

Sistema de monitoreo remoto para vehículo eléctrico a través de una interfaz STM32 - Xbee

L. A. Pérez Gracida¹, J. P. Rodríguez Jarquin^{1*}, O. O. Sandoval González¹, A. Martínez Sibaja¹, I. Herrera Aguilar¹

¹Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Orizaba, Av. Instituto Tecnológico (Oriente 9) No.852, Col. Emiliano Zapata, CP.94300, Orizaba, Veracruz, México.

* jrodriguezj@ito-depi.edu.mx

Área de participación: Ingeniería Mecánica y Mecatrónica

Resumen

El monitoreo remoto de sistemas conlleva un ámbito de gran estudio que permite el avance en las tecnologías inmersas para observar el funcionamiento de procesos de diversas índoles. El presente trabajo presenta el procedimiento para el desarrollo de un sistema de monitoreo de un vehículo eléctrico que facilita la visualización del vehículo bajo diversos parámetros inmersos en su utilización e implementación por el usuario. El crecimiento que se ha presentado en el consumo de vehículos propulsado por energía eléctrica crea la necesidad de monitorear el funcionamiento de éstos, en orden de desarrollar un sistema más seguro y amigable al usuario y consumidor.

Palabras clave: *Monitoreo remoto, instrumentación, vehículo eléctrico.*

Abstract

Remote system monitoring is a field of great study that allows the advancement of immersed technologies to observe the operation of processes of various kinds. The present work determines the procedure for the development of an electric vehicle monitoring system that facilitates the visualization of the vehicle under diverse parameters immersed in its use and implementation by the user. The growth that has occurred in the consumption of vehicles powered by electric energy creates the need to monitor the operation of these, in order to develop a safer and more user and consumer friendly system.

Keywords: *Remote monitoring, instrumentation, electric vehicle*

Introducción

El monitoreo remoto de sistemas de diversas índoles como complemento al control de las variables inmersas, así como el reconocimiento del estado de los componentes que lo conforman, conlleva al incremento de la fiabilidad de los sistemas siendo también un recurso con gran crecimiento en diversas áreas.

La instrumentación de un vehículo eléctrico refiere al objetivo de visualizar los valores eléctricos que se presentan en sus componentes durante su tiempo de uso. Con ello se permite al usuario tener un conocimiento más vasto de la funcionalidad de su vehículo, además de los cuidados pertinentes necesarios que debería de aplicar de acuerdo los valores arrojados en su monitoreo.

El crecimiento en el uso de vehículos eléctricos, híbridos y similares, se ha visto en mayor medida durante la última media década.

La implementación de un sistema de monitoreo e instrumentación en los dispositivos vehiculares de transporte basados en energía eléctrica conllevan la intensificación de la seguridad que éstos proporcionan.

La seguridad proporcionada no solo afecta la integridad de los usuarios directos de dichos vehículos, pues también implica el entorno y ambiente en el cual se encuentra, dicho de otra manera, evita daños colaterales a terceros, además de infraestructura que se vea inmiscuida.

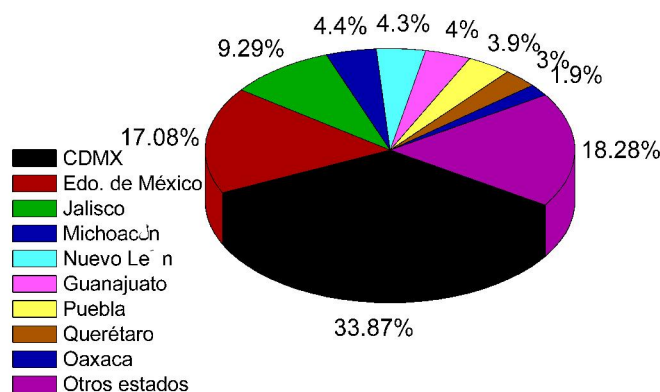


Ilustración 1 Distribución de venta de vehículos eléctricos/híbridos en México, 2019.

De acuerdo a los datos proporcionados por la Asociación Mexicana de la Industria Automotriz [1] y los datos recolectados por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, el incremento reflejado de febrero de 2018 a febrero de 2019 fue del 11%.

La expansión en el uso de vehículos eléctricos se vio afectada por las características ventajosas que supone la implementación de un motor eléctrico sobre un motor de combustión interna [2], [3] siendo el mejor aprovechamiento de la energía suministrada uno de ellos. La diversidad de factores involucrados en estas diferencias incluye las pérdidas por fricción, calentamiento, rozamiento.

