



Universidad del Valle

DESARROLLO DE UNA PLATAFORMA WEB COMO GUÍA EN LA
CONVERSIÓN DE CARROS CON MOTOR DE GASOLINA A MOTORES
ELÉCTRICOS

JOSÉ DAVID HERRERA RANGEL

COD. 0130713

UNIVERSIDAD DEL VALLE

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA MECÁNICA

SANTIAGO DE CALI

2018

DESARROLLO DE UNA PLATAFORMA WEB COMO GUÍA EN LA
CONVERSIÓN DE CARROS CON MOTOR DE GASOLINA A MOTORES
ELÉCTRICOS

JOSÉ DAVID HERRERA RANGEL

Trabajo de tesis para optar por el título de ingeniero mecánico

Director

ARGEMIRO COLLAZOS PINTO

UNIVERSIDAD DEL VALLE

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA MECÁNICA

SANTIAGO DE CALI

2018

NOTA DE ACEPTACIÓN

Jurado

Jurado

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN.....	8
INTRODUCCIÓN	9
1. DISEÑO DE LA CONVERSIÓN.....	10
1.1 CÁLCULO DEL MOTOR ELÉCTRICO	10
1.2 CÁLCULO DEL BANCO DE BATERÍAS	16
1.3 ESQUEMA GENERAL DE LOS COMPONENTES PRINCIPALES	25
1.4 CONTROLADOR.....	25
1.5 CARGADOR DE BATERÍA.....	27
1.6 CONVERTIDOR DC/DC	29
1.7 ACCESORIOS DEL VEHÍCULO.....	31
1.7.1 Bomba de vacío (frenos).....	31
1.7.2 Aire Acondicionado	33
1.7.3 Sistema de dirección.....	34
1.7.4 Elementos de seguridad	35
2 KITS DE CONVERSIÓN	35
2.1 CIRCUITOS DE CONEXIÓN	36
2.2 PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO DE UN KIT	37
3 INSTALACIÓN	37
3.1 ACOUPLE DEL MOTOR.....	39
3.2 CONVERTIDOR DC/DC, CARGADOR Y CONTROLADOR	41
3.3 ACELERADOR.....	42
3.4 CABLES	44
3.5 SOPORTE PARA LAS BATERÍAS	44
4 PÁGINA WEB	45
4.1 DISEÑO DE LA PÁGINA WEB	46
4.2 MANUAL DE LA PAGINA WEB.....	48
4.2.1 Menú de contenido	49
4.2.2 Menú de foro.....	51
4.3 PROYECTOS A MEDIANO Y LARGO PLAZO	54

CONCLUSIONES	55
BIBLIOGRAFÍA	56

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Torque vs. velocidad	14
Tabla 2. Comparación de los datos de torque vs. velocidad.....	15
Tabla 3. Ah vs. autonomía (baterías de ciclo profundo).....	18
Tabla 4. Ah vs. autonomía (baterías de litio)	22
Tabla 5. Características del controlador Zilla.....	27
Tabla 6. Especificaciones cargador Elcon PFC1500	29
Tabla 7. Especificaciones del convertidor dc/dc 400 W 30 Amp Isolated 72-144 Volts.....	30

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Prueba hecha en dinamómetro de un carro Renault Megane 1.6, modelo 2008.....	11
Figura 2. Curvas representativas de la prueba hecha en dinamómetro de un carro Renault Megane 1.6, modelo 2008	12
Figura 3. Comparación de curvas torque vs. velocidad	16
Figura 4. Especificaciones de batería Trojan scs150.	19
Figura 5. Especificaciones de batería Trojan scs150 (continuación)	20
Figura 6. Especificaciones de batería Voltronix	23
Figura 7. Especificaciones de batería Voltronix (continuación).....	24
Figura 8. Esquema general de los componentes principales.....	25
Figura 9. Controlador HPEVS Curtis 1236e-5621 48V 550 AMP	26
Figura 10. Ejemplo de una curva de carga (algoritmo de carga) para algunas baterías.....	28
Figura 11. Cargador Elcon PFC1500.....	28
Figura 12. Convertidor dc/dc 400 W 30 Amp Isolated 72-144 Volts.....	30
Figura 13. Kit de bomba de vacío SSBC - EV Brake Booster	31
Figura 14. Reservorio para bomba de vacío	32
Figura 15. Esquema de instalación para bomba de vacío	32
Figura 16. Adecuación del motor eléctrico para el sistema de aire acondicionado de un carro.....	33
Figura 17. Ejemplo de sistema de dirección electrohidráulico y alguno de sus componentes	34
Figura 18. Diagrama de un kit curtis 1238	36
Figura 19. Diagrama de un kit AC1 y AC2	38
Figura 20. Placa adaptadora.....	39
Figura 21. Volante y caja de cambios del auto	40
Figura 22. Volante y embrague.....	40
Figura 23. Volante acoplado al motor eléctrico	41
Figura 24. Instalación de cargador de baterías.....	42
Figura 25. Acelerador de pedal.....	43
Figura 26. Acelerador de caja.....	43
Figura 27. Ejemplos de cables con sus respectivos terminales	44
Figura 28. Ejemplo de soporte para baterías	45
Figura 29. Página de inicio del sitio web	48
Figura 30. Graficador de curvas.....	49
Figura 31. Calculadora de autonomía.....	50
Figura 32. Foro	51
Figura 33. Añadir un tema	52
Figura 34. Menú registro	53

RESUMEN

Este documento es una guía actualizada con información suficiente para transformar un carro de combustión interna en eléctrico; también se encuentra en internet como plataforma web: <http://convertiraelectrico.com>. Tiene un método muy práctico (gráfico) para escoger el motor eléctrico que es la pieza clave de la transformación, y también explica los demás componentes del carro eléctrico y su funcionalidad.

INTRODUCCIÓN

Como sociedad tenemos que actuar de inmediato para tratar de parar el daño que le estamos haciendo al medioambiente; debemos unirnos para lograr este objetivo global y mejorar el futuro de la humanidad. Es por eso que la academia puede hacer una gran diferencia encaminando el esfuerzo de sus estudiantes en el área de las tecnologías verdes.

Desafortunadamente el conocimiento sobre la conversión de autos de combustión interna a eléctricos no ha tenido gran acogida en Latinoamérica. Tomando como referencia a Estados Unidos, que ya tiene una cultura alrededor de la conversión, de Latinoamérica podemos decir que se ha quedado atrás.

Teniendo en cuenta lo anterior, se quiso realizar un aporte en el tema de las tecnologías verdes, creando una plataforma web que, de manera sencilla, explique cómo se hace la transformación de un carro de combustión interna a uno eléctrico, de tal manera que cualquier persona con pocas bases técnicas quede con toda la información necesaria para llevar a cabo un proyecto de este tipo. Además, también se busca crear una comunidad en el mismo sitio web por medio de un foro donde se incentive la participación y el compartir de este conocimiento.

Con esta tesis se quiere dar una herramienta para que los ciudadanos de Latinoamérica tenga información de fácil acceso sobre las conversiones de autos y, eventualmente, se animen a realizar este tipo de proyecto en sus respectivos países.

1. DISEÑO DE LA CONVERSIÓN

En esta etapa se realizarán los cálculos necesarios para saber qué componentes utilizar. Los principales elementos a calcular serán el motor eléctrico y el banco de baterías.

1.1 CÁLCULO DEL MOTOR ELÉCTRICO

Este proceso de conversión se enfocará en los motores eléctricos de corriente alterna trifásicos de inducción. Una conversión de este tipo también se puede realizar con motores de corriente continua, pero este trabajo de grado se concentrará en los motores de inducción.

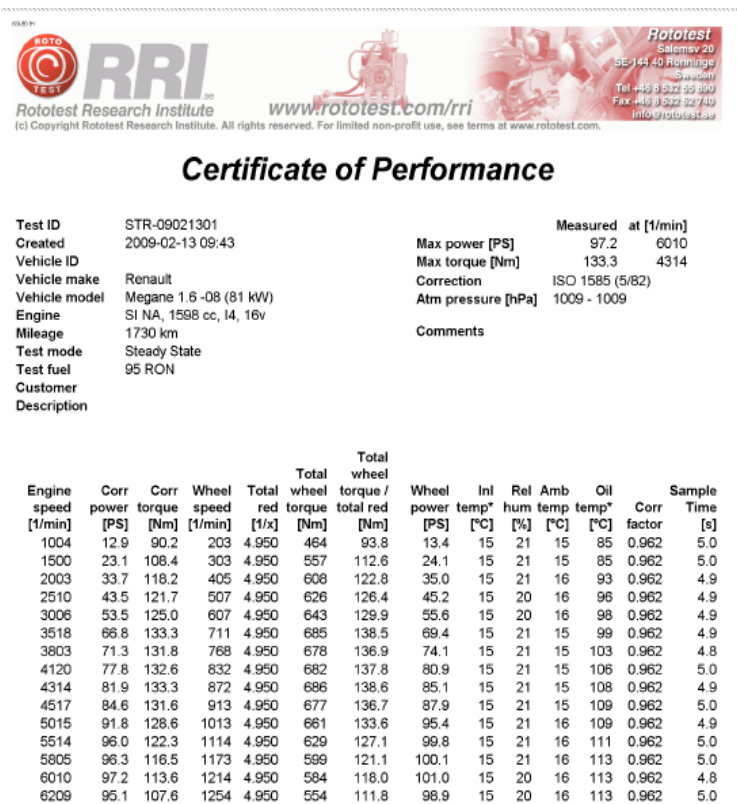
El objetivo es encontrar cuál es el motor eléctrico comercial más adecuado para utilizar en la conversión. Para ello se puede calcular la energía necesaria para desplazar el automóvil a determinada velocidad durante un determinado tiempo, esto obliga a que se tenga en cuenta múltiples escenarios, por ejemplo, cuando el vehículo se encuentre en una subida, en un plano horizontal, etc.; todo esto puede llevar a un sobredimensionamiento debido a que se tienen que realizar múltiples suposiciones.

Por otro lado, se pueden utilizar los cálculos que el fabricante ya realizó al desarrollar el modelo del automóvil al cual se le está haciendo la conversión; la forma de hacerlo es analizando las características del motor de combustión interna con el que cuenta el modelo de carro; es una forma sencilla y segura para poder seleccionar el motor eléctrico sin sobredimensionar sus características, lo cual nos podría significar un mayor costo en la conversión.

