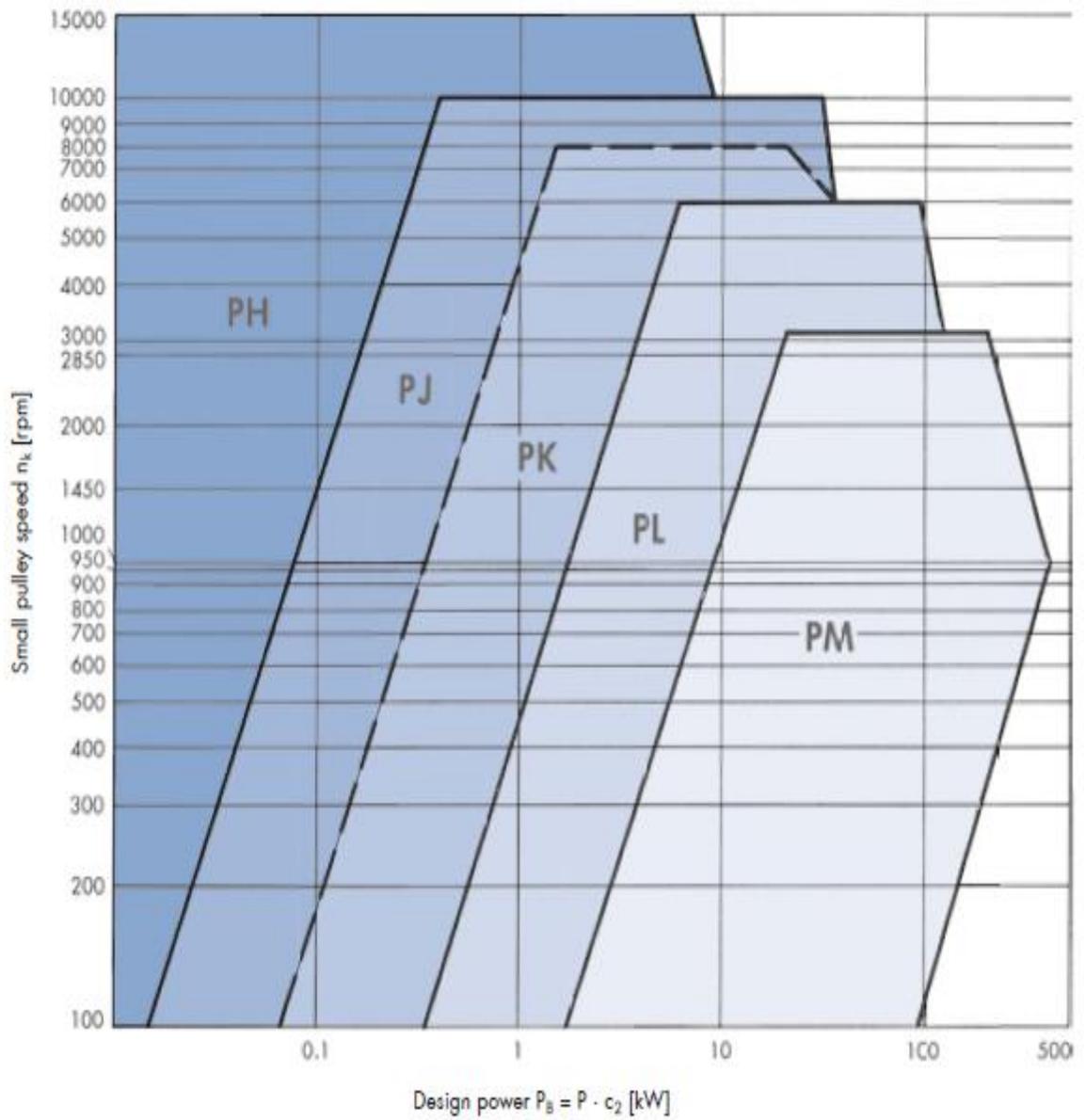
**Anexo 16.** Constantes C2.

Máquinas motrices		Motores eléctricos AC síncronos monofásicos con fase auxiliar, motores electricos trifásicos. Motores termicos. n > 600 rpm			Motores eléctricos AC con alto consumo de arranque, motores monofásicos DC con alto torque de arranque. n ≤ 600 rpm		
		Horas de uso al día					
		10 horas o menos	De 10 a 16 horas	Más de 16 horas	10 horas o menos	De 10 a 16 horas	Más de 16 horas
Cargas uniformes ligeras	Agitadores para líquidos de consistencia uniforme, generadores hasta 0.05 KW, ventiladores hasta 0.05 KW. Bandas transportadoras pequeñas.	1.1	1.1	1.2	1.1	1.2	1.3
Cargas uniformes medianas	Bandas transportadoras para material de masa pequeña. Ventiladores y bandas	1.1	1.2	1.3	1.2	1.3	1.4

	rotatorias de 0.06 a 0.1KW, generadores						
Cargas irregulares	Agitadores para líquidos de consistencia variable, compresores, ventiladores de 0.8 KW, bombas de potencia superior a 0.11 KW	1.2	1.3	1.4	1.3	1.4	1.5
Cargas irregulares medias	Molinos, bombas, mezcladoras, centrífugas, equipo de fresado	1.3	1.4	1.5	1.4	1.5	1.6
Cargas irregulares, con vibraciones y masas a acelerar	Molinos de escoria, equipos de perforación, bombas de pistón de hasta 2 cilindros.	1.4	1.5	1.6	1.5	1.7	1.8
Cargas irregulares con vibraciones extrafuertes y grandes masas a acelerar	Dragas, trituradoras de alta resistencia, mezcladores, aserraderos.	1.6	1.7	1.8	1.6	1.8	2.0

Fuente: (Arntz, 2015)

Anexo 17. Cuadro de potencia de diseño.



Fuente: (Arntz, 2015)

**Anexo 18.** Tabla de factor de abrazamiento.

$\frac{d_{bg} - d_{bk}}{c}$	$\beta \approx$	$c_1$
0	180°	1.00
0.05	177°	1.00
0.10	174°	1.00
0.15	171°	0.99
0.20	168°	0.99
0.25	165°	0.99
0.30	162°	0.99
0.35	160°	0.99
0.40	156°	0.98
0.45	153°	0.98
0.50	150°	0.98
0.55	147°	0.97
0.60	144°	0.97
0.65	141°	0.97
0.70	139°	0.96
0.75	136°	0.96
0.80	133°	0.95
0.85	130°	0.95
0.90	126°	0.94
0.95	123°	0.94
1.00	119°	0.93
1.05	115°	0.92
1.10	112°	0.92
1.15	109°	0.91
1.20	106°	0.90
1.25	103°	0.89
1.30	100°	0.89
1.35	96°	0.87
1.40	92°	0.86
1.45	88°	0.85
1.50	84°	0.83
1.55	80°	0.82
1.60	77°	0.80