Los motores eléctricos contemplan un tamaño notoriamente más reducido en comparación con los motores basados en combustión interna. Aunado a verse reducido el tamaño del motor, los alimentados por energía eléctrica poseen una eficiencia energética que puede verse diferenciada desde un 10% hasta un 30% en el momento del arranque, mientras en que funcionamiento se observa un 35% a 45% de aprovechamiento en motores a gasolina y hasta un 85% a 90% en motores eléctricos.

Instrumentación

La motocicleta sobre la cual se trabaja es de la marca Keeway, modelo Ride E1, denominada también como scooter eléctrico, principalmente enfocado para jornadas urbanas de uso.

Las características principales de dicho motor contemplan su funcionamiento, siendo un dispositivo conocido como motor sin escobillas/carbones, o motor conmutado electrónicamente. Sus variables

de funcionamiento eléctrico radican en un voltaje promedio de 60 VCD, teniendo un controlador que ofrece picos de hasta 30 A, lo cual se ve afectado directamente por la exigencia que se solicita al vehículo.

El sistema del motor se activa con una respuesta mínima de 48VCD, por lo cual una alimentación por debajo de dichos niveles representa que el vehículo no tenga respuesta satisfactoria o que sea nula.

La alimentación al motor se lleva a cabo por medio de señales PWM que son dirigidas a las bobinas que lo conforman (3 en este modelo), teniendo un desfase de 120° entre ellas [4].

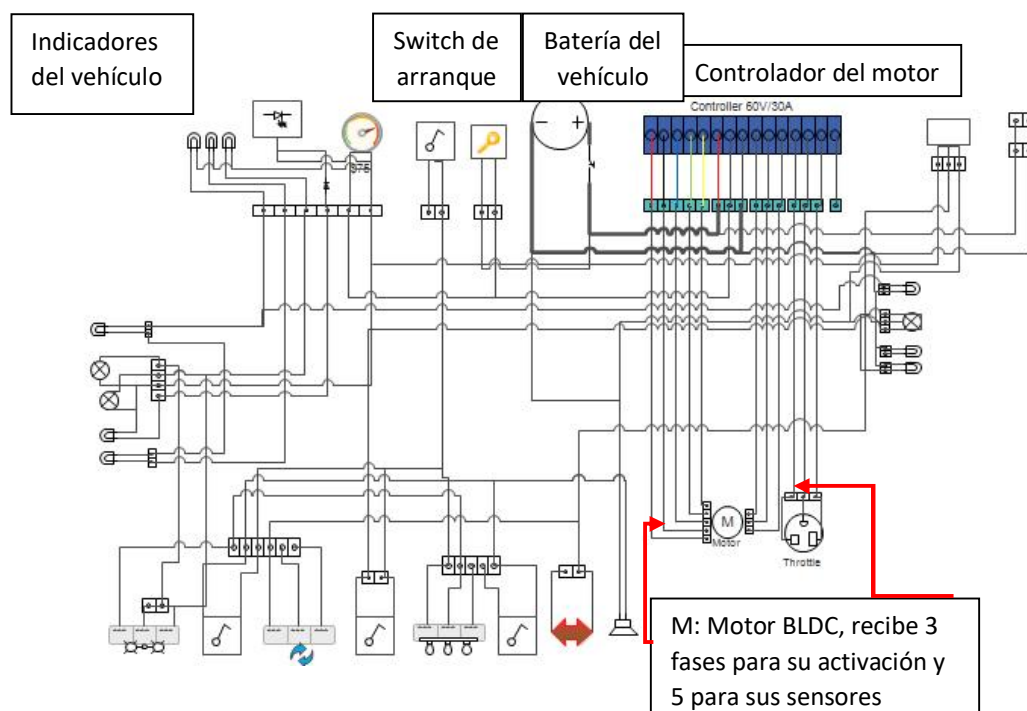


Ilustración 2 Esquema eléctrico de motoneta Ride E1, Keeway.

El monitoreo se enfocó a 4 puntos de interés sobre el sistema, los cuales comprenden las tres fases que alimentan al motor y la alimentación principal, proveniente de la batería.

Para la adquisición de los datos de interés, respectivos a la corriente, se emplearon sensores de corriente con base en efecto Hall, modelo ACS712.

