



DOI: <http://dx.doi.org/10.21501/21454086.2532>



Licencia Creative Commons Atribución-No Comercial-Sin Derivar 4.0 Internacional

Lámpsakos / No.19 | pp. 22-29 | enero-junio | 2018 | ISSN: 2145-4086 | Medellín-Colombia

Desarrollo de estación de carga de vehículos eléctricos

Development of a charging station for electric vehicles

José Valentín Antonio Restrepo Laverde, MsC.
Docente Investigador
Universidad Pontificia Bolivariana, UPB
Medellín, Colombia
Josev.restrepo@upb.edu.co

Diego Alejandro Tobón Ramírez, Ing.
Universidad Pontificia Bolivariana
Medellín, Colombia
diegoa.tobon@upb.edu.co

(Recibido el 28-07-2017, Aprobado el 23-11-2017, Publicado el 16-01-2018)

Estilo de Citación de Artículo:

J.V. Restrepo, D. Tobón, "Desarrollo de estación de carga de vehículos eléctricos", Lámpsakos, no. 19, pp 22-29, 2018
DOI: <http://dx.doi.org/10.21501/21454086.2532>

Resumen - Se presenta el desarrollo de una estación de carga para vehículo eléctrico, comenzando por la búsqueda de similitudes en patentes de desarrollos afines. Se dan a conocer algunos conectores usados para cargar vehículos eléctricos con su respectiva distribución de pines, quién lo desarrolló, dónde se desarrolló y se mencionan algunos vehículos que incorporan tales conectores. El conector elegido para la estación de carga fue el estándar SAE J1772. El funcionamiento de la estación se da a partir de la integración de cinco módulos que se encargan de llevar a cabo el proceso de carga y la transmisión y recepción de información a través de diferentes protocolos de comunicación. Adicionalmente, se detalla el funcionamiento de la estación de carga y del hardware utilizado para la elaboración de esta.

Palabras clave: Conector, módulos, Vehículo eléctrico.

Abstract - The development of a EV charging station is presented, starting with a search for similarities in related development patents. Some connectors used to charge electric vehicles are reported giving their respective pin distribution, who developed it, where it was developed and some vehicles which integrate it. The connector chosen for the charging station was the standard SAE J1772. The operation of the station is the product of the integration of five modules that are responsible for carrying out different activities of the charging process and the transmission and reception of information through different communication protocols. Details of the operation of the charging station and the hardware used to build it are given.

Keywords: Connector, modules, electric vehicle.

1 INTRODUCCIÓN

En los últimos tiempos, la masificación de los automóviles con motores de combustión ha generado una gran contaminación por la producción de gases como el monóxido de carbono, los residuos de hidrocarburos y el óxido de nitrógeno. Esto ha provocado cambios en el clima de nuestro planeta y ha dado paso a una serie de consecuencias que impactan de forma negativa al ambiente y a la calidad de vida de las personas. Es aquí donde surge la necesidad de realizar un cambio en el modo de transportar a las personas mediante el aprovechamiento de las tecnologías que aporten al desarrollo de los vehículos eléctricos.

Uno de los inconvenientes de los vehículos eléctricos es la capacidad de su batería. Ésta les impide a los autos eléctricos obtener una autonomía similar a la de sus pares de combustión a pesar de ser más eficientes en par motor y torque al arrancar. Una de las formas de solucionar este inconveniente es mejorar la capacidad de las baterías. Pero es un proceso lento y con altos costos en la investigación. Mientras tanto, la otra opción es facilitar los puntos de recarga para los automóviles actuales.

Como ingenieros tenemos la responsabilidad de innovar y de mejorar los productos y bienes para el servicio de la sociedad y el mejoramiento de la calidad de vida. Por ende, el siguiente artículo pretende ilustrar el desarrollo y los componentes necesarios para construir una estación de carga que hace más conveniente el uso de los autos eléctricos. En esta estación, el usuario tiene la posibilidad de controlar y vigilar la carga de su automóvil. Los autos eléctricos son uno de los avances

tecnológicos más importantes, ya que tienen un gran potencial no solo por ser amigables con el medio ambiente sino también por su eficiencia. De allí la importancia de crear una estación donde se pueda cargar la batería de estos vehículos, que sirva para crear para el usuario un espacio óptimo donde se pueda hacer seguimiento al proceso de carga desde el lugar que éste desee.