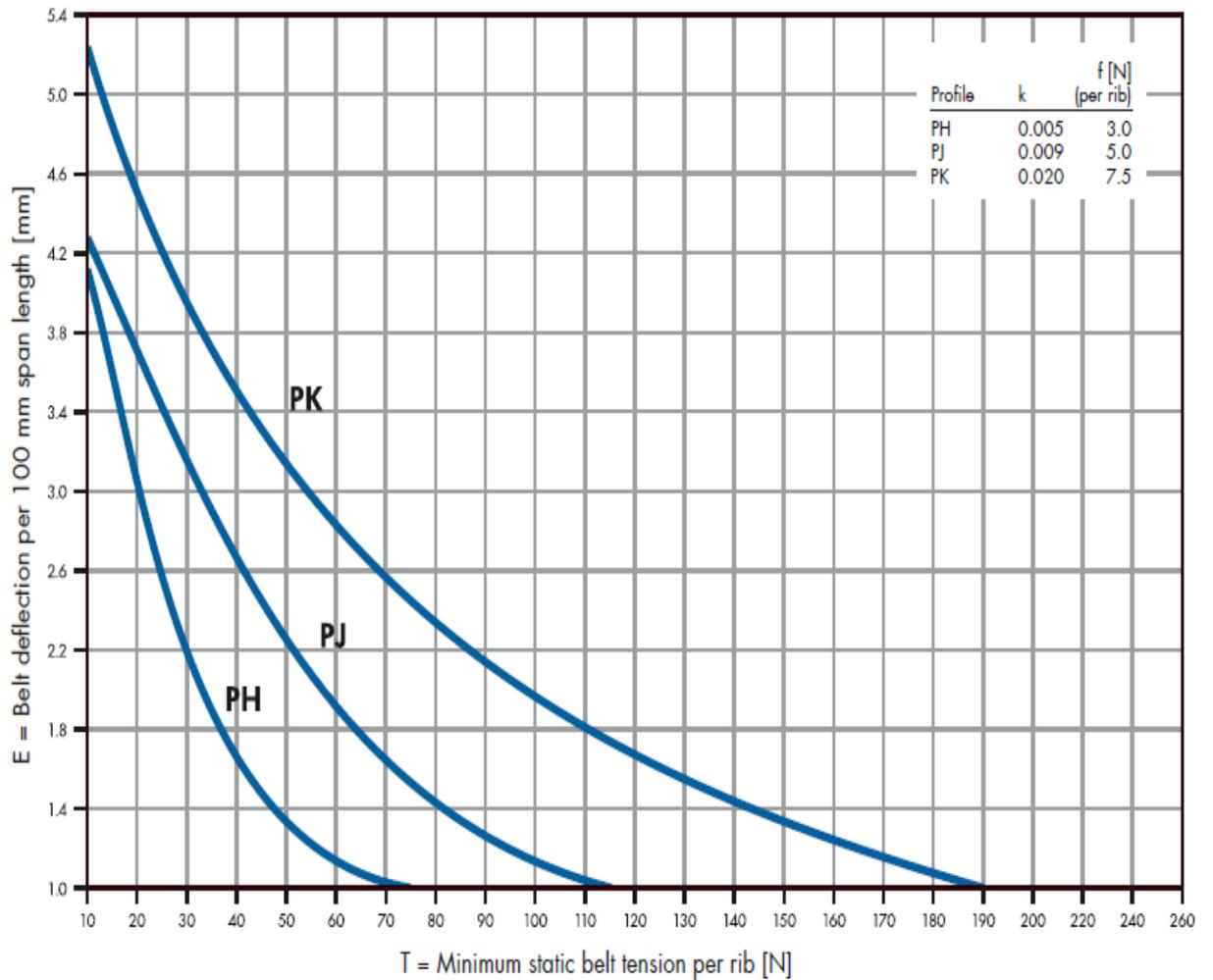
Fuente: (Arntz, 2015)

**Anexo 19.** Diferencia de línea efectiva (hb).

Perfil	PH	PJ	PK	PL	PM
$h_b$	0.80	1.25	1.60	3.50	5.00

Fuente: (Arntz, 2015)

**Anexo 20.** Constante de elasticidad de la banda.



Fuente: (Arntz, 2015)

Anexo 21. Data sheet del invisor



**samlexamerica®**

**2000W**

**DC-AC Inverter**  
 Pure Sine Wave

Model  
 SSW-2000-12A  
 12 VDC- 115 VAC

**SSW-R1-12B**



**FREE LCD Remote Control included in every box!**

Use the control panel for remote operation and store your inverter out of sight. Remote comes with 10' of connecting wire.

**Design Features**

- Compact and lightweight
- High Surge: 2X Continuous Power
- True Sine Wave Power ideal for sensitive loads
- Soft Start and Cool Surface technology
- 2 GFCI protected outlets
- LCD Remote Control Included: SSW-R1-12B
- Protections: Thermal, battery low/high, overload, short circuit & ground fault
- ETL Safety Listed to UL standard 458

Ideal for powering office equipment, televisions, DVDs, household appliances, portable electronics and other sensitive loads from your car, truck, boat, RV or solar system batteries!

**2 YEAR WARRANTY**



MODEL NO. SSW-2000-12A		
<b>INPUT</b>	DC INPUT VOLTAGE RANGE	10.5 - 15.3 VDC (± 0.3 VDC)
	DC INPUT CURRENT AT RATED LOAD	200A
	DC INPUT CURRENT AT NO LOAD	< 1.1A
<b>OUTPUT</b>	AC OUTPUT VOLTAGE	115 VAC (± 5 VAC)
	AC OUTPUT FREQUENCY	60 Hz (± 1 Hz)
	AC OUTPUT WAVE FORM	Pure Sine Wave
	CONTINUOUS ACTIVE OUTPUT POWER	2000W
	MAXIMUM ACTIVE SURGE POWER (LESS THAN 1 SEC)	4000W
	PEAK EFFICIENCY	90%
<b>PORTS</b>	REMOTE CONTROL PORT (8 POSITION MODULAR CONNECTOR)	Yes
<b>PROTECTIONS</b>	LOW INPUT VOLTAGE WARNING ALARM	11.0 VDC ± 0.3 VDC
	LOW INPUT VOLTAGE SHUTDOWN	10.5 VDC ± 0.3 VDC
	HIGH INPUT VOLTAGE SHUTDOWN	15.3 VDC ± 0.3 VDC
	GROUND FAULT/OVERLOAD/SHORT CIRCUIT SHUTDOWN	Yes
	OVER TEMPERATURE SHUTDOWN	Yes
<b>CONNECTIONS</b>	COOLING	2-Speed Fan
	INPUT	Nut and Bolt (M8)
	OUTPUT	Dual NEMAS-20R North American Receptacles with GFCI
<b>SAFETY</b>	COMPLIANCE	Listed to UL Standard UL-458
<b>GENERAL</b>	OPERATING AMBIENT TEMPERATURE	0°C to 40°C / 32°F to 104°F
	STORAGE TEMPERATURE	-30°C to 70°C / -26°F to 158°F
	DIMENSIONS (L X W X H), INCHES	12.2 x 8.74 x 3.46
	DIMENSIONS (L X W X H), MM	310 x 222 x 88
	WEIGHT, LB	8.4
	WEIGHT, KG	3.8
<b>ACCESSORIES INCLUDED</b>	REMOTE CONTROL SSW-R1-12B	Yes

Fuente: (Salmex, 2016)