Lo que se debe encontrar para realizar este análisis comparativo es la curva de torque vs. la velocidad angular del motor de combustión interna; esta medición se realiza con un dinamómetro.

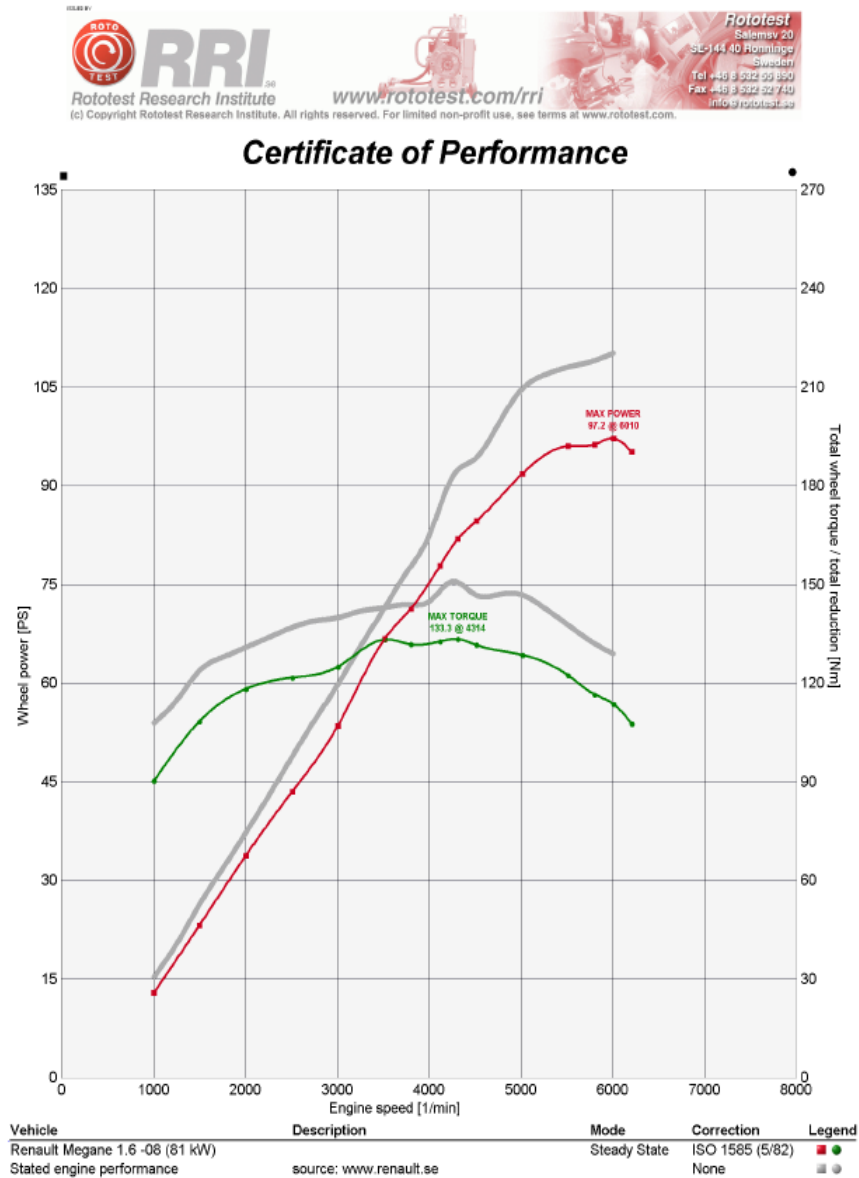
En la figura 2 y 3 se pueden apreciar los resultados de una prueba realizada a un *Renault Megane* 1.6, modelo 2008.

Figura 1. Prueba hecha en dinamómetro de un carro Renault Megane 1.6, modelo 2008



Fuente: www.rototest.com

Figura 2. Curvas representativas de la prueba hecha en dinamómetro de un carro Renault Megane 1.6, modelo 2008



Fuente: www.rototest.com

Debido a que se van a comparar las curvas de torque vs. rpm, se necesita hallar el torque en el eje del motor; como se sabe la relación de las velocidades (rpm) es fácil encontrar el torque en el eje del motor, debido a que ya se tiene el valor del torque en las llantas.

Lógicamente, entre el eje del motor y la rueda existe todo un sistema de engranes, pero lo importante que brinda la prueba en el dinamómetro es la relación total de todo ese sistema.

Sabiendo que teóricamente la potencia se mantiene:

$$P = M\omega$$

Donde:

- P es la potencia
- M es el par o momento en el eje
- ω es la velocidad angular

Tenemos que:

$$P_{\text{motor}} = P_{\text{llantas}}$$

$$M_{\text{motor}} \times \omega_{\text{motor}} = M_{\text{llantas}} \times \omega_{\text{llantas}}$$

$$M_{\text{motor}} = (M_{\text{llantas}} \times \omega_{\text{llantas}}) / \omega_{\text{motor}}$$

Con la anterior ecuación se puede encontrar el torque en el motor y completar la tabla de torque en el eje del motor vs. velocidad angular del motor.

Tabla 1. Torque vs. velocidad

Motor de combustión interna	
Velocidad angular	Torque
rpm	Nm
1004	18.24
1500	21.49
2003	23.90
2510	24.58
3006	25.24
3518	26.94
3803	26.62
4120	26.78
4314	26.94
4517	26.60
5015	25.98
5514	24.71
5805	23.54
6010	22.95
6209	21.73

Teniendo la información del torque en el eje del motor, ahora se puede comparar gráficamente las curva torque vs. la velocidad del motor de gasolina con cualquier motor eléctrico.

Para este ejercicio se escogieron dos motores eléctricos:

- HPEVS AC34 Motor, AC sin escobillas 72 V
- HPEVS AC9 Motor, AC sin escobillas 48 V

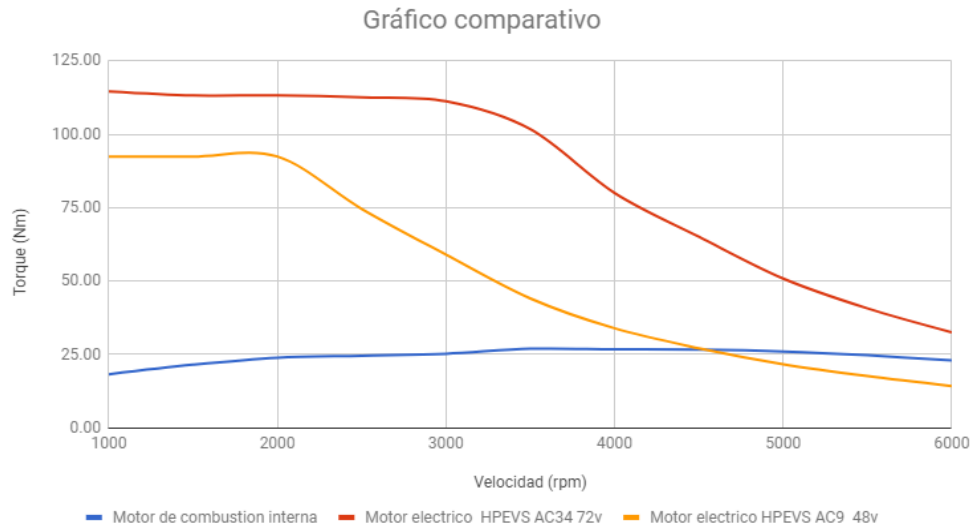
Ambos distribuidos por la empresa EV west (www.evwest.com).

A continuación se pueden ver las tablas y los gráficos comparativos:

Tabla 2. Comparación de los datos de torque vs. velocidad

Motor de combustión interna		Motor eléctrico		Motor eléctrico	
Renault Megane 1.6		HPEVS AC34 Motor		HPEVS AC9 Motor	
Velocidad angular	Torque	Velocidad angular	Torque	Velocidad angular	Torque
rpm	Nm	rpm	Nm	rpm	Nm
1004	18.24	0	119.71	0	94.61
1500	21.49	500	115.26	500	92.41
2003	23.90	1000	114.58	1000	92.41
2510	24.58	1500	113.23	1500	92.41
3006	25.24	2000	113.23	2000	92.41
3518	26.94	2500	112.55	2500	74.58
3803	26.62	3000	111.19	3000	58.99
4120	26.78	3500	101.70	3500	44.07
4314	26.94	4000	80.00	4000	33.90
4517	26.60	4500	65.09	4500	27.12
5015	25.98	5000	50.85	5000	21.70
5514	24.71	5500	40.68	5500	17.63
5805	23.54	6000	32.54	6000	14.24
6010	22.95	6500	27.12	6500	12.20
6209	21.73				

Figura 3. Comparación de curvas torque vs. velocidad



Para seleccionar el motor eléctrico adecuado, se escoge el motor cuya curva esté enteramente por encima de la curva del MDCl, en este caso sería el motor HPEVS AC34 72v.

Los motores eléctricos escogidos para este ejemplo se pueden encontrar en la empresa Ev west y su página www.evwest.com, no solamente venden el motor eléctrico, también venden un kit que incluye el controlador del motor y otros elementos para la conversión, de esta manera se asegura que todos los componentes son compatibles.

1.2 CÁLCULO DEL BANCO DE BATERÍAS

Después de tener el motor eléctrico seleccionado, se procede a calcular el banco de baterías.

Se podría decir que para calcular el banco de baterías se necesitaría decidir cuánto es el rango en kilómetros que se quiere tener para el auto, pero comercialmente ya se está, en cierta manera, limitado a unas cuantas configuraciones.

Lógicamente, cualquier configuración en el banco de baterías es posible, solo que en este trabajo de grado se recomienda adquirir o diseñar una configuración que sea más fácil de conseguir en el comercio y, de este modo, disminuir los costos en la transformación.

Además de los costos, también el volumen y peso del banco de baterías son factores que limitan la etapa de diseño.

Las baterías que se van a tener en cuenta en este trabajo de grado para el diseño son las de plomo de ciclo profundo, que en cualquier país son relativamente fáciles de conseguir, y las baterías de litio (más difíciles de conseguir); su mayor diferencia es que las de litio tienen mayor densidad energética y son más costosas.