El interés sobre el desarrollo de puntos de carga para vehículos eléctricos es el foco de muchos investigadores pues en un futuro el petróleo cambiará su rol en la economía debido a diferentes circunstancias y la búsqueda de otros medios de transporte es necesaria. Algunas investigaciones evidencian que las estaciones de carga y la incorporación de los vehículos eléctricos al mercado está cada vez más cerca y existen los elementos necesarios para suplir una futura necesidad de suministrar carga de vehículos eléctricos [1] [2] [3].

Este artículo se divide de la siguiente manera: sección 2, estado del arte donde se compara la estación de carga desarrollada con algunas patentes relacionadas, sección 3, se da información sobre algunos conectores usados para cargar vehículos eléctricos y sus respectivas distribución de pines, sección 4, describe el hardware de los cinco módulos que se integraron en la estación de carga, sección 5, explica en detalle el funcionamiento de la estación de carga y en la sección 6 se presentan las conclusiones del artículo.

2 ESTADO DEL ARTE.

En la actualidad existen diferentes desarrollos alrededor de los cargadores de vehículos eléctricos. Por un lado, existe un desarrollo de un cargador modular integrado que incorpora diferentes elementos como una sección de potencia con su controlador, una interfaz de usuario y diferentes sensores para medir las potencias entregadas [4]. Es de resaltar en ésta los diferentes elementos que se asimilan como la pantalla táctil y las detecciones de falla en toda la etapa de carga.

En la búsqueda a nivel de patentes se encontró otra que además de incorporar el sistema de carga, tiene a su haber un control de parqueo (parquímetro), con capacidad de recibir pago desde monedas o sistemas electrónicos [5]. Incorpora diferentes protocolos de comunicación y capacidad de interacción con el usuario comprendiendo una estrecha relación con el cargador que se desarrolló.

Del mismo modo se encontró un sistema de bloqueo para el conector de carga de vehículos eléctricos. El fin es bloquear y desbloquear el conector de carga del cable de carga de vehículo eléctrico por medio

de módulos de control y sensores [6]. El cargador desarrollado contiene una aplicación similar a partir de un módulo de control.

Algunos modelos de estaciones de carga cuentan con un sistema inteligente que permite la carga de vehículos eléctricos, según las preferencias del usuario en cuanto al tiempo de carga, coste de carga y capacidad de potencia de la estación de carga [7]. Éste se asemeja al cargador desarrollado en su interacción con el usuario y la conectividad a la red eléctrica.

Por otro lado, se encontró una patente que incluye un sistema desmontable para la estación de carga, una pantalla táctil y un transmisor inalámbrico [8], siendo la comunicación inalámbrica una de las características principales usadas en el cargador pues es la manera más óptima para interactuar con el usuario y con los sistemas de información.

3 TIPOS DE CONECTORES

3.1 Tipo J1772

Según la geografía y los avances en la construcción de vehículos eléctricos, existen varios tipos de conectores, procesos de carga y especificaciones para la construcción de cargadores. Uno de los primeros estándares fue el Conector SAE J1772 o tipo 1 acorde la norma IEC 62196-2. Es un estándar japonés que fue adoptado por los americanos y europeos [9]. Cuenta con un borne de tierra, dos bornes de corriente y dos bornes para comunicación. Dicha distribución de pines se presenta en la Fig. 1, donde L es el puerto para una línea, N es la otra línea o el neutro, PP el puerto de proximidad, CP el piloto de control y PE el puerto de tierra [10]. Su desarrollo se originó a partir de la Junta de Recursos del Aire de California al querer mejorar la manera en que se cargaban los vehículos eléctricos anteriormente.

Algunos modelos de vehículos eléctricos con este tipo de conector son; Peugeot Ion, Nissan Leaf, BMW i3, Chevrolet Volt, Toyota Prius Plug-in hybrid, entre otros.