**Anexo 22.** Inversor seleccionado mediante la figura.

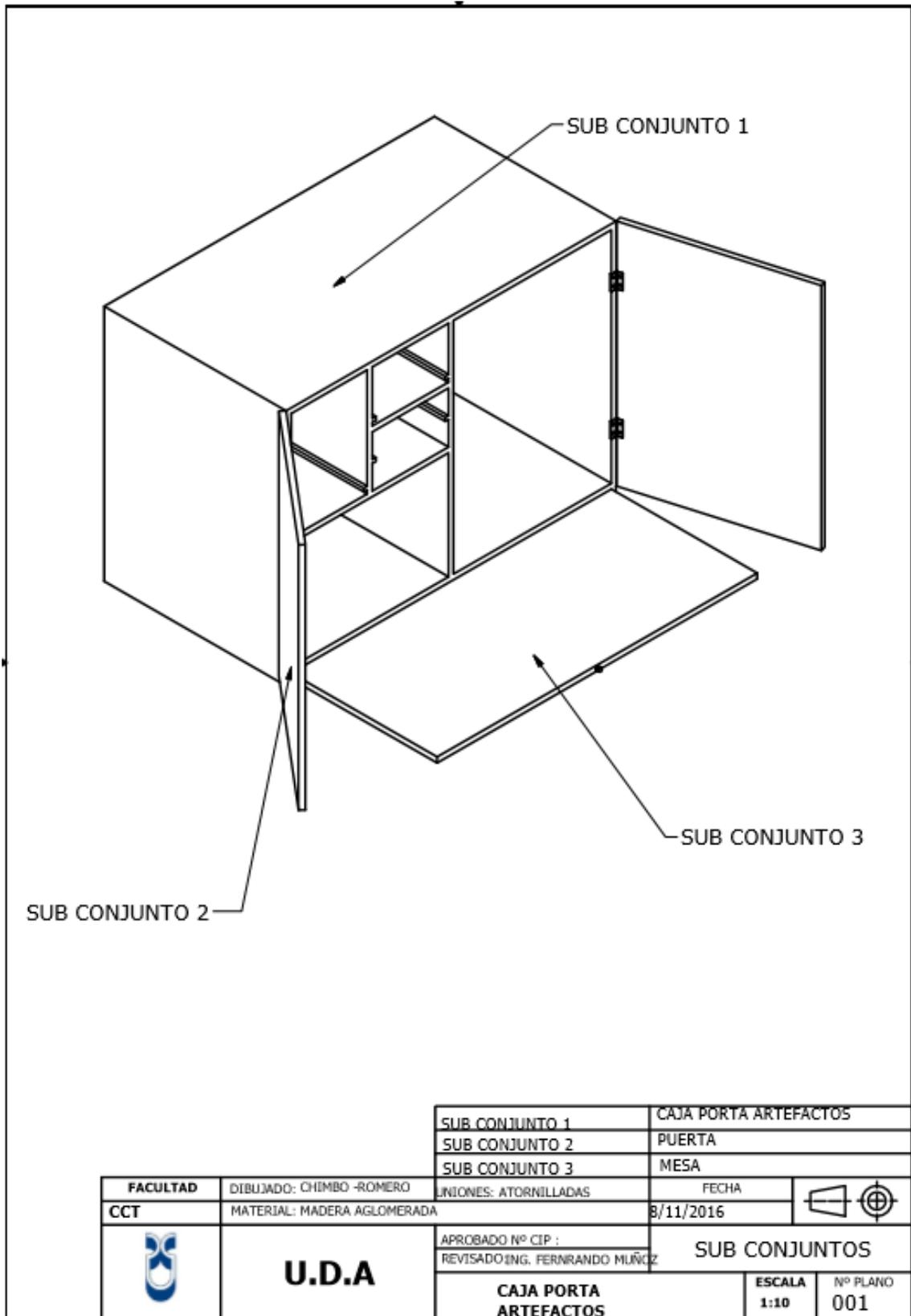
DC-CA Inversores de Onda Sinusoidal Pura - Serie SSW 								
Modelo	Entrada (VCD)	Salida (VCA)	Salida Energía (W)	Capacidad para Picos (W)	Peso (libras)	Dimensiones (pulgadas)	Salidas	USB
SSW-350-12A	12	115	350	700	1.5	7.87 x 6.10 x 2.24	2	Si
SSW-600-12A	12	115	600	1200	2.0	9.06 x 6.10 x 2.24	2	Si
SSW-1000-12A	12	115	1000	2000	5.7	10.43 x 8.74 x 3.46	2	n/a
SSW-1500-12A	12	115	1500	3000	7.1	12.2 x 8.74 x 3.46	2	n/a
SSW-2000-12A	12	115	2000	4000	8.4	12.2 x 8.74 x 3.46	2	n/a
SSW-R1-12B	Control Remoto para su uso con modelos de 1000W, 1500W y 2000W, incluido							

Fuente: (Salmex, 2016)

**Anexo 23.** Distribución de artefactos según su dimensión.

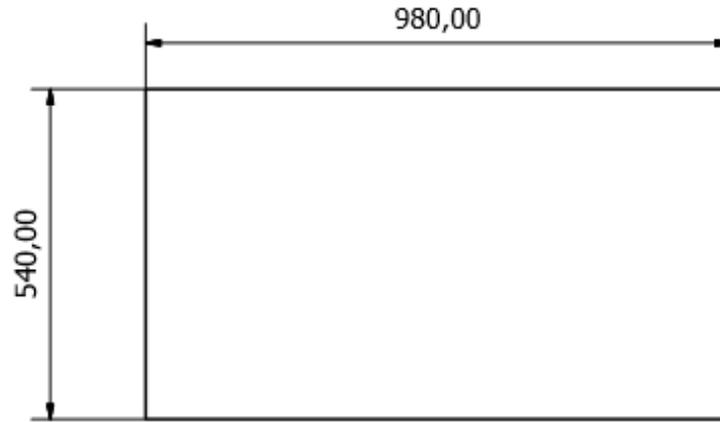


Anexo 24. Plano de caja porta artefactos.

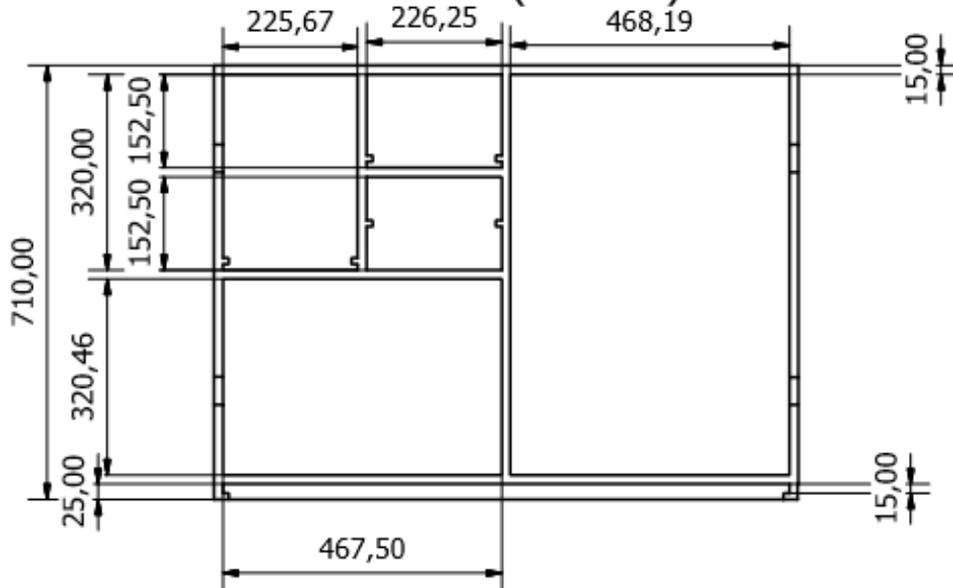


		SUB CONJUNTO 1	CAJA PORTA ARTEFACTOS
		SUB CONJUNTO 2	PUERTA
		SUB CONJUNTO 3	MESA
<b>FACULTAD</b>	DIBUJADO: CHIMBO -ROMERO	UNIONES: ATORNILLADAS	FECHA
<b>CCT</b>	MATERIAL: MADERA AGLOMERADA		8/11/2016
	<b>U.D.A</b>	APROBADO Nº CIP :	<b>SUB CONJUNTOS</b>
		REVISADO ING. FERNANDO MUÑOZ	
		<b>CAJA PORTA ARTEFACTOS</b>	<b>ESCALA</b> 1:10
			<b>Nº PLANO</b> 001

SUPERIOR ( 1 : 10 )



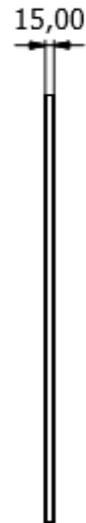
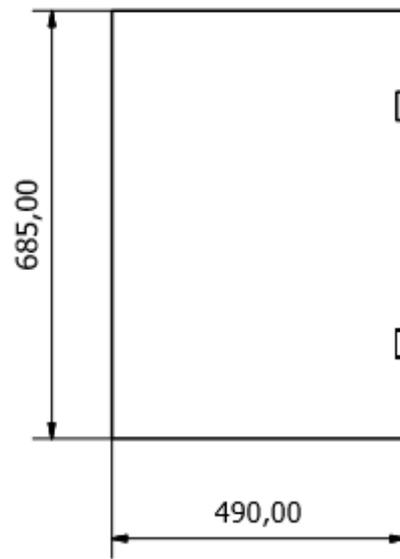
FRONTAL ( 1 : 10 )