Se empieza diseñando un banco de baterías de ciclo profundo. Retomando el ejemplo, se había seleccionado un motor eléctrico HPEVS AC34 de 72 v.

Actualmente, en cualquier país se pueden encontrar distribuidores de este tipo de baterías, tomando el ejemplo de Colombia se pudieron encontrar los siguientes negocios:

- <http://www.imsoltec.com/>
- <https://www.solaroncolombia.com>
- <https://www.ambientesoluciones.com>
- <https://www.amvarworld.com>

Primero se escoge la batería que se va a utilizar, preferiblemente de 12 voltios.

Para este ejemplo se eligió una batería trojan scs 150, 12 voltios 100 Ah. En las figuras 3 y 4 se pueden ver las características de esta batería.

Como se necesitan 72 v, entonces el banco se podría construir con 6 de estas baterías.

Ahora se calcula cuánto alcance se podría tener de con un banco de estas características.

Teniendo que:

$$1000 \text{ kg} \rightarrow 130 \text{ Wh/km}$$

Para un carro con un peso promedio de 1000 kg se necesitan 130 Wh para trasladarse 1 kilómetro.

Como se tiene un banco de 100 Ah y las baterías de plomo pueden entregar el 70 %, en realidad contaríamos con 70 Ah.

$$100 \text{ Ah} \rightarrow 70 \% \rightarrow 70 \text{ Ah}$$

Teniendo un motor de 72 v, se ve cuántos Wh se tendría

$$70 \text{ Ah} \times 72 \text{ V} = 5040 \text{ Wh}$$

Las pérdidas eléctricas son del 20 % lo cual daría:

$$5040 \text{ Wh} \times 0.8 = 4032 \text{ Wh}$$

Ahora se calcula cuántos kilómetros de autonomía aproximadamente podría tener un carro con este banco de baterías:

$$4032 \text{ Wh} \div 130 \text{ Wh / km} = 31 \text{ km}$$

Como en el mercado se pueden encontrar varias referencias con diferentes Ah se puede hacer una tabla y calcular la autonomía para cada referencia, teniendo en cuenta que se va a utilizar el mismo motor eléctrico de 72 v.

Tabla 3. Ah vs. autonomía (baterías de ciclo profundo)

Ah	Autonomía (km)
100	31
120	37
140	43
150	46
200	62

Figura 4. Especificaciones de batería Trojan scs150.



DATA SHEET

SCS150

MODEL SCS150 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 ⁶	Dimensions ⁵ Inches (mm)			Weight Lbs. (kg)
24	SCS150	12	6	10	Length	Width	Height ⁷	50 (23)
					11.30 (286)	6.73 (171)	9.80 (248)	

ELECTRICAL SPECIFICATIONS

Cranking Performance		Capacity * Minutes		Capacity * Amp-Hours (AH)				Energy (kWh)	Internal Resistance (mΩ)	Short Circuit Current (amps)
C.C.A. ⁸ @ 0°F (-18°C)	C.A. ¹ @ 32°F (0°C)	@ 25 Amps	@ 75 Amps	5-Hr	10-Hr	20-Hr	100-Hr	100-Hr	—	—
530	650	150	36	80	92	100	111	1.33		

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

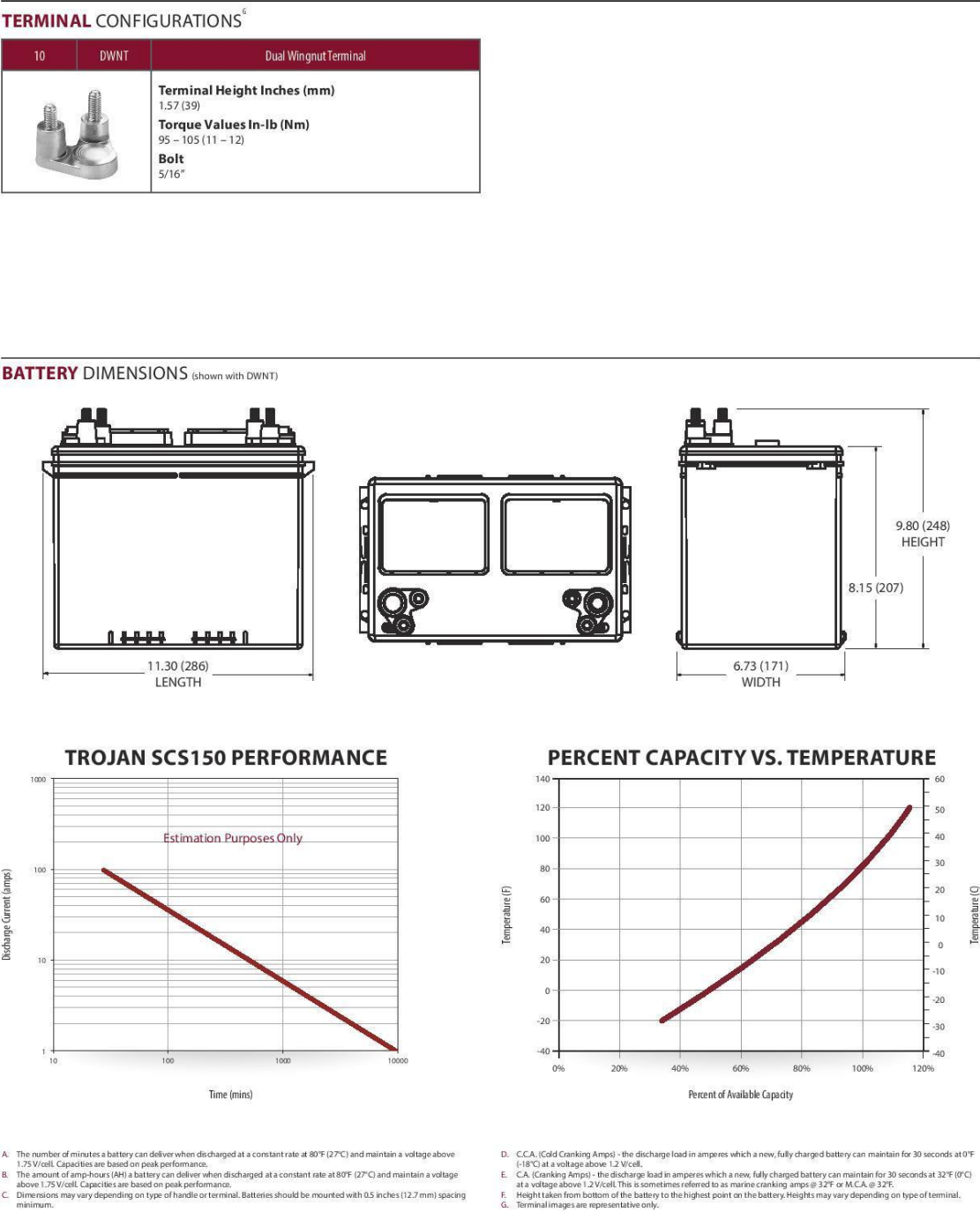


Designed in compliance with applicable BCI, DIN, BS and IEC standards.
 Tested in compliance to BCI and IEC standards.



Fuente: www.trojanbattery.com

Figura 5. Especificaciones de batería Trojan scs150 (continuación)



En el caso de las baterías de litio lo único que cambia para el cálculo es el porcentaje de Ah que la batería puede entregar y el voltaje entregado por cada batería.

Se pueden encontrar ejemplos de baterías de litio en los siguientes links:

- <http://voltronixusa.com>
- <http://en.calb.cn/>

Tienen un voltaje de 3.2 v, para este caso se necesitarían 23 para suplir el motor eléctrico de 72 v.

Se realiza el cálculo con la batería de litio voltronic Model # V-LYP de 160Ah, abajo se pueden ver las características de la batería en las figuras 5 y 6.

Ahora, se calcula cuánto alcance se podría tener de con un banco de estas características.

Como se cuenta con un banco de 160 Ah y las baterías de litio pueden entregar aproximadamente el 90 % de corriente, en realidad contaríamos con 144 Ah.

$$160 \text{ Ah} \rightarrow 90 \% \rightarrow 144 \text{ Ah}$$

Teniendo un motor de 72 v, se ve cuántos Wh se tendrían

$$144 \text{ Ah} \times 72 \text{ V} = 10368 \text{ Wh}$$

Las pérdidas eléctricas son del 20 % lo cual daría:

$$10368 \text{ Wh} \times 0.8 = 8294 \text{ Wh}$$

Ahora se calcula cuántos kilómetros de autonomía aproximadamente podría tener un carro con este banco de baterías:

$$8294 \text{ Wh} \div 130 \text{ Wh / km} = 63.8 \text{ km}$$

Se puede hacer una tabla parecida a la que se hizo con las baterías de plomo, para saber el kilometraje dependiendo de los Ah utilizando el mismo motor de 72 v.

Tabla 4. Ah vs. autonomía (baterías de litio)

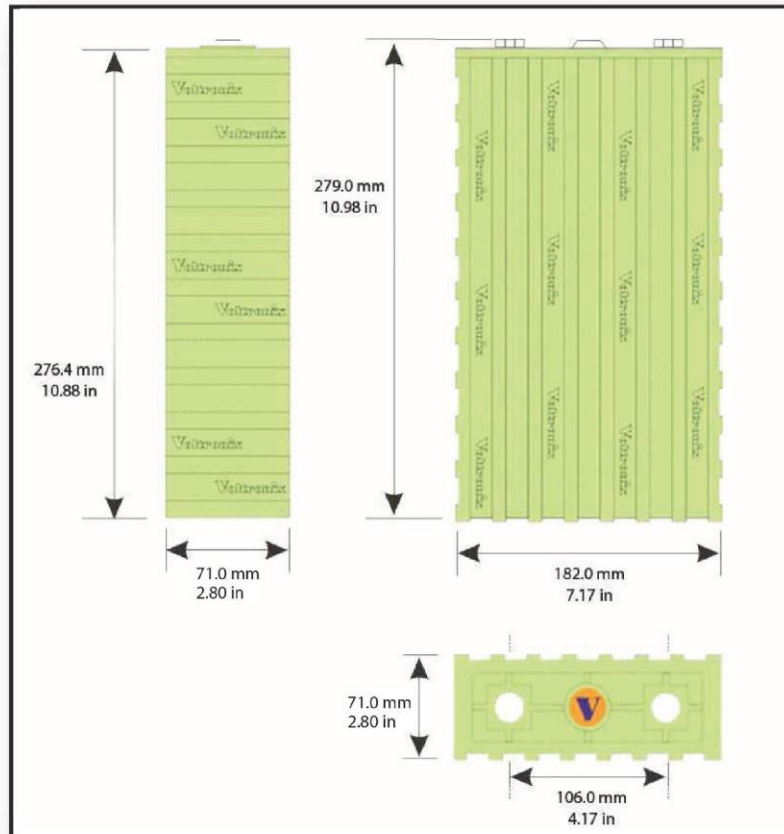
Ah	Autonomía (km)
100	40
160	64
180	72
200	80
260	104
400	159

Ya que se ha calculado y encontrado los componentes más importantes que son el motor eléctrico y el banco de baterías, se va a conocer qué otros componentes se necesitan para la conversión.