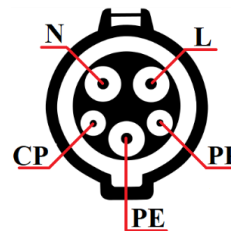


Fig. 1. Distribución de pines del conector J1772, vista posterior, figura editada [11].

3.2 Conector IEC 62196-2.

La reconocida multinacional Mennekes por su calidad en producción de materiales eléctricos industriales propuso en el año 2009 el conector tipo 2 acorde la norma IEC 62196-2, el cual fue llevado a pruebas y estandarizado por la Asociación Alemana de la Industria Automotriz. Este conector europeo fue diseñado para proporcionar corriente alterna tanto monofásica como trifásica. Dependiendo de su conexión puede proporcionar 16 amperios para carga lenta o 63 amperios para carga rápida. Además, dispone de cuatro bornes de alimentación, un borne de tierra y dos bornes de comunicación, esta distribución de pines se puede apreciar en la Fig. 2, donde L1, L2, L3 y N corresponden a la conexión a la red trifásica y neutro, PP el puerto de proximidad, CP el piloto de control y PE el puerto de tierra. Siendo seleccionado por la Comisión Europea como conector de carga oficial para la Unión Europea es empleado en vehículos como: Peugeot Ion, Tesla Roadster, Citroën C-Zero y Renault Zoe.

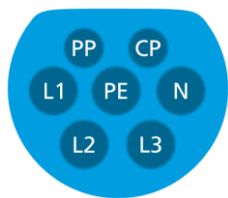


Fig. 2. Distribución de pines del conector IEC 62196-2.

3.3 Conectores COMBO

Debido al resurgimiento del interés por la implementación de vehículos eléctricos en el mercado surgió la necesidad de desarrollar mejoras a los conectores previamente diseñados de manera que los estándares de conectores previos sigan siendo útiles. Por ello, se adaptó al conector una extensión para permitir el paso de energía en CD. Fabricantes de automóviles norteamericanos y europeos implementaron en los vehículos eléctricos el sistema de carga combinado para cargar en corriente continua.

Este tipo de conectores combina un método de carga rápida entregando corriente continua de alto voltaje, además permiten hasta 600 voltios y 200 amperios. La distribución de pines de los estándares de carga combinada tipo 1 y tipo 2 se muestran en las Fig. 3 y Fig. 4, donde L1, L2 y L3 son para el paso de energía, N puede ser otra línea de energía o el neutro, PP el puerto de proximidad, CP el piloto de control, PE el puerto de tierra y DC+ y DC- corresponden a la conexión a corriente continua [12].

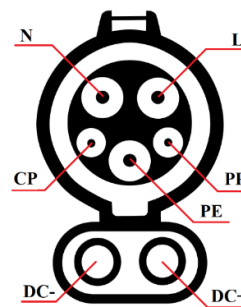


Fig. 3. Distribución de pines del CCS1, vista posterior, imagen editada [13].

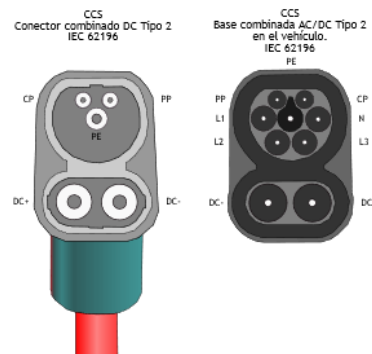


Fig. 4. Distribución de pines del conector COMBO 2 [14].

3.4 Conector CHAdeMO

La asociación CHAdeMO conformada por Nissan, Mitsubishi, Fuji heavy Industries, The Tokyo Electric Power Company y Toyota [15] desarrolló el conector CHAdeMO o tipo 4 acorde la norma IEC 62196-3. Éste fue diseñado para cargar vehículos eléctricos en corriente continua a muy alta velocidad. Tiene capacidad de suministrar hasta 62.5kW para cargar un automóvil en menos de media hora o inclusive en menos de quince minutos en su modo de carga ultrarrápida.