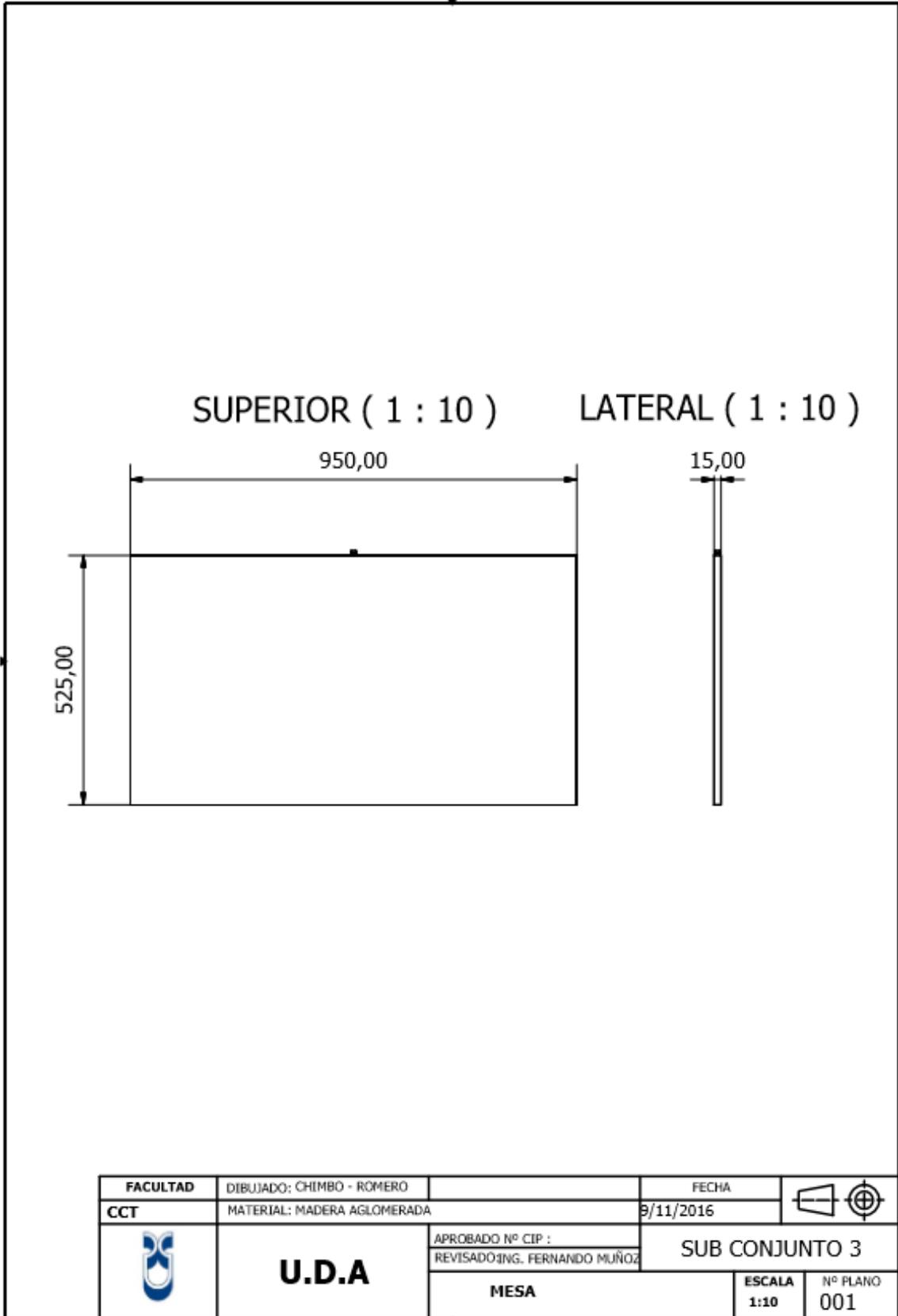
FACULTAD	DIBUJADO: CHIMBO - ROMERO	FECHA	
CCT	MATERIRAL: MADERA AGLOMERADA	9/11/2016	
	<b>U.D.A</b>	APROBADO Nº CIP :	<b>SUB CONJUNTO 1</b>
		REVISADO:	
<b>CAJA PORTA ARTEFACTOS</b>		ESCALA 1:10	Nº PLANO 001

FRONTAL ( 1 : 10 )

LATERAL ( 1 : 10 )

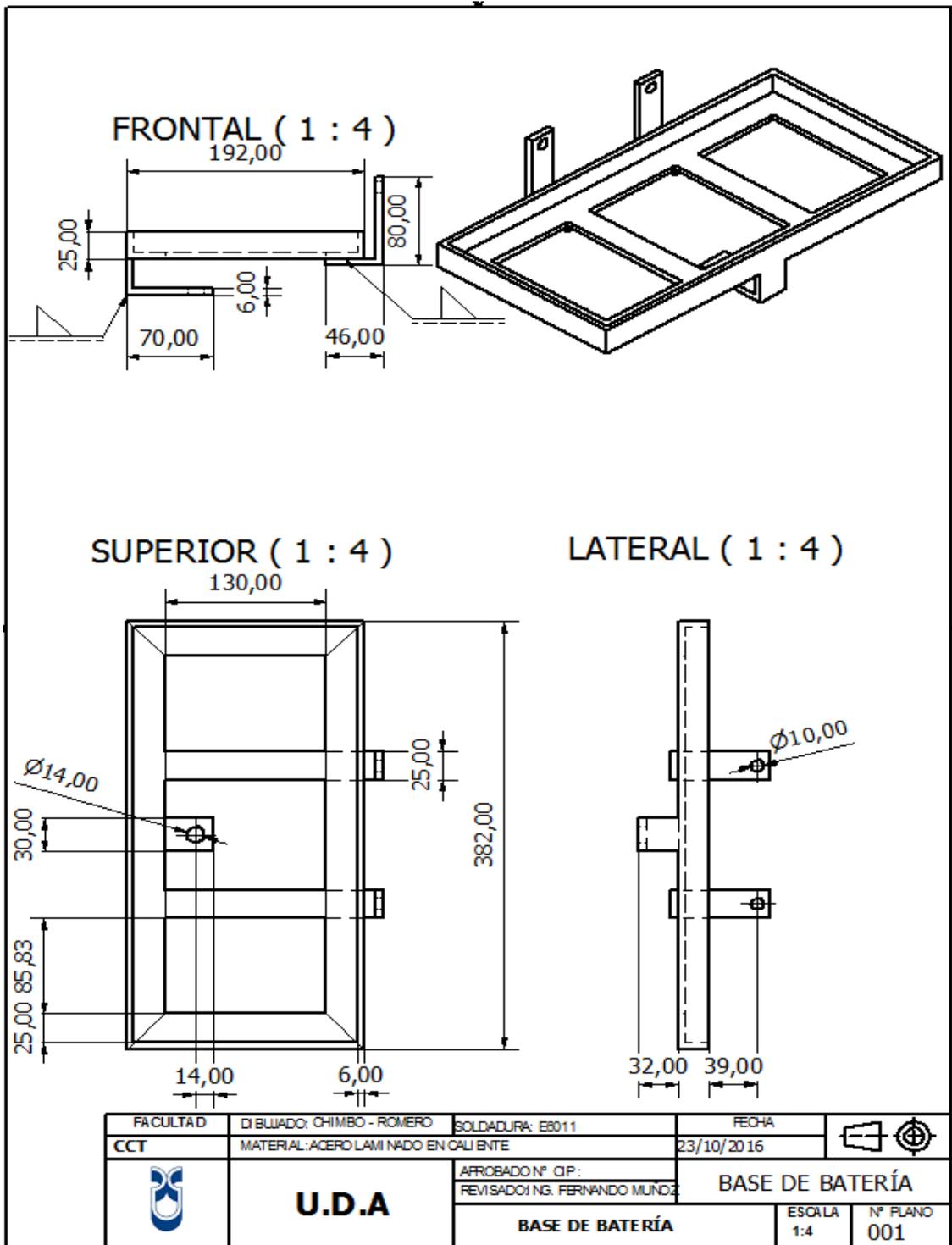


<b>FACULTAD</b>	DIBUJADO: CHIMBO -REMERO	FECHA	
<b>CCT</b>	MATERIAL: MADERA AGLOMERADA	9/11/2016	
	<b>U.D.A</b>	APROBADO Nº CIP :	<b>SUB CONJUNTO 2</b>
		REVISADO: ING. FERNANDO MUÑOZ	
<b>PUERTA</b>		<b>ESCALA</b> 1:10	<b>Nº PLANO</b> 001

