

Discharge curves obtained through virtual instrumentation to determine the operating status of rechargeable batteries

Obtención de curvas de descarga mediante instrumentación virtual para determinar el estado operativo de baterías recargables

José Francisco, MARTÍNEZ-LENDECH^{1*}, Jesús, GARCÍA-BLANCAS¹, Julián, FLORES-MORENO¹

¹*Tecnológico Nacional de México / ITS del Oriente del Estado de Hidalgo, Carretera Apan-Tepeapulco, Las Peñitas, 43900, Apan, Hgo. (0000-0001-7689-7318; 0000-0002-9216-1690; 0000-0002-3131-6142)*

Sent date: 01/September/2022 Acceptance date: 22/June/2023

Abstract:

Nowadays, with the boost of renewable generation systems, stationary storage is becoming a necessary tool, and electrochemical batteries are a suitable technology to store electrical energy. In particular, deep-cycle lead-acid batteries are the most widely used for photovoltaic or wind power systems; however, misinformation about their operation and maintenance can impair their functional state and their early disuse. Derived from the above, it is proposed the design of a monitoring system of electrical variables to determine the state of charge by experimental validation based on the behavior of its discharge under different electrical loads.

Keywords: Electronic load, virtual instrumentation, batteries, LabVIEW, Arduino.

Resumen:

Actualmente, con el impulso de los sistemas de generación renovable, el almacenamiento estacionario se está convirtiendo en una herramienta necesaria, y las baterías electroquímicas son una tecnología adecuada para almacenar la energía eléctrica. En particular, las baterías de plomo-ácido de ciclo profundo son las más utilizadas para sistemas fotovoltaicos o eólicos, sin embargo, la desinformación de su operación y mantenimiento puede perjudicar su estado funcional y su pronto desuso. Derivado de lo anterior, se propone el diseño un sistema de monitoreo de variables eléctricas para determinar el estado de carga mediante validación experimental con base en el comportamiento de su descarga ante distintas cargas eléctricas.

Palabras clave: Carga electrónica, instrumentación virtual, baterías, LabVIEW, Arduino.

* Corresponding author. E-mail: fmartinez@itesa.edu.mx
Tel. 748-9124450, ext.: 117

1. Introducción

En los últimos años, las energías verdes se han popularizado como una alternativa a los sistemas de generación convencionales en un futuro a mediano y largo plazo. A partir de esto surge el concepto de microred que comprende tecnologías de generación distribuida, incluido su almacenamiento de energía. Una microred es instalada en los puntos de consumo y posee la capacidad de llevar a cabo su propia gestión. El concepto de generación distribuida comprende la integración de fuentes de generación de pequeña potencia, generalmente de energía renovable, situada cerca de los puntos de consumo. La importancia del estudio de las baterías es necesaria para determinar si la batería adquirida cumple con las especificaciones técnicas para estos sistemas (IEEE, 2002).

La batería es un dispositivo que almacena energía eléctrica para posteriormente utilizarla, para tal efecto, ocurren fenómenos como la carga y descarga, en los cuales, diversos parámetros se modifican durante este proceso como son: el voltaje, corriente, temperatura, densidad, entre otros.

Por lo tanto, conocer con precisión el estado de carga de las baterías supone una mayor eficacia en las estrategias de control, así como un ahorro en costos, pues esto evita su temprano desuso y el sobredimensionamiento en la instalación.

2. Materiales y Métodos

2.1 Tipos de recarga de baterías de plomo ácido

Las baterías plomo ácido tienen como función principal suministrar energía eléctrica cuando es requerida, una aplicación común es en los sistemas fotovoltaicos. El almacenamiento de energía eléctrica en las baterías hace que estos sistemas sean una fuente confiable de suministro de energía, incluso para los días nublados. Los sistemas fotovoltaicos funcionan conectando las celdas fotovoltaicas a las baterías por medio del regulador, y estas a su vez a la carga por medio de un inversor, como se muestra en la figura 1.

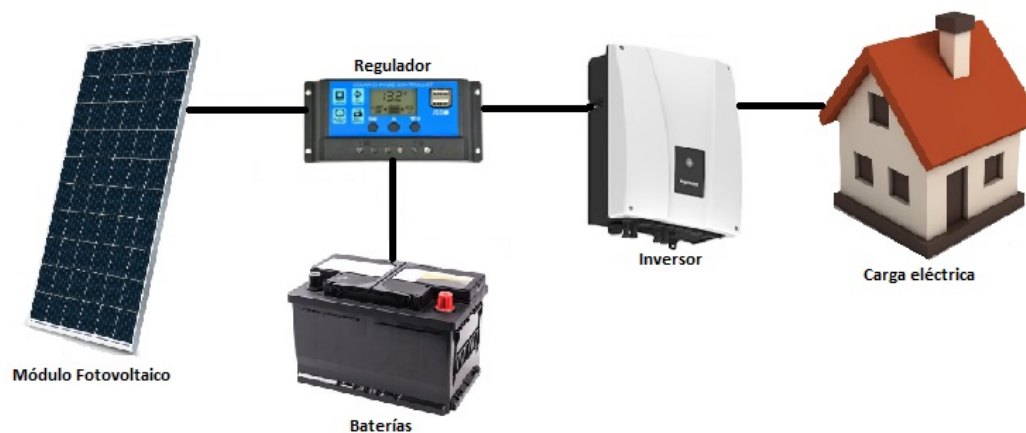


Figura 1. Diagrama típico de un sistema fotovoltaico.