El conector incluye dos pines de potencia, siete pines de señal y uno sin asignación. El pin 1 es la referencia de tierra para el aislamiento del monitor. El pin 2 es para un relé de control. El pin 3 no tiene asignación. El pin 4 es la señal de control "listo para carga". Los pines 5 y 6 son DC- y DC+ respectivamente. El pin 7 es de detección de proximidad. Los pines 8 y 9 son para comunicaciones y el pin 10 es para otro relé de control [12]. En la Fig. 5 se puede apreciar la distribución de pines.

Este estándar japonés es utilizado en vehículos eléctricos como: Peugeot Ion, Nissan Leaf y Kia Nuevo Soul Electric-ChaDeMo.

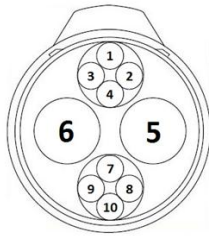


Fig. 5. Distribución de pines del conector CHAdeMO [16].

4 DESCRIPCIÓN HARDWARE

La estación de carga cuenta con cinco módulos que son: módulo de integración, módulo de comunicaciones, módulo de pantalla, módulo de carga y módulo de fuentes. Éstos se comunican entre sí a través de diferentes protocolos de comunicación, entre ellos I2C y SPI. Además, cuentan con conexión a la red celular y a WIFI con el fin de facilitar al usuario la operación de carga y el proceso de pago de ésta. En la Fig. 6 se muestra el diagrama de bloques con la conexión correspondiente a la integración de los módulos con su respectivo protocolo de comunicación.

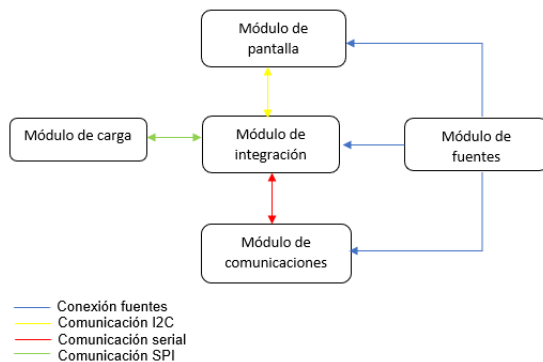


Fig. 6. Diagrama de bloques de la interacción entre los módulos

4.1 Módulo de integración

El hardware del módulo de integración está compuesto por un microprocesador encargado de coordinar toda la información que debe ser recibida y transmitida desde el módulo de la pantalla y el módulo de comunicaciones, un circuito para conexión USB que se usará para programar el microcontrolador, dos pulsadores uno para BOOT y otro para RESET, tres indicadores luminosos y puertos para la comunicación con el módulo de pantalla a partir de I2C y para el módulo de comunicaciones mediante UART y conexión a fuente de alimentación.

4.2 Módulo de comunicaciones

El hardware del módulo de comunicaciones está compuesto por un microcontrolador que recibe y transmite datos al módulo de integración, un módulo celular para enviar un mensaje al usuario una vez haya finalizado la carga y un módulo Wifi para tener conexión a un servidor web donde se dispone de la información de todos los usuarios. También cuenta con un puerto USB para programar el microcontrolador, un pulsador de RESET y un MAX232 para hacer la interface entre el microcontrolador y el módulo celular.

4.3 Módulo de la pantalla

Para el módulo de la pantalla se implementó el microcontrolador kinetis KL02. Éste tiene como función recibir los comandos del teclado y transmitirlos al módulo de integración. Además, recibe los datos desde el módulo de integración para cambiar los datos que muestra la pantalla. Posee también leds y pulsadores, una pantalla táctil, conexión a fuente de alimentación con un circuito de protección y puertos para establecer la comunicación con el módulo de integración.