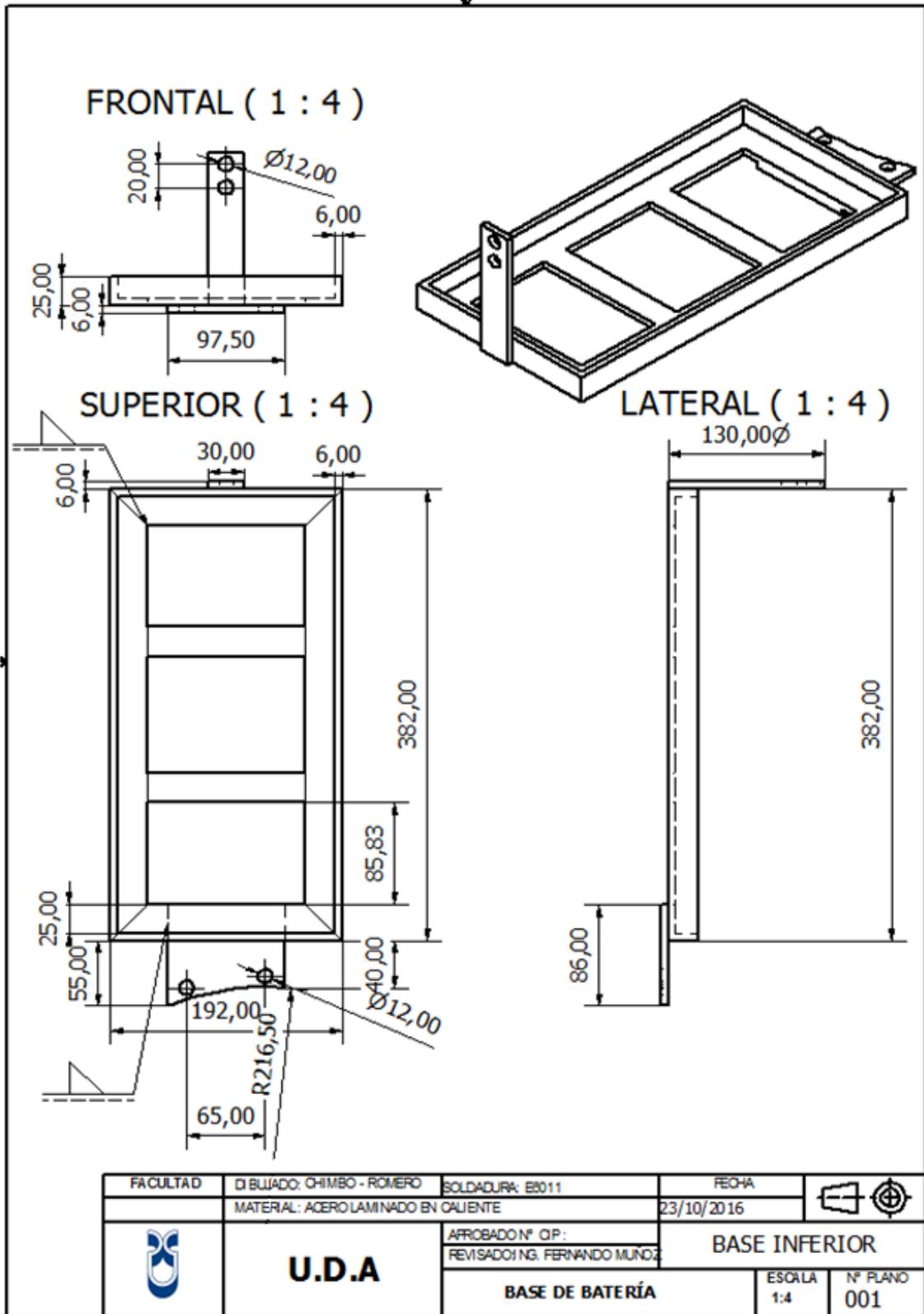


<b>FACULTAD</b>	DIBUJADO: CHIMBO - ROMERO	FECHA	
<b>CCT</b>	MATERIAL: MADERA AGLOMERADA	9/11/2016	
	<b>U.D.A</b>	APROBADO Nº CIP :	<b>SUB CONJUNTO 3</b>
		REVISADO ING. FERNANDO MUÑOZ	
	<b>MESA</b>	<b>ESCALA</b> 1:10	<b>Nº PLANO</b> 001

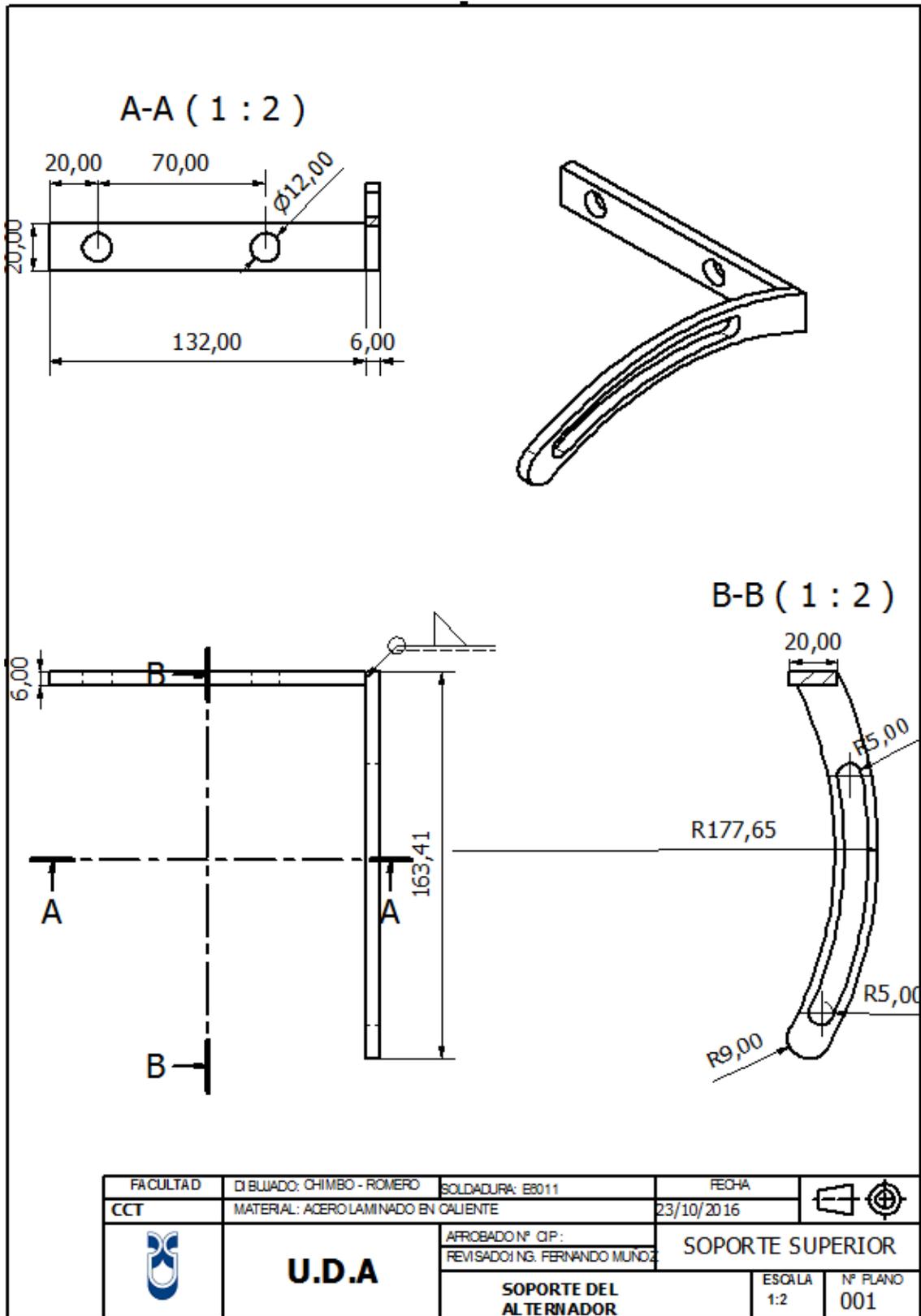
Anexo 25. Plano de base de batería superior.