Figura 6. Especificaciones de batería Voltronix



Lithium Ion Battery



Model # V-LYP160Ah

Operating Voltage: 2.8-4.0	Cycle Life: (80%DOD): 2000
Nominal Voltage: 3.2	Cycle Life: (70%DOD): 3000
Nominal Capacity: 160Aha @ 48A	Energy Density: 230-380 Wh/L
Max Discharge Current (Continuous): 480A	Specific Power: 600-1000 W/Kg
Max Discharge Current (Pulse): 1600A	Weight: 5.6 kg; 12.35lbs
Maximum Charge Current: $\leq 3C$	Dimensions: 279 x 1182 x 71 mm
Operating Temp Charging: -18-75 degrees C	Discharge Rate: $\ll 3\%$ monthly



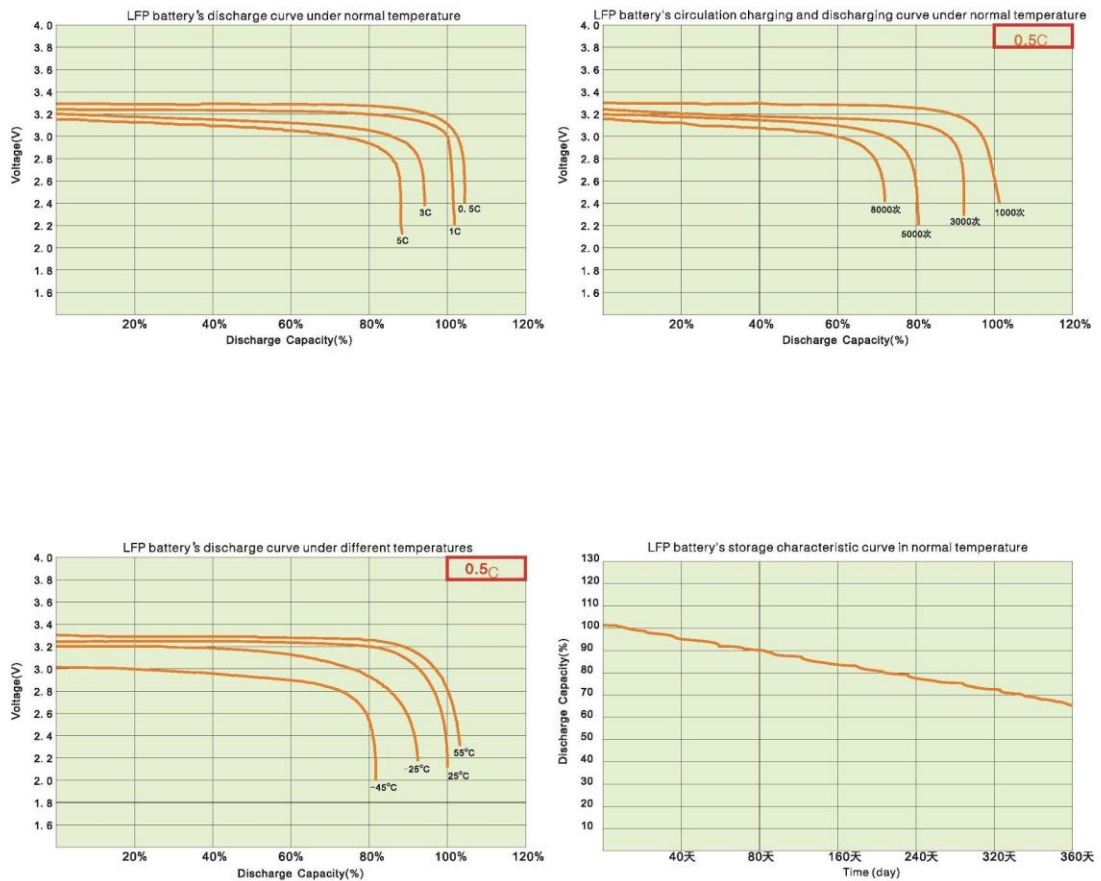
Also available: Prismatic; V-LYP40Ah, V-LYP50Ah, V-LYP60Ah, V-LYP90Ah, V-LYP100Ah, V-LYP150Ah, V-LYP160Ah, V-LYP180Ah, V-LYP200Ah, V-LYP260Ah, V-LYP300Ah, V-LYP400Ah, V-LYP1000Ah. CYLINDRICAL; V18650, V26650, V38120

Fuente: www.voltronixusa.com

Figura 7. Especificaciones de batería Voltronix (continuación)



Charge & Discharge Chart



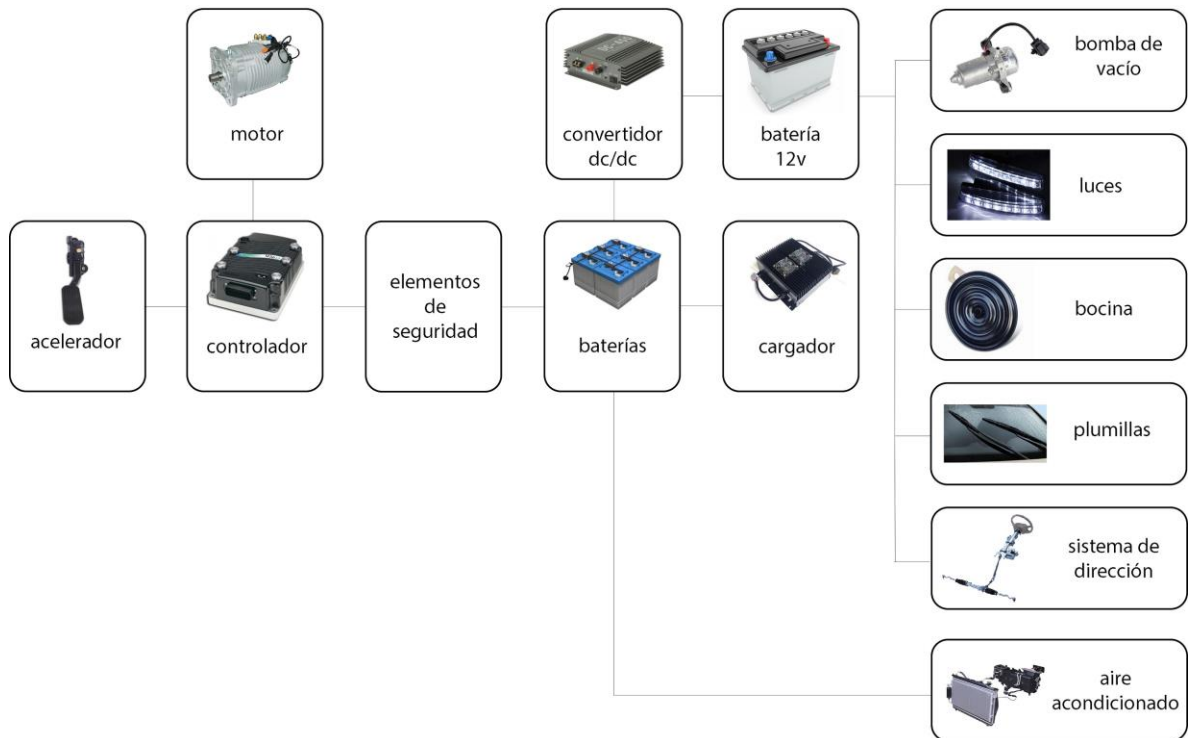
voltronixusa.com

Fuente: www.voltronixusa.com

Actualmente en el comercio se pueden comprar bancos de batería con BMS (*battery manager system*) y su cargador específico para la curva de carga del banco, de esta manera se tiene la certeza de que esos componentes van a funcionar correctamente y, además, se ahorra tiempo en acoplarlos.

1.3 ESQUEMA GENERAL DE LOS COMPONENTES PRINCIPALES

Figura 8. Esquema general de los componentes principales



A continuación se explican los demás componentes que se necesitan en la conversión.

1.4 CONTROLADOR

El controlador del motor eléctrico, como su nombre lo indica, se encarga de controlar la velocidad de giro en el motor, utiliza la señal del acelerador (potenciómetro) para aumentar o disminuir la frecuencia de giro. Es alimentado por la corriente continua de las baterías y la transforma en corriente alterna trifásica.

Normalmente el motor eléctrico es vendido con su controlador, debido a que este tiene que estar configurado para las características específicas del motor.

Los controladores y los motores pueden contar con frenado regenerativo, esto significa que se puede generar energía eléctrica a partir de la energía cinética que tiene el carro; en estos casos el motor funciona como un generador, por ejemplo, bajando una pendiente.

Figura 9. Controlador HPEVS Curtis 1236e-5621 48V 550 AMP



Fuente: www.evwest.com

Si el motor eléctrico que se va a utilizar en la conversión no trae su propio controlador, igual se puede seleccionar uno que se encuentre en el mercado; solo se debe tener en cuenta que las especificaciones del motor eléctrico concuerden con los rangos de operación del controlador. A continuación tenemos un ejemplo de las características de un controlador de la marca Zilla.