4.4 Módulo de carga

El hardware del módulo de carga cuenta con un microprocesador encargado de monitorear y controlar el estado de conexión o desconexión del vehículo. Gestiona el suministro de energía que se le entrega al auto. Controla dos relés para habilitar y detener la carga, leds indicativos, y circuitos de aislamiento eléctrico para SPI, PWM y puertos análogos. Adicionalmente tiene conectores para la comunicación con el módulo de integración por medio de SPI. Finalmente cuenta con sensores de voltaje y corriente, conexión a fuente de alimentación y los reguladores de voltaje necesarios para su buen funcionamiento.

4.5 Módulo de fuentes

Este módulo cuenta con un circuito verificador de fase el cual se encarga de chequear las líneas de transmisión y la tierra del cargador, también incluye un relé que al verificarse las condiciones de las líneas de transmisión y tierra del cargador conmuta y permite que el resto del circuito se energice, además cuenta con diodos para rectificar la señal y reguladores de voltaje a partir de los cuales se alimentarán los demás módulos.

5 DESCRIPCIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE LA ESTACIÓN DE CARGA

El proceso para el uso del cargador comienza desde el chequeo de las fases y las tierras dando la validación por medio de un Led verde, el proceso realizado por el módulo de fuentes se describe en el diagrama de bloques de la Fig. 7. Una vez validada la conexión eléctrica, el módulo de integración está listo para recibir la información que los demás módulos le enviarán.

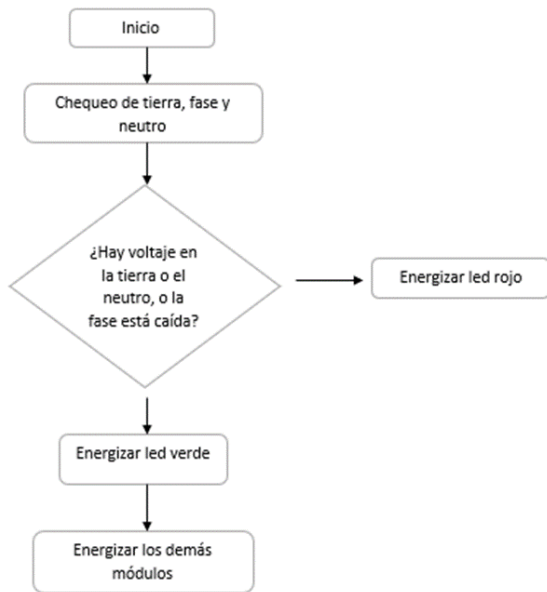


Fig. 7. Diagrama de bloques del módulo de fuentes.

Al acercarse el vehículo en la estación de carga el usuario debe comenzar con el proceso de carga por medio del módulo de la pantalla en donde debe presionar el botón de inicio. Una vez haya presionado el botón, el módulo de integración enviará la orden al módulo de pantalla para que cambie desde el cuadro 1 al cuadro 2, la especificación de los cuadros se indica en la Tabla 1. En la Fig. 8 se muestra el procedimiento que realiza el módulo de pantalla.

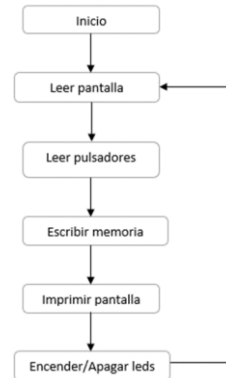


Fig. 8. Diagrama de bloques del módulo de pantalla

Cuando el cuadro 2 está activo, el usuario debe ingresar su nombre de usuario y contraseña. La información se transmitirá por medio de I2C al módulo de integración, el cual inmediatamente después enviará dicha información al módulo de comunicaciones.

El módulo de comunicaciones, al recibir la información de usuario y contraseña, inicializa un módulo Wifi a través de comunicación SPI. Luego que se establezca conexión con un servidor web donde se encuentra la base de datos con la información de cada usuario, se valida el nombre de usuario y la contraseña previamente recibida. El diagrama de bloques de la Fig. 9 enseña el proceso que realiza dicho módulo.