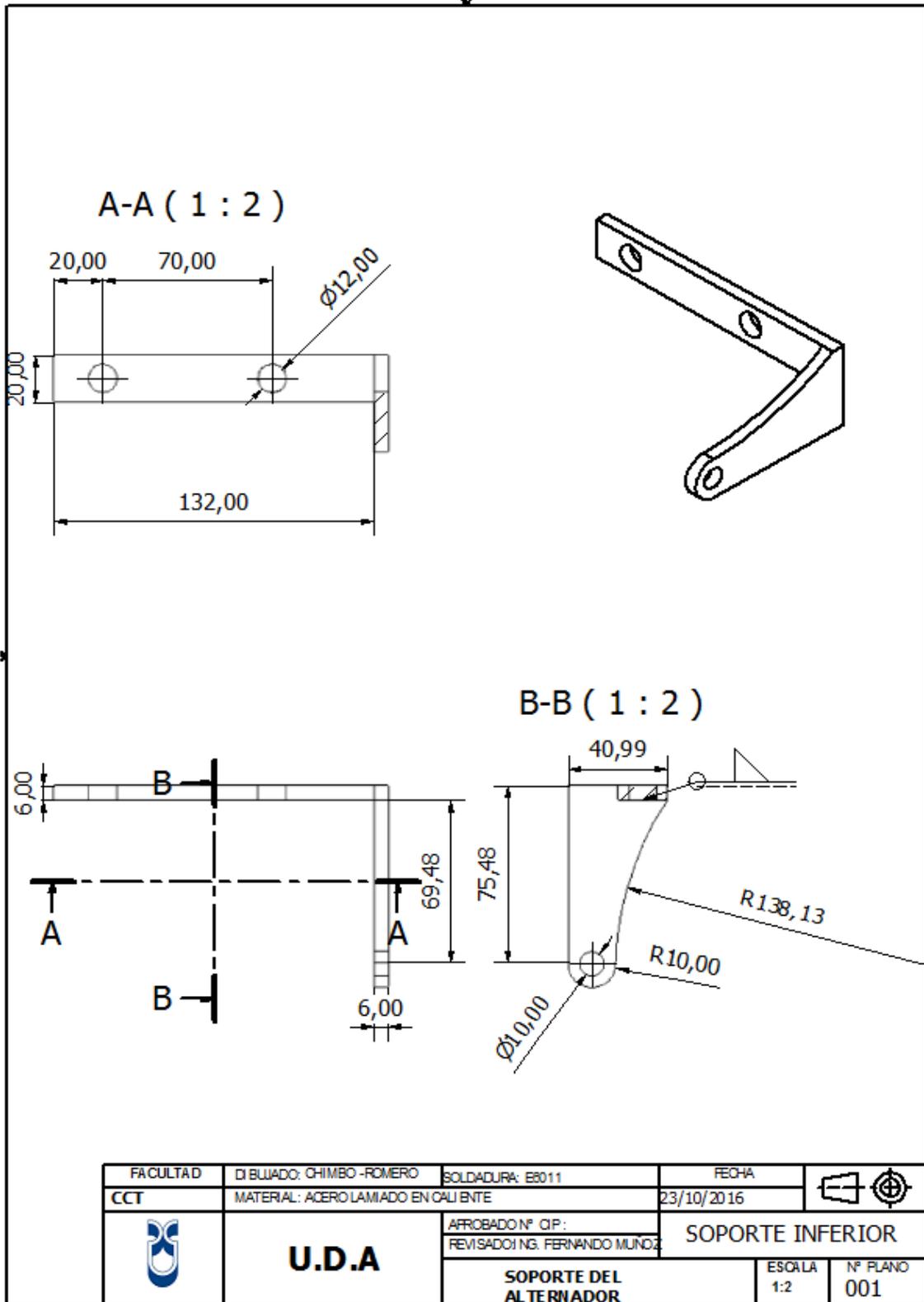
Anexo 26. Plano de base de batería inferior.



Anexo 27. Plano de soporte superior del alternador.



Anexo 28. Plano de soporte inferior del alternador.



**Anexo 29.** Tamaños de cables (AWG) y capacidad en amperios.

<b>Tamaño de los cables (AWG)</b>	<b>Capacidad (Amperios)</b>
14	25
12	30
10	40
8	55
6	75
4	95
2	130
1	150
1/0	170
2/0	265
4/0	360

Fuente: (Ingemecanica, 2015).

**Anexo 30.** Sección del cableado.

<b>Sección del cable</b>	<b>Intensidad máxima</b>	<b>Potencia máxima en 12 Vcc</b>	<b>Potencia máxima en 24 Vcc</b>	<b>Potencia máxima en 48 Vcc</b>	<b>Potencia máxima en 220 Vac</b>
1,5 mm <sup>2</sup>	11 A	132 W	264 W	528 W	2.420 W
2,5 mm <sup>2</sup>	15 A	180 W	360 W	720 W	3.300 W
4 mm <sup>2</sup>	20 A	240 W	480 W	960 W	4.400 W
6 mm <sup>2</sup>	25 A	300 W	600 W	1.200 W	5.500 W
10 mm <sup>2</sup>	34 A	408 W	816 W	1.632 W	7.480 W
16 mm <sup>2</sup>	45 A	540 W	1.080 W	2.160 W	9.900 W
25 mm <sup>2</sup>	59 A	708 W	1.416 W	2.832 W	12.980 W

Fuente: (Prieto, 2012)

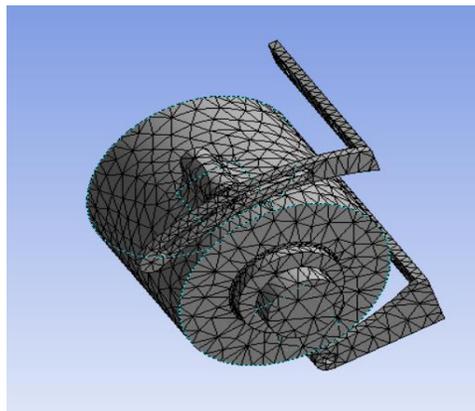
**Anexo 31.** De mm<sup>2</sup> a AWG

AWG	mm <sup>2</sup>
16	1,5
14	2,5
12	3,5
10	6
8	8
6	12
4	20
2	35
0	50
00	70

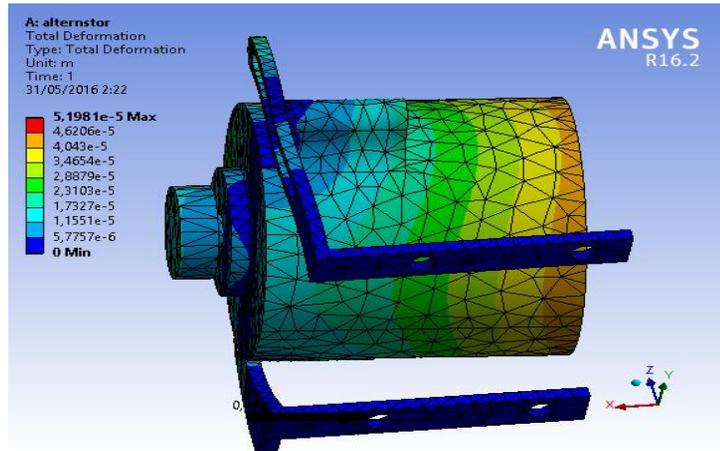
**Anexo 32.** Norma UNE 20.324.