Tabla 5. Características del controlador Zilla

Maximum nominal input voltage range for lead-acid batteries: 72 to 348 volts
Absolute maximum fully loaded input voltage range: 36 to 400 volts*
Maximum motor current at 50°C heat sink temperature: 2000 Amps for Z2K, 1000 Amps for Z1K
Maximum battery current at 200V: 1900 Amps for Z2K, 950 Amps for Z1K
Maximum battery current at 300V: 1770 Amps for Z2K, 885 Amps for Z1K
Maximum battery current at 400V: 1600 Amps for Z2K, 800 Amps for Z1K
Continuous motor current @ 50°C coolant temp and 100% duty cycle: over 600 Amps for Z2K, 300 Amps for Z1K
Peak power: 640,000 Watts for Z2K, 320,000 Watts for Z1K
PWM frequency: 15.7 kHz
Power devices: IGBT
Voltage drop: <1.9 volts at maximum current
* At this time we are suggesting not exceeding 375 volts on the EHV models; we hope to bring that back up to 400 volts with further testing.

1.5 CARGADOR DE BATERÍA

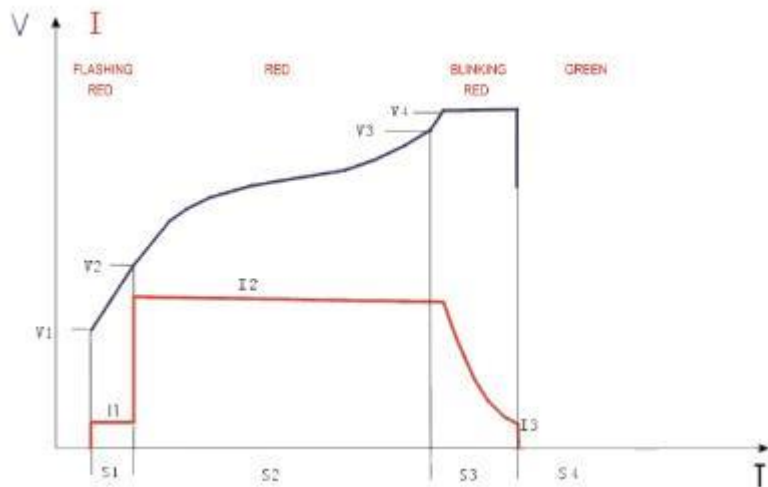
Se encargan de suministrar corriente a las baterías del carro eléctrico y, de esta manera, recuperar su carga energética.

Dejan de suministrar energía a las baterías cuando estas ya llegan a su límite de carga, evitando algún daño. Son multivoltaje, pueden ser alimentados con voltajes desde 90 a 270 ac.

Realizan la carga de las baterías por etapas programadas, debido a que cada batería tiene una curva de carga optimizada dependiendo de su química.

El cargador depende del banco de baterías que se van a utilizar y se debe programar para que la curva de carga coincida con la de la batería. Como se mencionó anteriormente, lo recomendable es comprar el cargador en conjunto con el banco de baterías; de esta manera se está más seguro de que no van a existir problemas de configuración.

Figura 10. Ejemplo de una curva de carga (algoritmo de carga) para algunas baterías



Fuente: www.autolibreelectrico.com

Igualmente, se pueden comprar por separado (baterías y cargador), pero se debe estar seguro de que las características de las baterías se encuentran entre los rangos de funcionamiento del cargador y, además, que este sea programable.

A continuación un ejemplo de cargador y sus especificaciones:

Figura 11. Cargador Elcon PFC1500



Fuente: www.evwest.com

Tabla 6. Especificaciones cargador Elcon PFC1500

AC Input

AC Input Voltage - range	90 - 260VAC
AC Input Voltage - nominal	120 VAC / 230 VAC
AC Input Frequency	45 - 65 Hz
AC Input Current - maximum	15A
Current – nominal	12 A rms @ 120 VAC / 12 A rms @ 230 VAC
AC Power Factor - nominal	> 0.98

Mechanical

Dimensions	352mm×195mm×139mm
Weight	< 7 kg Standard output cord
Environmental Enclosure	IP46
Operating Temperature	-30°C to +50°C (-86°F to 122°F)
Storage Temperature	-40°C to +85°C (-104°F to 185°F)

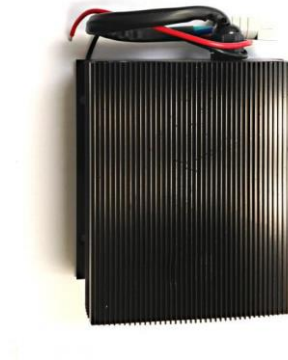
LED Indicator

Red-Green flash (one second interval)	Battery Disconnected
Red flash (three seconds interval)	Repair Battery
Red flash (one second interval)	<80% Charge Indicator
Yellow flash (one second interval)	>80% Charge Indicator
Green flash (one second interval)	100% Charge Indicator

1.6 CONVERTIDOR DC/DC

Se alimenta del banco de batería con corriente continua, su objetivo es convertir el voltaje del banco de baterías a uno más bajo y alimentar los demás componentes del carro que normalmente están a 12 v, como lo son los vidrios eléctricos, motor del limpiaparabrisas, etc. Se recomienda utilizar una batería de 12 V y no usar el DC / DC como su único suministro de 12 V.

Figura 12. Convertidor dc/dc 400 W 30 Amp Isolated 72-144 Volts



Fuente: www.evwest.com

A continuación, las especificaciones que deben de estar entre los rangos de operación del banco de baterías y los componentes elegidos para la conversión.

Tabla 7. Especificaciones del convertidor dc/dc 400 W 30 Amp Isolated 72-144 Volts.

Nominal Value	400W
Peak Pulse Power	480W
Isolated	Selectable
Input Voltage	60-84V, 84-120V, 128-168V
Output Voltage	12V 13.8V 24V 27.6V
Current Limitation @12V	30A
Nominal Output Current(1hour)	25A
Current Limitation @24V	15A
Nominal Output Current (1hour)	12.5A
Voltage Regulation	≤1.5%
Ripple Factor	≤1%
Maximal Efficiency	92%
Output Short circuit Protection	Yes
Input Voltage Range	Nominal Voltage×150%
Overheat Protection	Thermal switch cuts off at 90°C and resets at 60°C (internal temperature)
Range of Working Temp	- 40 ~ +55°C
Shock and Vibration	SAEJ1378
Size	165mmx115mmx80mm

1.7 ACCESORIOS DEL VEHÍCULO

1.7.1 Bomba de vacío (frenos)

Como ya no se tiene el motor de combustión interna, el servofreno ya no cuenta con el vacío del cárter del motor para asistir la frenada; debido a esto se necesita una bomba de vacío, la cual opera a **12V** y, lógicamente, se conecta con el circuito que está a **12V**.

Figura 13. Kit de bomba de vacío SSBC - EV Brake Booster



Fuente: www.evwest.com

Su selección se realiza de acuerdo con los parámetros necesarios, particularmente las características de esta bomba son:

Type: SSBC

Max Vacuum (hg): 20

Power Supply: 12 V DC

Height: 7 in.

Length: 8 in.

Width: 5 in.

Weight: 9 **lbs.**

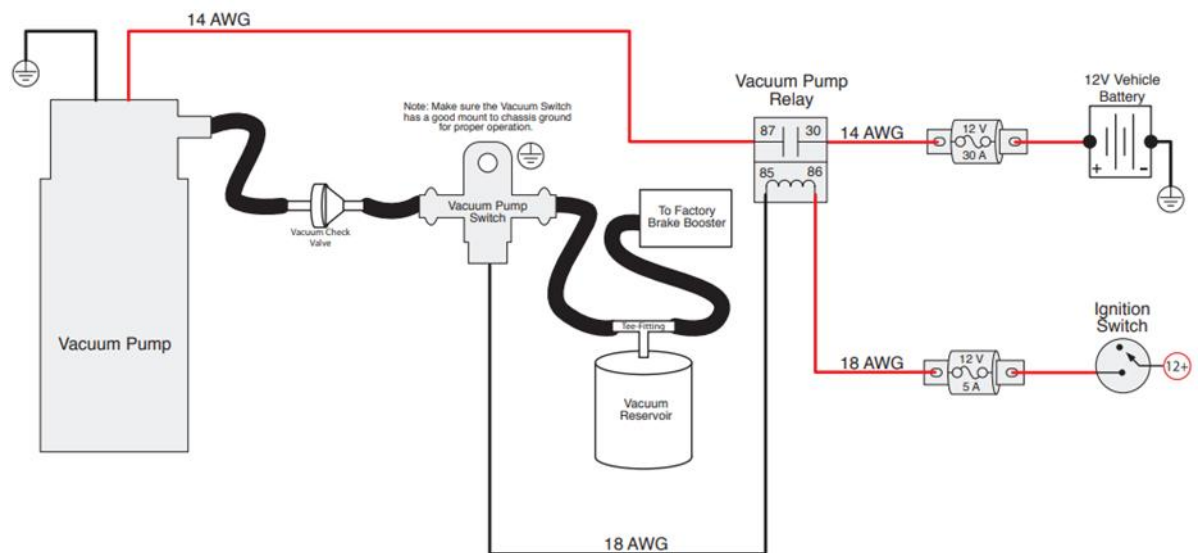
El proceso de instalación se puede ver en la gráfica que se encuentra en el manual del equipo.

Figura 14. Reservorio para bomba de vacío



Fuente: www.evwest.com

Figura 15. Esquema de instalación para bomba de vacío

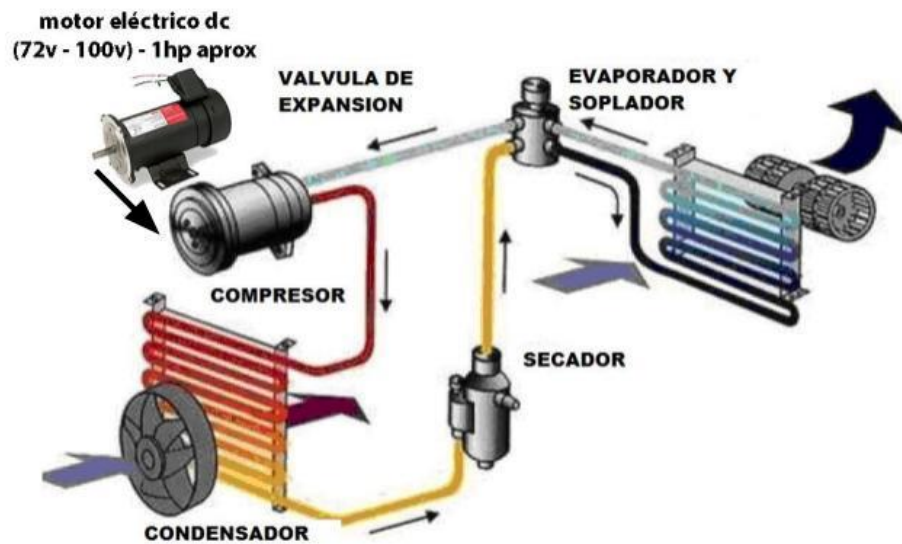


Fuente: www.evwest.com

1.7.2 Aire Acondicionado

Solo si es imprescindible se debe instalar el aire acondicionado en un carro que se va a convertir a eléctrico. Este sistema no posee un cambio significativo en sus componentes, lo único que se debe que hacer es instalar un motor dc (72 v-100 v) y, aproximadamente, 1 hp que le transmita movimiento al compresor, debido a que este ya no estará ligado al motor de combustión interna. Este motor dc se alimentará directamente del banco principal de baterías.