Tabla 1 Características de funcionamiento de sensores ACS712.[5]

Modelo	Intensidad máxima	Sensibilidad	Tensión salida	Resolución
ACS712ELECTR-05B	+/- 5 A	185 mV/A	1.575V a 3.425V	26mA
ACS712ELECTR-20A	+/- 20 A	100 mV/A	0.5V a 4.5V	49mA
ACS712ELECTR-30A	+/- 30 A	66 mV/A	0.52V a 4.48V	74mA

Como se observa en [5] el sensor efecto Hall ACS712 presente un elevado nivel de linealidad frente a los cambios de temperatura, teniendo diferencias casi imperceptibles en un rango de 190o C de

diferencia, de acuerdo a las pruebas realizadas por el fabricante y expuestas en la hoja de datos del dispositivo.

La adquisición de los valores de la variable voltaje fue realizada mediante un arreglo de divisor de voltaje, el cual permite delimitar la corriente máxima suministrada al ADC, sirviendo como un dispositivo de seguridad del mismo. A través del acoplamiento por este medio se obtiene un valor pico de voltaje proporcional a la señal original que sea manejable por medio de la tarjeta de adquisición de datos (Ec. 1.).

$$R2 = \frac{3.3VCD * 1M\Omega}{68VCD - 3.3VCD} = 51004.6\Omega \quad \text{Ec. (1)}$$

$$I = \frac{68V}{1.051K\Omega} = 64\mu A$$

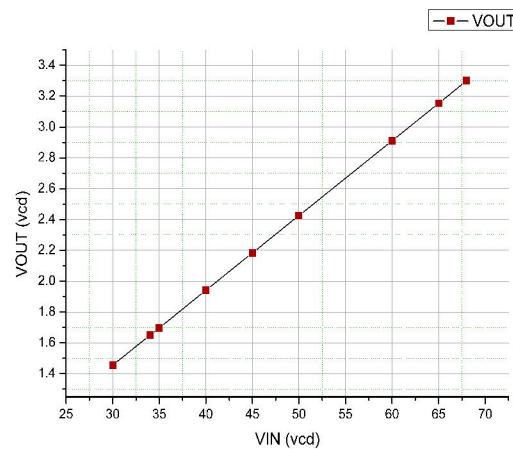


Ilustración 3 Respuesta de mediciones con el acoplamiento de voltaje

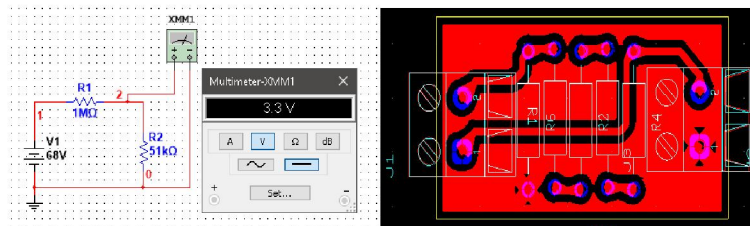


Ilustración 4 Diseño de acoplamiento de voltaje para adquisición de datos.

Monitoreo remoto

La tarjeta Nucleo 144, STM32F767 puede tener un manejo de hasta 45 puertos que pueden ser implementados como convertidores analógico digitales, éstos poseen 12 bits de resolución, siendo a su vez programables para utilizarlos en menor resolución de ser así necesario. [6].

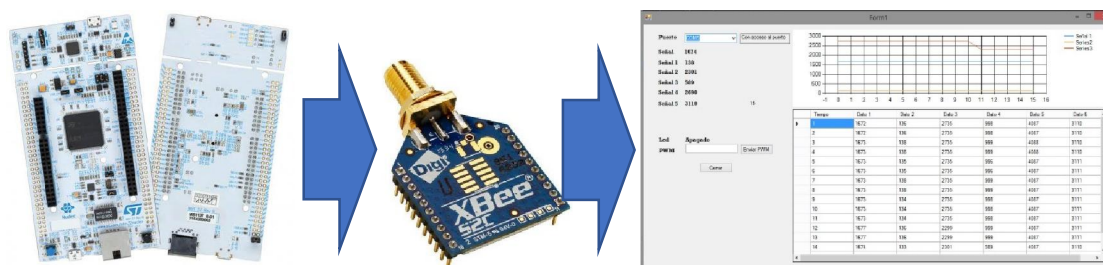


Ilustración 5 Metodología de funcionamiento

Se implementó la lectura analógica de 8 puertos analógicos, con la finalidad de realizar la lectura de 4 señales de los sensores de corriente y 4 de los de voltaje. Como se indicó con anterioridad, los puntos de interés comprendidos en las fases de alimentación del motor y la alimentación principal de la batería. Los puertos designados para la implementación de la adquisición de datos comprenden los terminales PA3, PC0, PC3, PC1, PC4, PC5, los cuales presentan compatibilidad con los puertos analógicos de las placas Arduino UNO, Arduino DUE, etc. Complementando con los puertos analógicos PG9 y PG14.