[http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/001a100/ntp\\_034.pdf](http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/001a100/ntp_034.pdf)

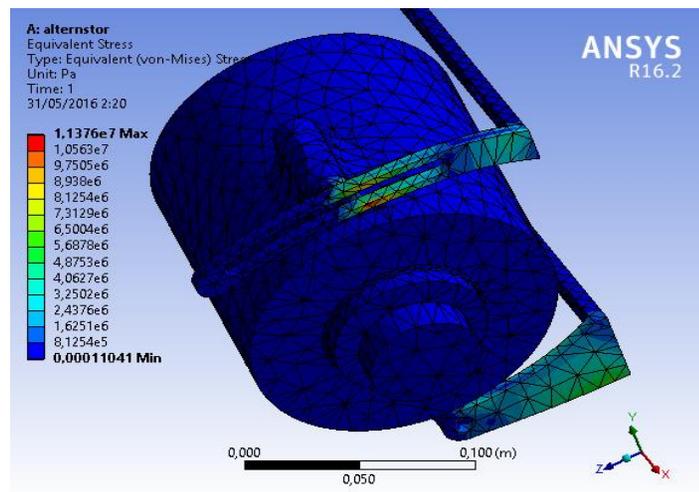
**Anexo 33.** Mallado.



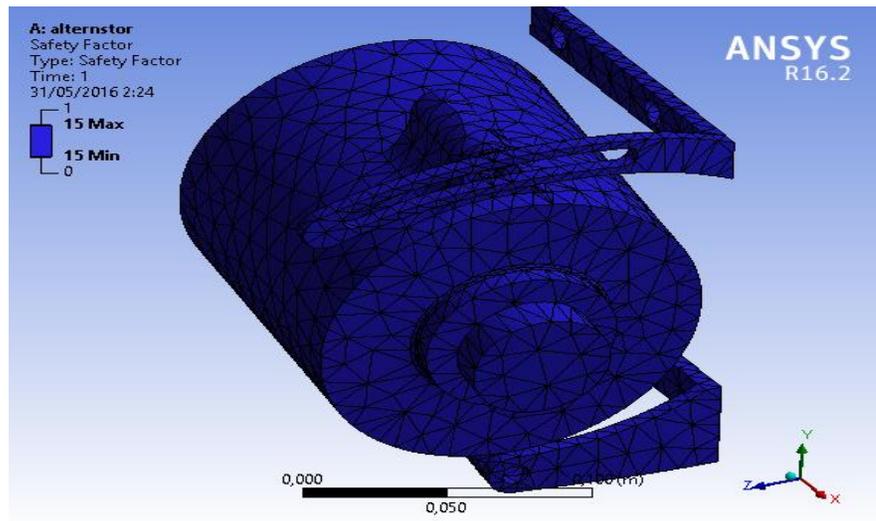
Anexo 34. Deformación total.



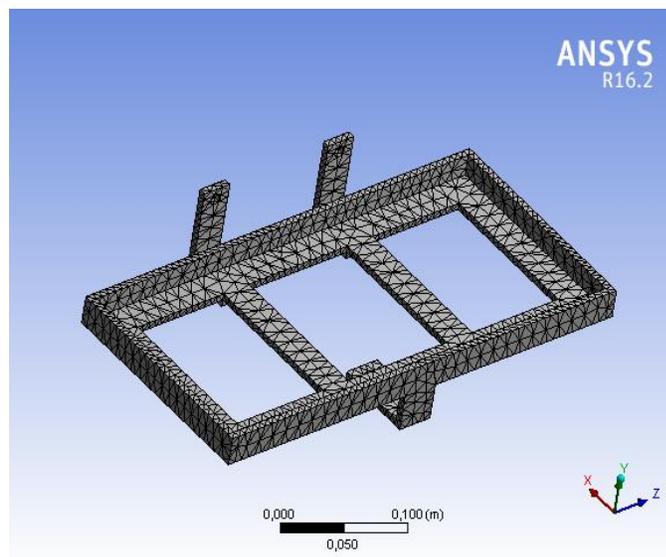
Anexo 35. Esfuerzos equivalentes von – mises.



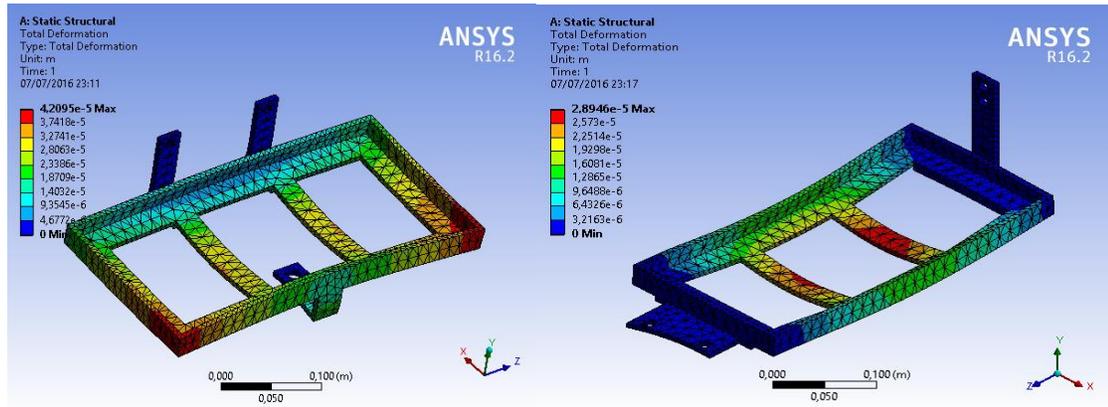
Anexo 36. Factor de seguridad.



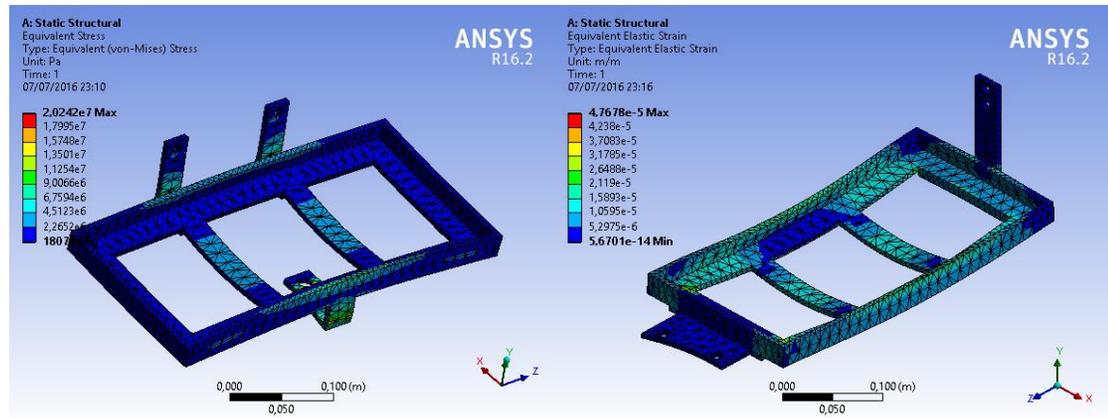
Anexo 37. Mallado.



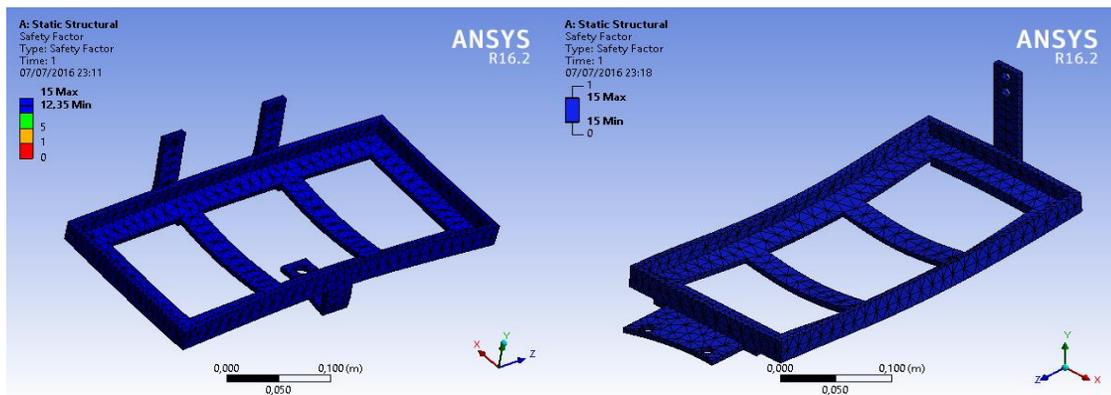
**Anexo 38. Deformación total.**



**Anexo 39. Esfuerzos equivalentes von - mises.**



**Anexo 40. Factor de seguridad.**



**Anexo 41.** Interruptores generales.



FN81CE...