Una vez validado el nombre de usuario y la contraseña, el módulo de comunicaciones transmite al módulo de integración un comando de validación. Este último módulo le transmite al módulo de pantalla una orden en donde se indica que debe cambiar al cuadro 3 la cual le indica al usuario que puede conectar el vehículo. Si el usuario no conecta el vehículo una vez indicado en un tiempo límite se anula el proceso de carga y se vuelve al cuadro 1. De lo contrario, si la carga inicia el módulo de integración ordena al módulo de pantalla imprimir el cuadro 4 que indica la cantidad de voltaje y corriente suministrados.

Tabla 1. ESPECIFICACIÓN DE CUADROS

Pantalla	Información
Cuadro 1	Pantalla de bienvenida y opción de iniciar proceso
Cuadro 2	Peticion de usuario y contraseña
Cuadro 3	Instrucción de conectar el vehículo
Cuadro 4	Impresión de letrero de cargando y el voltaje y la corriente
Cuadro 5	Impresión de Error de Carga
Cuadro 6	Impresión de dinero a pagar

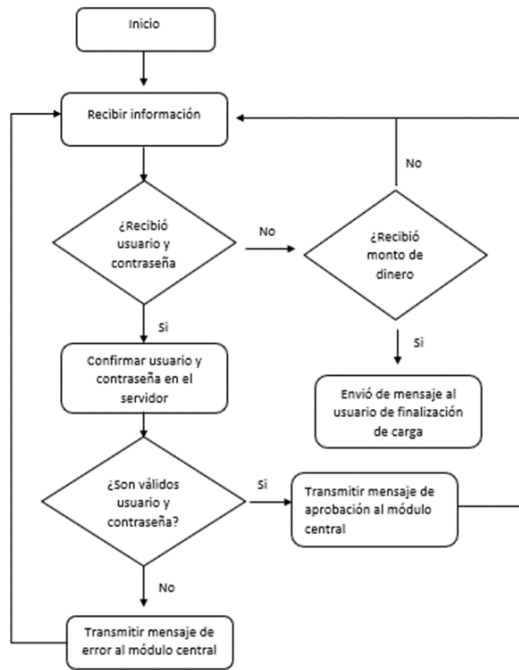


Fig. 9. Diagrama de bloque del módulo de comunicaciones

Al estar el vehículo conectado, el módulo de carga comienza su operación analizando el estado del proceso de carga. Los estados del vehículo se presentan en la Tabla 2. Estos estados varían respecto al momento en el proceso de carga, donde los estados dependen de la conexión del vehículo, la validación de carga, la carga misma y finalización del proceso. Además, hace las mediciones de voltaje y corriente que dan información del proceso, verifica la conexión de tierra, proporciona una señal de PWM e indica la corriente máxima que puede entregar a la carga. Según la información del vehículo se puede empezar el proceso de carga.

Cuando el vehículo está listo para iniciar el proceso, el módulo de carga señala al primero, generando una señal de PWM, para el caso específico del vehículo utilizado, con un duty-cycle del 20%, para indicar la capacidad de transferencia de carga. Por otro lado, el módulo de carga mide voltaje y corriente, datos que transmite al módulo de integración y de éste al módulo de comunicaciones.

El módulo de integración le comunica al módulo de carga cuando iniciar y finalizar la carga. Esto depende de la cantidad de kW o del monto de dinero que ingreso el usuario.

El módulo de carga cuenta con protección contra aumentos de corriente y caídas de voltaje con el fin de mantener una carga segura y garantizar el buen estado de la estación de carga y del vehículo.

TABLA 2. ESTADOS DEL VEHÍCULO [10]

Designación del estado del vehículo	Voltaje (vdc Nominal)	Descripción del estado del vehículo
Estado A	12.0	Vehículo no conectado
Estado B	9.0	Vehículo conectado / no está listo para aceptar energía
Estado C	6.0	Vehículo conectado / listo para aceptar energía / no se requiere ventilación en el área de carga interna
Estado D	3.0	Vehículo conectado / listo para aceptar energía / requiere ventilación en el área de carga interna
Estado E	0	EVSE desconectado, poder de utilidad no disponible, u otro problema de EVSE
Estado F	-12.0	EVSE no disponible, u otro problema de EVSE

La carga finaliza, sea porque la batería alcanzó su totalidad de carga o se haya suministrado la cantidad de kW programados o el monto de dinero indicado por el usuario se haya agotado. En ese momento el módulo de integración notifica al módulo de comunicaciones el evento y éste a través de un módulo celular envía un mensaje al usuario manifestando la finalización de la carga junto con la cantidad de kW suministrados y el monto de dinero por pagar. También se solicita al módulo de pantalla el cuadro 5 que se encarga de mostrar al usuario las variables de carga y precio.