Figura 16. Adecuación del motor eléctrico para el sistema de aire acondicionado de un carro



Fuente: www.evwest.com

1.7.3 Sistema de dirección

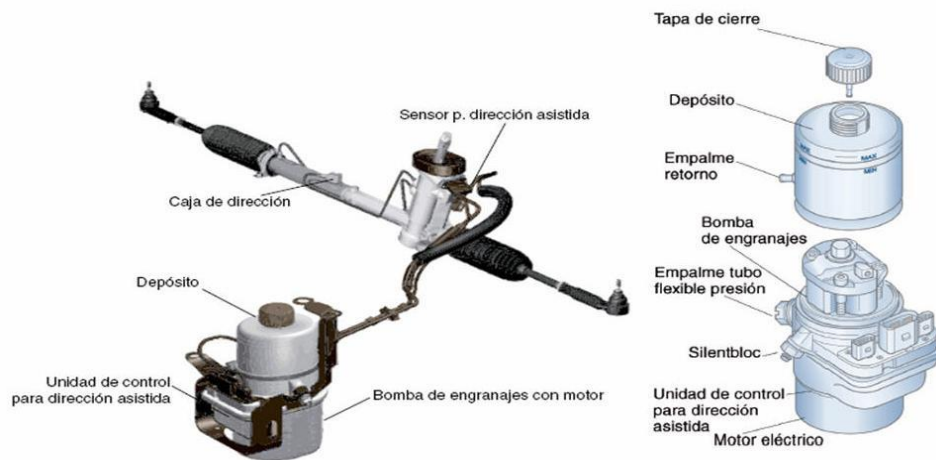
Dependiendo del vehículo se puede encontrar varios tipos de sistemas de dirección:

- Mecánica
- Hidráulica
- Electrohidráulica
- De asistencia eléctrica

El sistema de dirección mecánica no necesita ningún cambio, cuando el sistema es de asistencia eléctrica o electrohidráulica simplemente se conecta al circuito de 12 v.

Si la dirección es hidráulica se debe realizar un arreglo similar a la del sistema de aire acondicionado donde un motor eléctrico entraría a mover la bomba del sistema hidráulico.

Figura 17. Ejemplo de sistema de dirección electrohidráulico y alguno de sus componentes



Fuente: www.autolibreelectrico.com

1.7.4 Elementos de seguridad

Todo el sistema eléctrico deberá estar protegido, los principales elementos que se utilizan son:

- Interruptor de corte general.
- Llave de corte inercial: abre el circuito eléctrico cuando el auto sufre una aceleración o desaceleración brusca; su intención es desactivar todo el circuito del auto en el momento de una colisión.

2 KITS DE CONVERSIÓN

Anteriormente no existían empresas que les llamara la atención producir elementos para convertir autos de gasolina a eléctricos, debido a que no existía un mercado alrededor de la conversión. Afortunadamente esto cambió, los autos eléctricos son un tema actual y muchos Gobiernos tienen proyectos que fomentan la compra de los carros eléctricos; a la par se ha creado todo un movimiento sobre la conversión de autos, ya que es menos costoso que comprar un auto eléctrico de fábrica.

Los kits de conversión son muy completos y pocas veces es necesario comprar componentes que no están incluidos; definitivamente, son la mejor opción para que cualquier persona convierta su carro de gasolina a eléctrico. Para Latinoamérica el principal distribuidor de estos kits es www.autolibreelectrico.com.

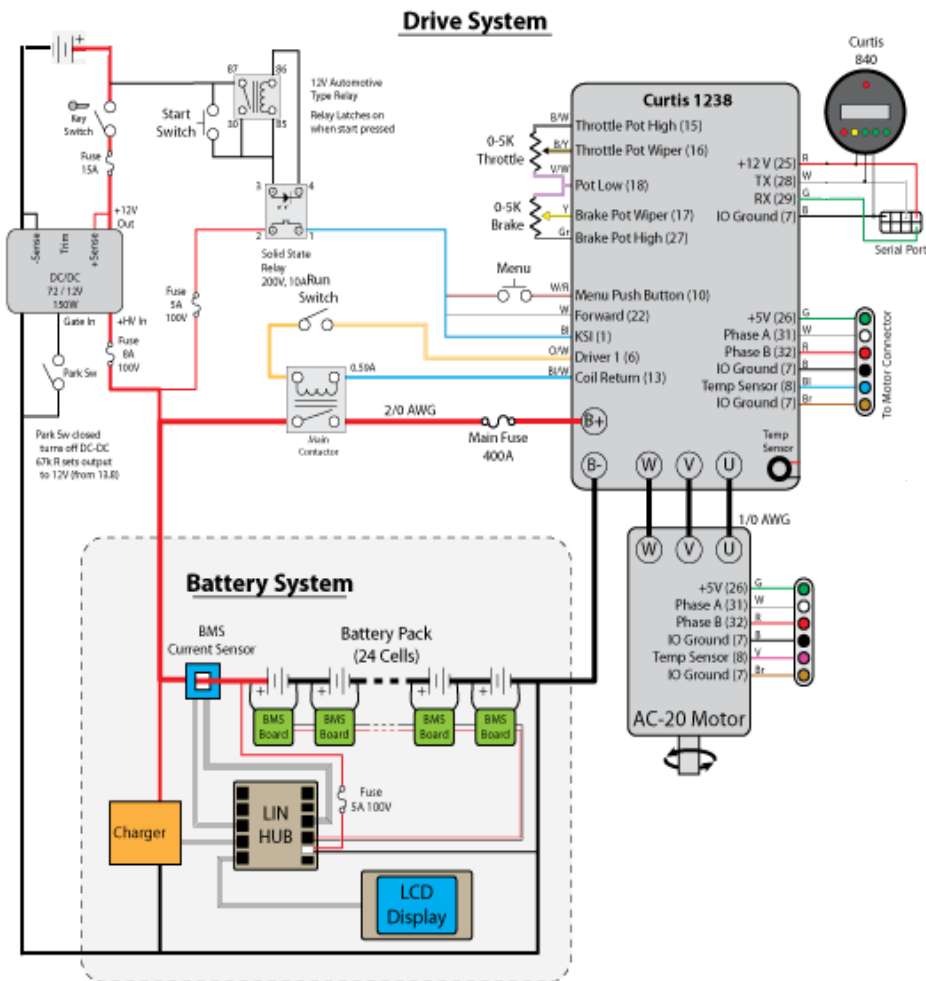
Estos kits vienen con sus respectivos circuitos de conexión, a continuación se muestran unos ejemplos de estos circuitos.

2.1 CIRCUITOS DE CONEXIÓN

La figura 19 muestra un diagrama del kit con controlador curtis que se puede encontrar en www.evwest.com.

La figura de abajo muestra otro circuito del mismo kit, pero con más detalles.

Figura 18. Diagrama de un kit curtis 1238



Fuente: www.autolibreelectrico.com

2.2 PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO DE UN KIT

Antes de instalar todo el sistema en el carro es bueno probar el funcionamiento de los componentes que vienen en un kit. Lo primero es revisar el estado de los componentes y ver que no falte ninguno; después, simplemente siguiendo los circuitos de conexión del fabricante se van a armar los componentes en una mesa de trabajo, después de su instalación se procede a acelerar el motor eléctrico, es preferible grabar la prueba por si es necesaria alguna reclamación con el fabricante.

3 INSTALACIÓN

Debido a que al carro se le van a reemplazar muchos componentes, el peso final cambiará, por eso es una buena práctica tener una referencia de la altura del chasis del carro, la cual se debe tratar de conservar lo mejor posible después de la conversión; en otras palabras, el carro debe tener un peso similar al que tenía antes de la conversión.

Lo ideal es pesar todos los elementos que se van sacando del vehículo, de esta manera se tendría la cifra exacta del peso de los componentes eliminados y se podrían comparar con el peso de los nuevos componentes por instalar. Si al final de la conversión el peso es mayor y la altura del chasis ha bajado considerablemente, se optaría por cambiar la suspensión por una que sea un poco más rígida, para recuperar la altura normal. También es bueno tener en cuenta la distribución del peso del diseño original y tratar de mantener la distribución original.

Se remueven las partes del carro que no se van a necesitar; en resumen, son todos los sistemas ligados al motor de combustión interna, los cuales serían:

Motor de combustión interna

Alternador

Radiador

Ductos del sistema de gases de escape

Sistema de combustible

Hay que tener cuidado de no dañar los accesorios que se van a reutilizar.

Para una mayor eficiencia energética se recomienda realizar la conversión en automóviles sin aire acondicionado o que tengan algún dispositivo que consuma energía y no contribuyan al desplazamiento del carro.

[illegible]

38

3.1 ACOPLE DEL MOTOR

El acople del motor eléctrico se puede realizar al embrague o directamente a la caja de cambios, se recomienda hacer el acople al embrague, de esta manera se puede administrar mejor la potencia del motor.

El diseño del acople depende del modelo del motor eléctrico y del auto que se está trabajando, (el diseño del acople no hace parte de este trabajo de grado) después de tener las dimensiones del acople se lleva la caja de cambios, el embrague y el motor a un taller especializado de metalmecánica para que realicen el acople; a continuación los elementos principales para tener en cuenta a la hora de realizar el acople.