Existen distintos métodos de carga para las baterías de acuerdo con sus características técnicas y aplicaciones. El rendimiento y durabilidad de la batería dependerá de la correcta selección del cargador y del tipo de carga.

Los métodos de control de carga más comunes son: corriente constante, voltaje constante, entre otros.

2.1.1 Voltaje constante

Es un método sencillo de llevar a cabo y controlar. Sin embargo, en la etapa inicial la batería puede que consuma una gran corriente, si es que previamente no se protege contra alta corriente y exceso de temperatura. Una ventaja de este método es que reduce el riesgo de sobrecarga, ya que, cuando el voltaje de la batería alcanza el valor predeterminado, la corriente de carga comienza a disminuir (Husnayain, 2017).

2.1.2 Corriente constante

Este método se utiliza para recargar baterías conectadas en serie, debido a la protección de sobrecarga que posee para garantizar la vida útil de la batería, este método no se utiliza en baterías de plomo-ácido reguladas, además, se requiere de gran cuidado ya que no hay control del voltaje en la batería.

2.1.3 Carga en dos pasos

Este método es una combinación de carga de voltaje y corriente constantes. Para la primera etapa se aplica una carga de corriente constante y es controlada para que el cargador no cause daño a la batería hasta alcanzar el umbral de voltaje establecido. En la segunda etapa, se aplica la carga de voltaje constante, en esta etapa se protege la batería contra sobrecarga. Este método es la mejora de los dos métodos anteriores.

2.2 Instrumentación virtual mediante LabVIEW y Arduino

Mediante el uso de tarjetas de adquisición de datos (Arduino) y software de programación gráfico para la instrumentación virtual (LabVIEW), se desarrolla un sistema de medición de variables eléctricas (López et al., 2013). Se utiliza la tarjeta Arduino UNO para la adquisición de señales por su versatilidad y costo, así como de los sensores compatibles con esta. Aunado a ello, la plataforma de programación Arduino IDE (Integrated Development Environment) es gratuita (Arduino, 2022).

En la etapa inicial el sistema fue desarrollado y simulado al 100%, utilizando el software: Isis Proteus, LabVIEW, y Virtual Serial Port Driver.

La Figura 2 muestra la simulación de la adquisición de corriente para una batería recargable de plomo-ácido modelo BR-1207 de 12V 7Ah (Stereon, 2022). Este proceso se realiza

mediante el sensor de corriente por efecto Hall (WCS 1500) con un rango de 0 a 200 Amp (Winson, 2015). Esta señal es introducida a la tarjeta Arduino por canal analógico (A0) de 10 bits, procesada y enviada al puerto de comunicaciones serial COM con una tasa de transferencia de 9600 bps, y a la terminal virtual del IDE para la visualización de los datos enviados. Para la medición de voltaje se obtiene a través del sensor FZ0430, con un rango de voltaje especificado de 0 a 25 volts (aelectronic's, 2022).

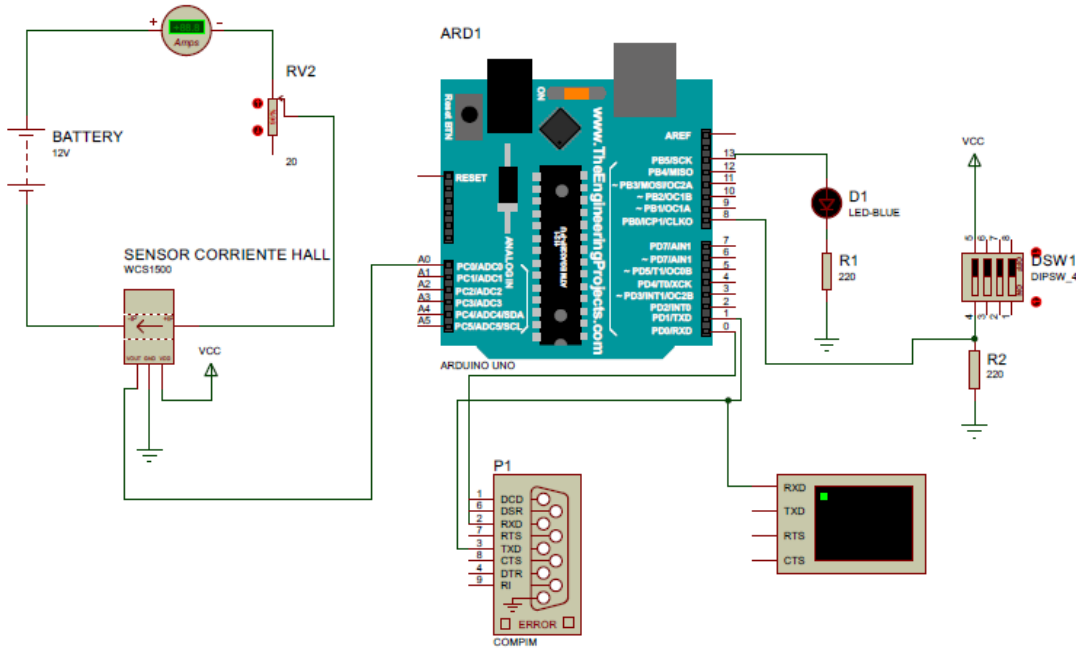


Figura 2. Arreglo para la adquisición de corriente para una batería.