El entorno de desarrollo en el cual se programa la tarjeta STM32 requiere del establecimiento de los puertos físicos (Pines GPIO) o pines analógicos que se verán utilizados, al establecer los terminales necesarios, es posible una delimitación de los recursos enfocados al funcionamiento de la tarjeta, permitiendo un ahorro de recursos. El software sobre el cual se trabaja en la definición de puertos es el propio del fabricante, STM32 Cube MX.

En la ilustración 7 se observa la inicialización de la carga de parámetros de trabajo de la tarjeta. Este software permite la carga de parámetros a todos los pines necesarios. La parametrización del reloj se lleva a cabo con limitadores de acuerdo al cristal oscilador que posee la misma tarjeta y a un sistema de bypass que lleva la funcionalidad de un reloj.

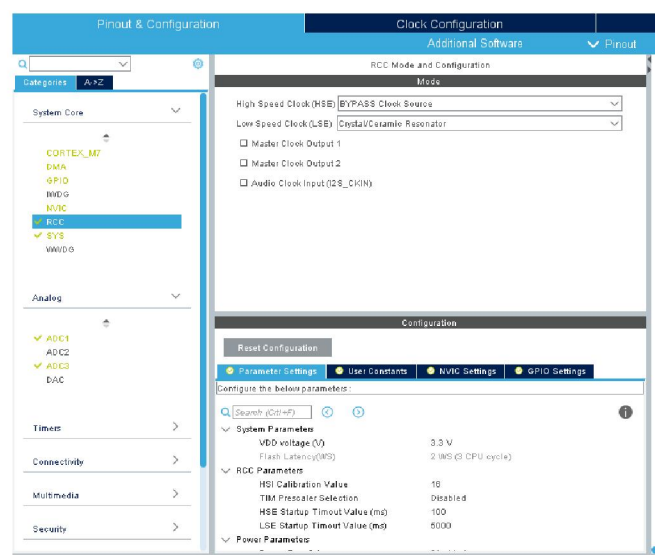


Ilustración 6 Configuración de reloj de la tarjeta

Al hacer clic sobre los pines en el mapa de pines de STM32CubeMX, es posible observar la variedad de usos que éste puede adoptar, siendo éste el caso de un ADC. El modo DMA del ADC permite leer directamente los datos de la memoria proporcionados desde el ADC sin haber carga de procesamiento en el sistema.

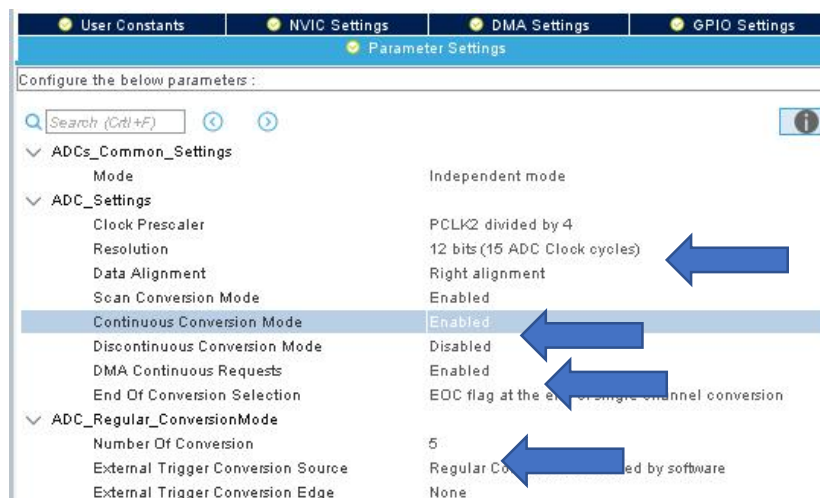


Ilustración 8 Configuración del ADC

Los parámetros esenciales a definir están identificados en la ilustración 8. Es necesario definir el modo DMA para establecer que se trabajará en dicho modo, así como Continuous Conversion Mode el cual define una cantidad indefinida de lecturas, a lo cual, en caso de no verse activado dicho punto, el ADC realizará una sola lectura y continuará el programa sin realizar otra más. El comando Number Of Conversions permite establecer la cantidad de pines analógicos por cada puerto ADC a implementar. En este caso, se activaron 5 pines del ADC1.