Lo primero es crear una placa adaptadora (figura 17) entre el motor y la caja de cambios, de tal manera que el volante de inercia mantenga la misma posición en relación con la caja de cambios. Algunas placas están hechas de aluminio entre 17 mm y 20 mm de espesor.

Después, se necesita encajar el volante de inercia al motor con un adaptador (figura 22, 23 y 24).

Figura 20. Placa adaptadora



Figura 21. Volante y caja de cambios del auto



Figura 22. Volante y embrague



Figura 23. Volante acoplado al motor eléctrico



En algunas ocasiones la caja de cambios tiene un buen soporte y no se necesitan poner soportes al motor eléctrico, por eso fue que al comienzo se tomaron medidas de referencia de la caja de cambios, si se nota alguna diferencia considerable en estas medidas es necesario soportar el motor eléctrico.

3.2 CONVERTIDOR DC/DC, CARGADOR Y CONTROLADOR

Estos componentes se deben instalar en un lugar con buena circulación de aire para evitar su incremento en temperatura, también se debe tener una buena fijación para prevenir las vibraciones. Si el régimen del funcionamiento es elevado se necesita una refrigeración líquida o también se podría utilizar una ventilación localizada.

El controlador debe estar lo más cerca al motor eléctrico para no tener algún tipo de pérdidas debido a la longitud de los cables.

Las superficies de disipación de calor deben quedar en un sentido vertical para facilitar el flujo del aire.

Figura 24. Instalación de cargador de baterías



Fuente: www.autolibreelectrico.com

3.3 ACELERADOR

El acelerador ya viene con el kit de conversión, pueden ser de dos tipos:

- De pedal
- Pot box de cable (caja)

Figura 25. Acelerador de pedal



Fuente: www.autolibreelectrico.com

El acelerador de pedal es un acelerador electrónico que se instala en el lugar del acelerador que el auto tiene y el pot box de cable utiliza el acelerador que ya posee el carro, solo se deben hacer unos ajustes para que el cable del acelerador sea utilizado por la caja del nuevo acelerador.

Figura 26. Acelerador de caja



Fuente: www.autolibreelectrico.com

3.4 CABLES

Se utilizan cables multifilares flexibles, como se va a operar entre 72 v-100 v y 90 A con picos de hasta 400 A se utilizan cables con una sección mínima de 50 mm cuadrados. Se debe tener especial cuidado con los terminales para elegir los que pertenecen al diámetro del cable que se va a utilizar y evitando terminales enchapados en cobre.

Figura 27. Ejemplos de cables con sus respectivos terminales



Fuente: www.autolibreelectrico.com

3.5 SOPORTE PARA LAS BATERÍAS

Las baterías deben de estar bien soportadas para evitar cualquier tipo de vibración o daño en estas.

Figura 28. Ejemplo de soporte para baterías



Fuente: www.autolibreelectrico.com

4 PÁGINA WEB

Todo el contenido de esta tesis se puede encontrar en la plataforma web <http://convertiraelectrico.com> , de esta manera cualquier persona de habla hispana puede tener acceso a esta información y así aportar al avance tecnológico de Latinoamérica y a la mejora del medioambiente de nuestro planeta.

Esta página web contiene dos aplicaciones que ayudan a los cálculos de la conversión:

- El comparador de curvas - <http://convertiraelectrico.com/comparacion/> que ayuda a elegir el motor eléctrico indicado para la conversión.
- La calculadora de autonomía - <http://convertiraelectrico.com/calculadora-de-autonomia/> con la cual se puede calcular el rango que el automóvil tendrá de acuerdo con las características del banco de baterías.

También se quiere que este sitio web sirva de foro internacional para que las personas compartan información y conocimiento, debido a esto se creó un foro (<http://convertiraelectrico.com/community/>) donde los usuarios pueden registrarse y empezar cualquier tipo de conversación respecto a conversiones eléctricas, bicicletas eléctricas, motocicletas eléctricas, paneles solares y proveedores.

Las oportunidades con esta plataforma son muchas, en el transcurso de la investigación no se pudo encontrar algo similar a lo que se tiene en www.convertiraelectrico.com.

4.1 DISEÑO DE LA PÁGINA WEB

Teniendo como base el contenido desarrollado en este trabajo se pudo realizar la estructura de la página web, la cual es la siguiente:

- 1- Inicio: una pequeña introducción con el esquema de los componentes principales de un vehículo eléctrico.
- 2- Diseño de la conversión
 - a. Cálculo del motor eléctrico
 - b. Comparador de curvas
 - c. Cálculo del banco de baterías
 - d. Calculadora de autonomía
- 3- Componentes de la conversión
 - a. Controlador
 - b. Cargador de batería
 - c. Convertidor dc/dc
 - d. Bomba de vacío (frenos)
 - e. Aire acondicionado
 - f. Sistema de dirección
 - g. Elementos de seguridad
- 4- Kits de conversión
- 5- Prueba de funcionamiento de un kit
- 6- Instalación
 - a. Acople del motor eléctrico
 - b. Convertidor dc/dc, cargador y controlador
 - c. Acelerador
 - d. Cables
 - e. Soportes para las baterías

La página web se creó utilizando wordpress como plataforma, la cual es un sistema de gestión de contenidos, se escogió el template (edupress) gratuito más cercano a la estructura necesaria.

Se utilizaron los plugins:

- 1- Foros – wpForo: para la creación del foro
- 2- Calculated Fields Form: para la calculadora de autonomía

El comparador de curvas (<http://convertiraelectrico.com/comparacion/>) se hizo con una librería de jquery y no está soportado en la plataforma wordpress, es un desarrollo aparte al website, pero que se hizo en una carpeta del dominio y puede ser utilizado por cualquier usuario.

Todo el sitio es responsive (puede ser navegado en dispositivos móviles).

4.2 MANUAL DE LA PAGINA WEB

En el inicio (home) se puede encontrar un mensaje de bienvenida y un gráfico general que describe los componentes que debe tener una conversión.

La página web se divide en dos áreas principales, representadas en el home por dos diferentes menús, el menú de contenido del website y el menú de del foro.

Figura 29. Página de inicio del sitio web

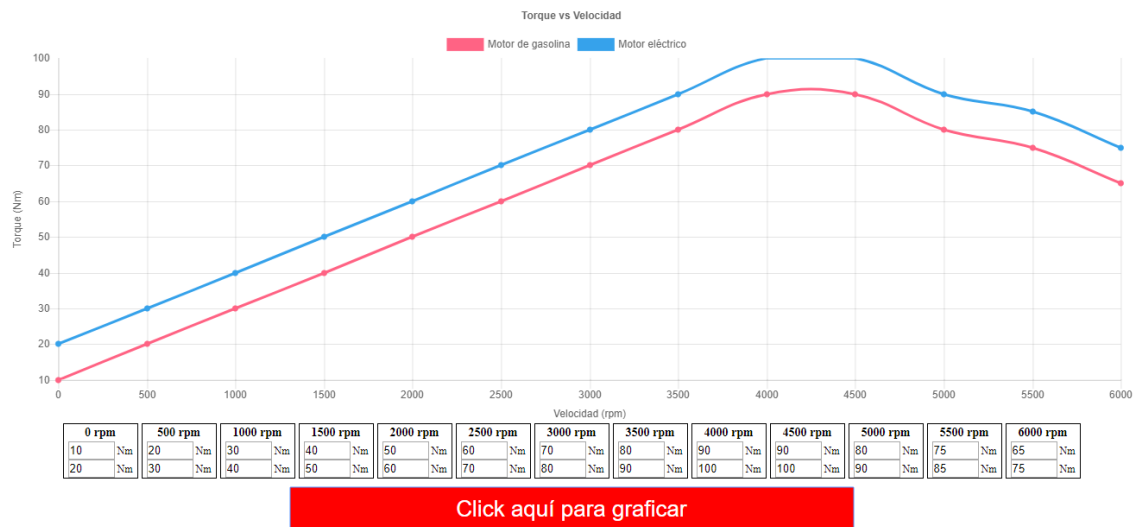


4.2.1 Menú de contenido

En este menú se encuentra en orden la información necesaria para realizar la conversión a eléctrico, aquí podremos encontrar las dos aplicaciones que ayudaran a los usuarios a realizar sus cálculos:

Graficador de curvas (<http://convertiraelectrico.com/comparacion/>)

Figura 30. Graficador de curvas



Con esta pequeña aplicación los usuarios podrán comparar las curvas del motor de combustión interna y las del motor eléctrico, esto sirve para poder concluir si el motor eléctrico es apto para la conversión.

Funcionamiento: se pueden apreciar unos recuadros en la parte inferior, cada uno pertenece a una velocidad (rpm), en cada recuadro escribimos el valor del torque del motor a gasolina y el motor eléctrico que pertenece a esa velocidad, y se finaliza dando click en el botón rojo para poder comparar las dos curvas.

Calculadora de autonomía (<http://convertiraelectrico.com/calculadora-de-autonomia/>)

Figura 31. Calculadora de autonomía

The screenshot shows a web application titled 'Calculadora de autonomía' on a blue background. At the top left is a logo consisting of a stylized 'C' and 'E' with a plug. To the right of the logo are links: 'Foros', 'Miembros', 'Registro', and 'Iniciar Sesión'. A left sidebar contains a menu with categories: 'INICIO', 'DISEÑO DE LA CONVERSIÓN' (with sub-items: 'Cálculo del motor eléctrico', 'Comparador de curvas', 'Cálculo del banco de baterías', and 'Calculadora de autonomía' which is highlighted in red), 'COMPONENTES DE LA CONVERSIÓN' (with sub-items: 'Controlador', 'Cargador de batería', 'Convertidor dc/dc', 'Bomba de vacío (frenos)', 'Aire acondicionado', 'Sistema de dirección', 'Elementos de seguridad'), 'KITS DE CONVERSIÓN', 'PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO DE UN KIT', and 'INSTALACIÓN' (with sub-items: 'Acople del motor eléctrico', 'Convertidor dc/dc, cargador y controlador', 'Acelerador', 'Cables', 'Soportes para las baterías'). The main content area has the title 'Calculadora de autonomía' and a subtitle 'Calculo de la autonomia'. Below this is the text 'Calculo aproximado de la autonomia del auto'. There are three input fields: 'Voltaje del motor*' with a value of '0', 'Tipo de batería*' with radio buttons for 'Litio' and 'Plomo' (both unselected), and 'Capacidad de la Batería (Ah)*' which is empty. Below these is a large input field for 'Autonomía' with a value of '0 km'. At the bottom of the page, a copyright notice reads: 'Copyright © 2018 Convertir a eléctrico. All Rights Reserved.'