FN82CE...



FN83CE...

BTDIN RX3, 440V, 60 Hz, 6KA, CURVA C, IEC 60898-1, IEC 60947-2				
N° Polos	In	1	2	3
N° Mod. Din	[A]	1	2	3
In (A)	6	FN81CE6	FN82CE6***	FN83CE6***
	10	FN81CE10	FN82CE10	FN83CE10***
	16	FN81CE16	FN82CE16	FN83CE16***
	20	FN81CE20	FN82CE20	FN83CE20***
	25	FN81CE25	FN82CE25	FN83CE25***
	32	FN81CE32	FN82CE32	FN83CE32***
	40	FN81CE40	FN82CE40	FN83CE40***
	50	FN81CE50	FN82CE50	FN83CE50***
63	FN81CE63	FN82CE63	FN83CE63***	

Fuente: [http://www.bticino.cr/catalogos/cat\\_versionreducida.pdf](http://www.bticino.cr/catalogos/cat_versionreducida.pdf)

**Anexo 42.** Interruptores diferenciales.



GE723AC...



G744AC...

RCD INTERRUPTOR DE CIRCUITO CONTRA FUGA DE CORRIENTE A TIERRA [Interruptor Diferencial]						
N° Polos		2	2	4	2	4
N° Mod. Din		2	2	4	2	4
In (A)		I $\Delta$ n: 0.01A	I $\Delta$ n: 0,03A			
[Tipo AC]	16	G722AC16				
	25		GE723AC25	GE743AC25***	GE724AC25***	GE744AC25***
	40		GE723AC40	GE743AC40***	GE724AC40***	GE744AC40***
	63		GE723AC63	GE743AC63***	GE724AC63***	GE744AC63***

Nota: - Voltaje: 120V, 230/440V.  
 - \*\*\* Contra pedido, consultar existencias en fábrica



Fuente: [http://www.bticino.cr/catalogos/cat\\_versionreducida.pdf](http://www.bticino.cr/catalogos/cat_versionreducida.pdf)

**Anexo 43.** Interruptores automáticos.



Description	Ordering Code	Current Rating (A)	M.R.P.(€)	Pack Unit (Pc)
<b>Single pole</b>				
SH201M-C 0.5	2CDS271011R0984	0.5	280	12
SH201M-C 1	2CDS271011R0014	1	280	12
SH201M-C 1.6	2CDS271011R0974	1.6	280	12
SH201M-C 2	2CDS271011R0024 ■	2	280	12
SH201M-C 3	2CDS271011R0034	3	280	12
SH201M-C 4	2CDS271011R0044	4	280	12
SH201M-C 6	2CDS271011R0064 ■	6	188	12
SH201M-C 8	2CDS271011R0084	8	188	12
SH201M-C 10	2CDS271011R0104 ■	10	188	12
SH201M-C 16	2CDS271011R0164 ■	16	188	12
SH201M-C 20	2CDS271011R0204 ■	20	188	12
SH201M-C 25	2CDS271011R0254 ■	25	188	12
SH201M-C 32	2CDS271011R0324 ■	32	188	12
SH201M-C 40	2CDS271011R0404	40	385	12
SH201M-C 50	2CDS271011R0504	50	392	12
SH201M-C 63	2CDS271011R0634 ■	63	392	12

Fuente:<https://library.e.abb.com/public/8a6673406e28442491c8886fdbde248d/Ref%20Catalogo%20SH200M.pdf>

Anexo 44. Platinas y ángulos.

# PLETINAS

**DESCRIPCIÓN**

Pletinas de acero de baja aleación laminadas en caliente de sección rectangular.

**USOS**

Se utilizan para múltiples propósitos dentro del sector metal-mecánico, cerrajería ornamental, manufactura de muebles, carrocerías vehiculares, herramientas manuales y trabajos de carpintería metálica en general.

**NORMAS TÉCNICAS**

NTE INEN 2215 (Ecuatoriana)

Perfiles de acero laminados en caliente.

NTE INEN 2222 (Ecuatoriana)

Barras cuadradas, redondas y pletinas de acero laminadas en caliente.

ASTM A36 (Americana)

Standard Specification for Carbon Structural Steel

DIMENSIÓN		MASA NOMINAL		TOLERANCIAS	
mm	kg/m	kg/6m	Lado mm	Espesor mm	
12 x 3	0,283	1,698	± 1,0	± 0,50	
12 x 4	0,377	2,262			
19 x 3	0,477	2,682			
19 x 4	0,597	3,582			
20 x 3	0,589	3,534			
20 x 4	0,785	4,710			
20 x 6	1,178	7,068			
30 x 3	0,707	4,242			
30 x 4	0,942	5,652			
30 x 6	1,413	8,478			
38 x 3	0,895	5,370			
38 x 4	1,193	7,158			
38 x 6	1,790	10,740			
50 x 3	1,178	7,068			
50 x 4	1,570	9,420			
50 x 6	2,355	14,130			
65 x 6	3,062	18,372			
75 x 6	3,533	21,198			
			± 1,5		

Tolerancia de longitud: +100 / -10mm

PROPIEDADES MECÁNICAS	ASTM A36		INEN 2215 grado E185	
	Kgf / mm <sup>2</sup>	MPa	Kgf / mm <sup>2</sup>	MPa
Límite de Fluencia mínimo	25	250	19	185
Resistencia a la tracción mínima	40	400	30	300
Resistencia a la tracción máxima	56	550	55	540
Alargamiento (%) mínimo con probeta $Lo=5,65 \cdot \sqrt{A_0} = 26\%$	21%		18%	



# ÁNGULOS

**DESCRIPCIÓN**

Perfil angular a 90° de alas iguales, en acero de baja aleación, laminados en caliente.

**USOS**

En la construcción de estructuras espaciales, celosías, vigas, columnas, arcos, diafragmas, cerchas.

Metal-mecánica: Industria de muebles, carrocerías para vehículos, puertas, ventanas.

Elementos ornamentales, verjas y cerramientos. Herramientas manuales. Refuerzo para anclaje de maquinaria.

**NORMAS TÉCNICAS**

NTE INEN 2215 (Ecuatoriana)

Perfiles de acero laminados en caliente.

NTE INEN 2224

Perfiles angulares estructurales de acero laminados al caliente.

ASTM A36 (Americana)

Standard Specification for Carbon Structural Steel

DIMENSIÓN		MASA NOMINAL		TOLERANCIAS	
mm	kg/m	kg/6m	Ala mm	Espesor mm	
20 x 2	0,59	3,612	± 1	± 0,50	
20 x 3	0,871	5,226			
25 x 3	1,107	6,642			
25 x 4	1,444	8,664			
25 x 6	2,072	12,432			
30 x 3	1,342	8,052			
30 x 4	1,758	10,548			
30 x 6	2,543	15,258			
40 x 3	1,813	10,878			
40 x 4	2,386	14,316			
40 x 6	3,485	20,910			
50 x 3	2,284	13,704			
50 x 4	3,014	18,084			
50 x 6	4,427	26,562			

Tolerancia de longitud: ±50mm

PROPIEDADES MECÁNICAS	kgf/mm <sup>2</sup>	MPa	Grado E185
Límite de fluencia mínimo	24	235	185
Resistencia a la tracción mínima	34	340	300
Resistencia a la tracción máxima	48	470	540
ALARGAMIENTO (%) MÍNIMO CON PROBETA $Lo=5,65 \cdot \sqrt{A_0} = 26\%$	18		