Además de la definición de los pines de lectura para la tarjeta, es también necesario definir los parámetros necesarios para la activación de los puertos de comunicación del sistema.

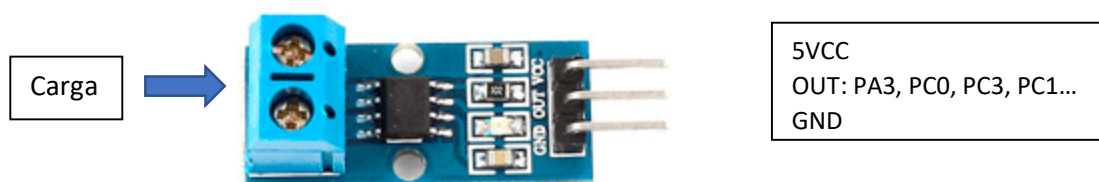


Ilustración 9 Configuración de sensores

La programación del código en la tarjeta se realiza dentro de un ciclo While preestablecido en el formato de programa. Este bucle tiene un ciclo de trabajo de 1KHz, con el bucle trabajando a ciclos de 1000 repeticiones por segundo, es posible establecer un sistema en “tiempo real”, por lo cual la implementación de este microcontrolador es notoriamente más factible sobre la implementación de otras tarjetas.

Para permitir un sistema con monitoreo remoto, se recurre a un sistema de comunicación inalámbrico, el protocolo Zigbee [7], por medio de sus dispositivos Xbee, el cual tiene como base el estándar de comunicaciones inalámbricas IEEE_805.15.4.

Los datos guardados en el DataGridView son enviados para ser guardados en un libro Excel, para el cual se define que para cada columna del DataGridView, debe ser establecida una columna de Excel, estableciendo de la misma manera las filas. De acuerdo a los datos guardados en el GridView de VisualStudio, éstos se contabilizarán y se agregarán celda a celda en el nuevo espacio de trabajo, asegurando de esta manera la integridad del manejo de éstos.

La graficación de datos se realiza de acuerdo a los datos leídos cada 1000mS, en ella se deben establecer las diferentes variables con las que se va a trabajar, de esta manera, los datos podrán reconocerse en la gráfica dibujada. La propiedad Series del elemento Chart permite establecer este parámetro. Al agregar o quitar Series, se establece la cantidad de variables que serán representadas gráficamente. Los datos obtenidos son mediante el comando Data Grid View

Como se observa en la Ilustración 10, la respuesta en el tiempo del voltaje y la corriente suministrados por la batería del vehículo muestran las variaciones comunes en el uso y desgaste de la carga eléctrica habida en ella.

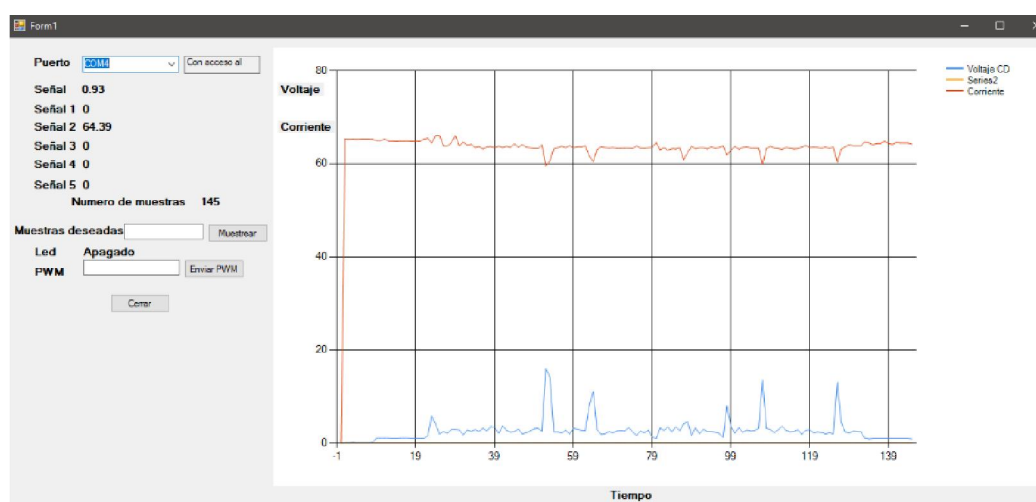


Ilustración 10 Prueba con datos de corriente y voltaje.