Si hay algún error en la carga, ya sea por una desconexión abrupta o por fallas en la fuente de energía, el módulo de carga deshabilita el suministro de potencia. El módulo de integración comunica al módulo de pantalla para que imprima la cuadro 5 que indica al usuario que hubo un error en la carga.

5 RESULTADOS

La conexión de la comunicación usada para enlazar los módulos de la estación de carga se presenta en la Fig. 10. Cada módulo tiene una función en específico que se puso a prueba respondiendo de manera adecuada a la integración con los demás módulos estableciendo el proceso de carga.

El proceso de carga realizado comenzó con la interacción del usuario con la estación presionando el botón de inicio mostrado en el cuadro 1 de la pantalla que se puede apreciar en la Fig. 11. Después se validó el usuario y la aceptación del vehículo para aceptar carga. El proceso de carga finalizó con la desconexión del vehículo generando una falla y verificando la seguridad del proceso.

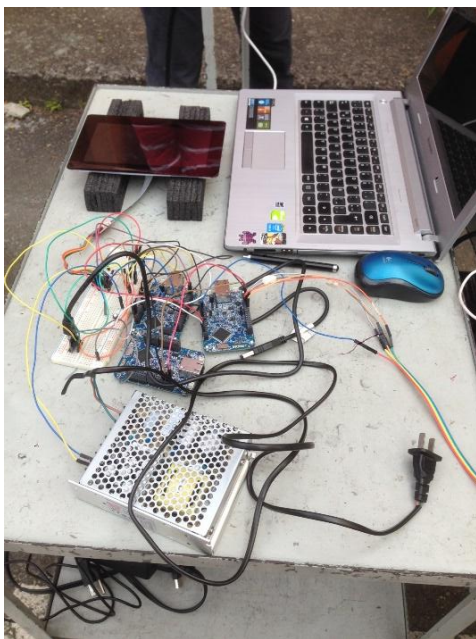


Fig. 10. Prueba de conexión entre módulos



Fig. 11. Cuadro 1

En este proceso de carga se evidenció su interacción de la estación de carga con el vehículo. También se verificó la seguridad de la estación de carga con eventos como la desconexión inesperada del vehículo. En esta situación, el cargador desconectó la estación de la fuente de energía con rapidez para evitar riesgos en seguridad.

El proceso de carga fue realizado con éxito múltiples veces en condiciones diferentes. Por ejemplo, sin haber desenergizado la estación de carga (proceso repetitivo) o desconectando forzosamente el vehículo. En todas ellas el cargador operó dentro de los parámetros establecidos y no existió daño alguno sobre él o sobre el vehículo.

6 CONCLUSIONES

Los protocolos de comunicación usados para la integración de los módulos permitieron la transmisión de datos de una manera ordenada y cíclica. Además, facilitaron la conexión que se realizó entre los módulos disminuyendo cables. Debido a las funciones específicas de cada módulo fue necesaria la implementación de diferentes protocolos de comunicación para poder realizar la integración de estos.

Mediante el desarrollo de esta estación de carga se evidenció que es factible la construcción de éstas en el país. En la actualidad la idea de sacar los vehículos de motor de combustión del mercado es inevitable debido al impacto ambiental y por ende la implementación de estaciones de carga en el mercado impulsaría el uso de vehículos eléctricos promoviendo una energía limpia con el fin de disminuir la producción de gases de efecto invernadero.