Como su nombre lo indica con esta aplicación podemos calcular la autonomía (cálculos aproximados) que nuestra conversión va a tener, el usuario solo tiene que introducir el voltaje del motor, escoger entre los dos tipos de baterías y la capacidad en Ah de las baterías.

4.2.2 Menú de foro

Figura 32. Foro

The screenshot shows a web forum interface. At the top, there is a blue header with a logo on the left and navigation links (Foros, Miembros, Registro, Iniciar Sesión) on the right. Below the header, a left sidebar contains a menu with categories like 'INICIO', 'DISEÑO DE LA CONVERSIÓN', 'COMPONENTES DE LA CONVERSIÓN', 'KITS DE CONVERSIÓN', 'PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO DE UN KIT', and 'INSTALACIÓN'. The main content area is titled 'convertir a eléctrico Foro' and features a table of forum topics. The table has columns for 'Temas' and 'Respuestas'. Below the table, there is a section for 'Estadísticas del Foro' showing counts for 'Foros', 'Temas', 'Respuestas', 'En línea', and 'Miembros'. At the bottom, there is a footer with copyright information.

FOROS	Temas	Respuestas
Conversión de autos Foro para compartir información sobre el proceso y la conversión de autos de gasolina a eléctricos. si tienes alguna duda o pregunta no dudes en crear un tema.	0	0
Bicicletas eléctricas Si también te gustan las bicicletas eléctricas por favor comparte tu información en este foro. si tienes alguna duda, pregunta o quieres compartir información, no dudes en crear un tema.	0	0
Motocicletas eléctricas si tienes alguna duda, pregunta o quieres compartir información, no dudes en crear un tema.	0	0
Paneles solares Las nuevas tecnologías para generar energía sin dañar el medio ambiente ya están a nuestro alcance. si tienes alguna duda, pregunta o quieres compartir información, no dudes en crear un tema.	0	0
Proveedores Tienes información sobre proveedores que puedan servir a nuestra comunidad, por favor compártela. Si eres un proveedor no dudes en crear un tema y subir información sobre tus productos.	0	0

Estadísticas del Foro

Foros	Temas	Respuestas	En línea	Miembros
6	0	0	0	1

Iconos de los Temas: ☐ Nuevo ☐ Respondido ☐ Activo ☐ Popular ☐ Sticky ☐ Unapproved ☐ Resuelto ☐ Private ☐ Cerrado

Copyright © 2018 Convertir a eléctrico. All Rights Reserved.

En el foro del sitio web los usuarios podrán aportar información, opiniones y experiencia relacionadas con la conversión de autos a eléctricos y otros tipos de temas similares. El foro está dividido en 5 diferentes temas:

- Conversión de autos
- Bicicletas eléctricas
- Motocicletas eléctricas
- Paneles solares
- Proveedores (compartir información sobre cualquier proveedor de tecnología o componentes relacionado con cualquiera de los otros temas)

Como participar en el foro

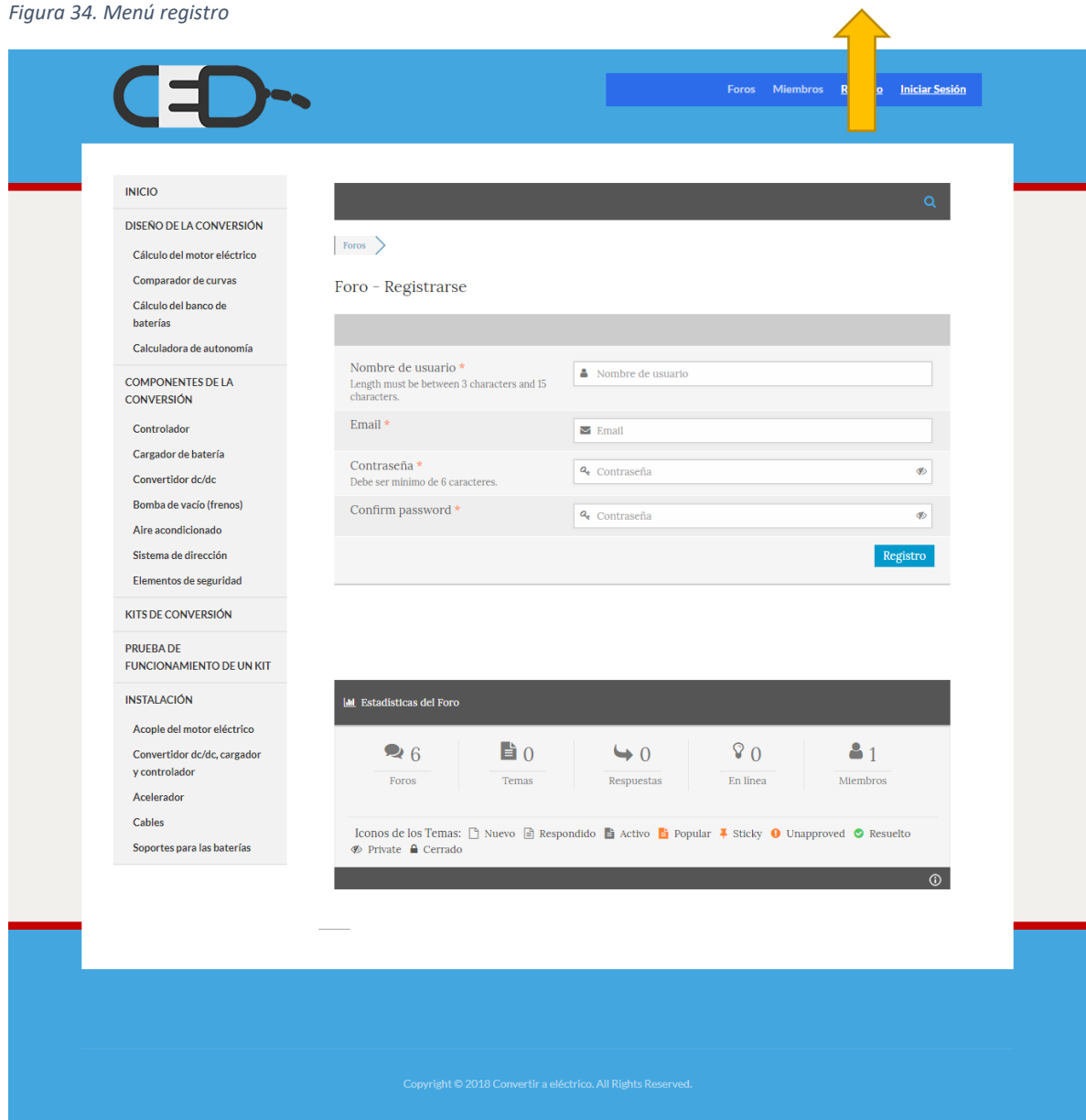
Par poder participar en el foro el visitante del sitio web se debe registrar llenando el formulario del menú registro (Figura 34. Menú registro), de esta manera creara un usuario en el sitio web.

Después, dando click sobre el título del tema el usuario puede elegir en donde va a realizar su aporte y por ultimo dando click sobre el botón añadir tema (Figura 33. Añadir un tema)

Figura 33. Añadir un tema



Figura 34. Menú registro



4.3 PROYECTOS A MEDIANO Y LARGO PLAZO

Proyectos en marcha:

- Se está contactando distribuidores de equipos necesarios para la conversión, de esta manera la plataforma web también se convertiría en un ecommerce donde los usuarios latinoamericanos puedan encontrar al alcance de un clic todos los componentes necesarios
- Promocionar la página web utilizando adwords para crecer de manera rápida sus usuarios.

Proyectos a futuro:

Crear contenido audiovisual sobre el proceso de conversión paso a paso y utilizando cada producto que en un futuro se comercializaran en la página web.

CONCLUSIONES

- En el transcurso de la investigación para este trabajo de grado no se pudo encontrar una plataforma online parecida a la que se realizó, muy pocas personas o instituciones han tenido la iniciativa de crear algo en línea que contenga contenido de valor con respecto al tema de las conversiones de autos a eléctricos.
- La palabra más buscada en Latinoamérica sobre este tema es: “motor eléctrico para auto” con 10000 búsquedas, lo que refleja un buen potencial para crear una comunidad online.
- Actualmente el proceso de conversión es relativamente sencillo, y existen varias empresas especializadas que venden kits de conversión y brindan todo el apoyo para llevar a cabo el proyecto en el auto, contrasta mucho con los comienzos de esta técnica donde se tenían que comprar los componentes de diferentes empresas y entrar a realizar un trabajo de configuración para que todas las partes se pudieran comunicar sin ningún problema.
- El país más avanzado en Latinoamérica en este campo es Uruguay, específicamente la organización Auto Libre (autolibreelectrico.com)
- En Colombia se están dando los primeros pasos alrededor de las conversiones de autos, recientemente se inauguró una empresa llamada EVCO (<https://www.evco.com.co/>) que de la mano de la organización Auto Libre, de Uruguay, presta sus servicios.
- La plataforma web está funcional y puede ser visitada por cualquiera, el usuario puede seguir el orden de los temas que se encuentran en el menú; se programaron dos aplicaciones que facilitan los cálculos del diseño de la conversión y se creó un foro, en el cual cualquiera se puede registrar y crear cualquier tema para que este sea discutido por la comunidad.

BIBLIOGRAFÍA

Curso en línea sobre conversión de autos eléctricos de la organización Auto Libre.
<http://www.autolibreelectrico.com> - Calle San Petersburgo 4353 CP: 12100
Montevideo-Uruguay

Blog organización Auto Libre, tecnologías para el nuevo mundo
<http://autolibre.blogspot.com/>

Seth Leitman, Bob Brant, Build your own electric vehicle, Third Edition, 2013
McGraw-Hill

Elektruncars, Convierte tu coche a eléctrico, <http://elektrun.com>

EV West, <http://www.evwest.com> 1788-107 La Costa Meadows Dr.
San Marcos, CA 92078