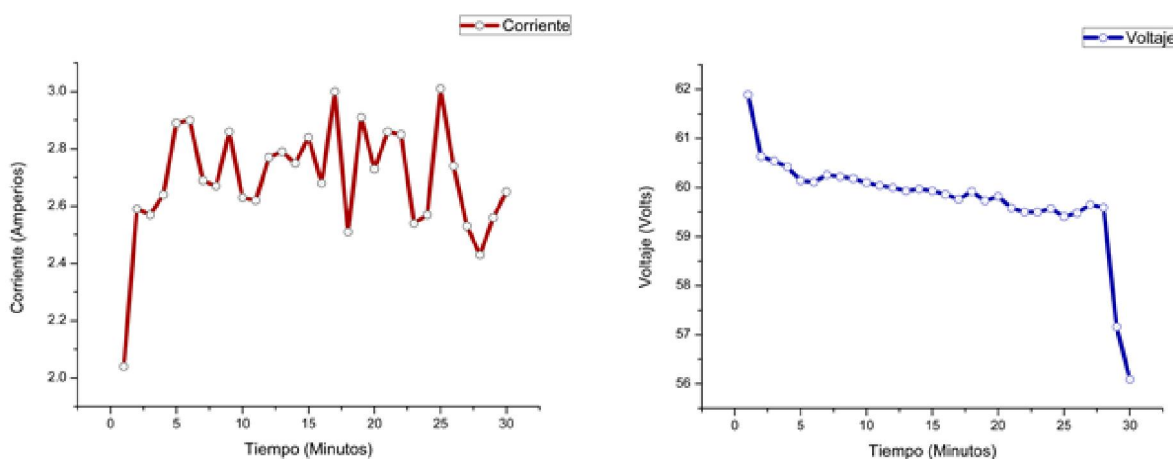


Ilustración 11 Adquisición de datos de corriente y voltaje durante funcionamiento pleno de la motoneta. Estas gráficas fueron realizadas a partir de los datos guardados por la exportación a Excel.



Ilustración 12 Voltaje en batería previo al encendido del vehículo



Ilustración 13 Shield de Xbee con acoplamiento de sensores de corriente y voltaje.

Conclusiones y trabajos futuros

La metodología propuesta para el desarrollo del proyecto permite la implementación de un sistema viable, el cual apertura una visión más clara sobre el funcionamiento del sistema sobre el cual trabaja, presentando de dicha manera la opción de identificar desviaciones en los funcionamientos establecidos del vehículo, permitiendo lograr un mayor aprovechamiento del mismo, teniendo como partida extra, la prevención de fallas y accidentes al determinar los errores en el funcionamiento.

Determinando una reducción en la demanda de esfuerzo computacional durante la etapa de monitoreo, se establece la migración del sistema hacia un entorno gráfico menos demandante, colocando la visión futura en el uso de lenguaje de programación Python y una tarjeta Raspberry, los cuales tienen requerimientos de hardware y software menores que los actualmente implementados.

Referencias

- [1] Mayén, L. P., & Roo, Q. (2019). *Comunicado Febrero 2019 Venta de vehículos híbridos y eléctricos*. (55). <http://www.amia.com.mx>
- [2] García R. M. (2015). *Pasado, presente y futuro de vehículos eléctricos*. Universidad Tecnológica de Pereira.
- [3] Salvador, P., & Prieto, R. (2013). *Los autos eléctricos: ¿hacia un transporte más sustentable?*

- [4] Yedamale, P. (2003), Microchip Technology, Inc. *PRINCIPLE*. 1–20.
- [5] Integrated, F., Linear, H. E., & Sensor, C. (n.d.). *ACS712*. 1–14.
- [6] Flash, M. B., Ram, K. B., & Hs, U. S. B. O. T. G. (2017). *STM32F765xx STM32F767xx*. (September).
- [7] Aguayo, P. (2008). *Guía del Usuario XBee Series 1*. 1–69.