El conocimiento de las estaciones fomenta la incorporación de otras tecnologías relacionadas con la movilidad eléctrica, como lo es el desarrollo de baterías y los circuitos de administración que las acompañan y que permitan la adquisición de más carga en menor tiempo. También el desarrollo en la elaboración de vehículos eléctricos que se adapten a las circunstancias sociales y laborales que demanda el territorio.

AGRADECIMIENTO

El autor expresa su agradecimiento a Camilo Arbeláez Castaño, Daniel Felipe Benavides Vargas, Camila Aristizábal Gómez, Jorge Andrés Gómez Londoño, Carolina María Gómez Pérez Valeria Úsuga Salazar, Juan Pablo Moreno Londoño, Camilo Andrés Pérez Barrera y Daniel Guerrero Umbarila por colaboración indirecta con el desarrollo del artículo.

REFERENCIAS

- [1] L. M. H. Olascuaga, "Formulación de un marco regulatorio para la movilidad urbana de Bogotá D.C.", Bogotá, 2014.
- [2] J. D. T. Sarmiento, "Estudio de la viabilidad en la implementación de vehículos eléctricos en la ciudad de Cuenca", Cuenca, 2015.
- [3] F. González y F. Ávila, «Google Académico,» [En línea]. Disponible en:

- <http://hrudnick.sitios.ing.uc.cl/alumno10/vehiculo/files/Informe%20V2G.pdf>. [Último acceso: 1 11 2017].
- [4] J. K. Nor, "Charging station for electric vehicles". Estados Unidos Patente US5202617A, 13 4 1993.
- [5] B. T. Gary Starr, "Charging station with protective door". Estados Unidos Patente US20110140656A1, 16 6 2011.
- [6] M. T. Tormey, C. T. Matsuno, C. F. Hagenmaier y D. Baxter, "Self powered electric vehicle charging connector locking system". Estados Unidos Patente US8025526B1, 27 9 2011.
- [7] R. Gadh, S. Mal, S. Prabhu, C.-C. Chu, J. Panchal, O. Sheikh, C.-Y. Chung, L. He, B. Xiao y Y. Shi, "Smart electric vehicle (ev) charging and grid integration apparatus and methods". Estados Unidos Patente US20130179061A1, 11 7 2013.
- [7] R. Gadh, S. Mal, S. Prabhu, C.-C. Chu, J. Panchal, O. Sheikh, C.-Y. Chung, L. He, B. Xiao y Y. Shi, «Smart electric vehicle (ev) charging and grid integration apparatus and methods». Estados Unidos Patente US20130179061A1, 11 7 2013.
- [8] L. Hayashigawa, T. Conver, T. MacCready, T. Zambrano y K. S. West, "Stored energy and charging appliance". Estados Unidos Patente US20110055037A1, 3 3 2011.
- [9] P. Ponticel, «SAE,» 15 1 2010. [En línea]. Available: <http://articles.sae.org/7479/>. [Último acceso: 1 11 2017].
- [10] SAE International, SAE Electric Vehicle and Plug in Hybrid Electric Vehicle Conductive Charge Coupler, 2010.
- [11] GreatDrok, «Wikimedia,» 29 4 2016. [En línea]. Available: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/d0/Type1_J1772.svg. [Último acceso: 1 11 2017].
- [12] J. Zyren, «qualcomm,» 4 2015. [En línea]. Available: https://www.qualcomm.com/sites/ember/files/uploads/ev_combined_charging_qualcommautotechconf_april_2015.pdf. [Último acceso: 5 11 2017].
- [13] GreatDrok, «Wikimedia,» 29 4 2016. [En línea]. Available: <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/05/Type1-ccs.svg>. [Último acceso: 6 11 2017].
- [14] Ajzh2074, «Wikimedia,» 25 8 2014. [En línea]. Available: <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/fe/CCSCCombo2.svg>. [Último acceso: 7 11 2017].
- [15] Chademo, «Chademo,» 2017. [En línea]. Available: <https://www.chademo.com/about-us/history-and-timeline/>. [Último acceso: 6 11 2017].
- [16] Moja, «Wikimedia,» 20 2 2016. [En línea]. Available: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/14/CHAdEMO_socket.jpg. [Último acceso: 9 11 2017].