La interfaz de comunicación serial entre el software Isis Proteus, y LabVIEW se realizó con el programa Virtual Serial Port Driver como se muestra en la Figura 3. Virtual Serial Port Driver permite crear un gran número de puertos COM virtuales y le da la gran posibilidad de emular el comportamiento del puerto serie. Este software provee la creación, administración, eliminación flexible, testea software, y soporta líneas de control con alta velocidad de transferencia de datos (Electronic Team Inc, 2022).

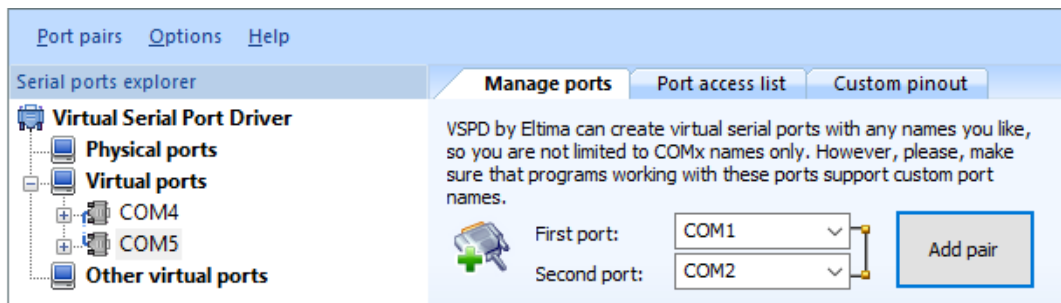


Figura 3. Configuración en Virtual Serial Port Driver para comunicar los puertos COM4(Isis Proteus) y COM 5(LabVIEW).

Con relación a la programación en LabVIEW por ser un ambiente gráfico, se utilizan dos ventanas principales para el desarrollo de proyectos (Panel Frontal y Diagrama de Bloques). Para la adquisición de datos se instala la librería NI-VISA que proporciona una interfaz de programación para controlar instrumentos Ethernet/LXI, GPIB, USB, PXI y VXI en entornos de desarrollo de aplicaciones como son: LabVIEW, LabVIEW NXG, LabWindows/CVI y Measurement Studio (NI, 2022). La Figura 4 muestra el panel principal para el sistema de monitoreo de variables eléctricas desarrollado en LabVIEW.

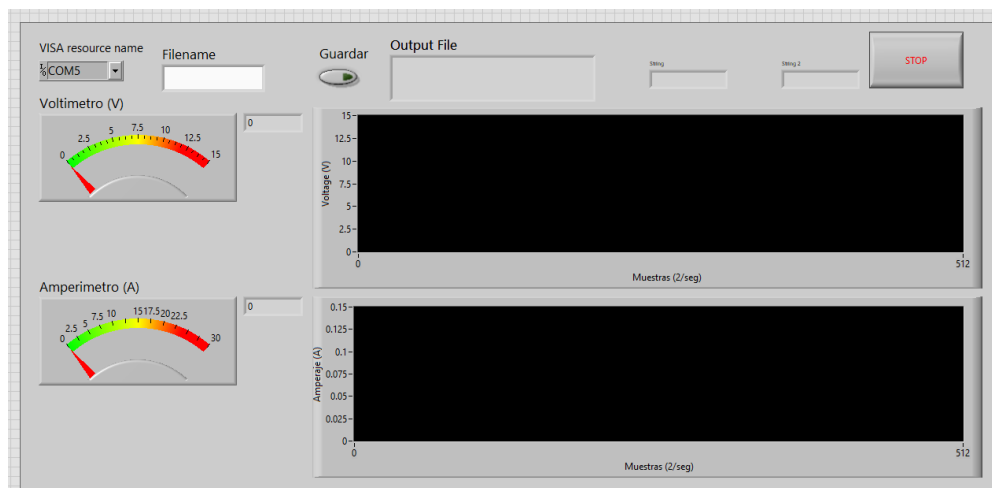


Figura 4. Interfaz en LabVIEW para el sistema de monitoreo de variables eléctricas.

Para el desarrollo físico del proyecto, la Figura 5 muestra el diagrama a bloques del proceso de adquisición de variables eléctricas hasta la obtención de sus graficas.

El programa LabVIEW realiza el muestreo de voltaje y corriente obtenidos de los sensores conectados a la tarjeta Arduino UNO, las lecturas obtenidas son almacenadas en un archivo Excel el cual permite obtener información mediante la graficación para evaluar el proceso de descarga de la batería bajo prueba.

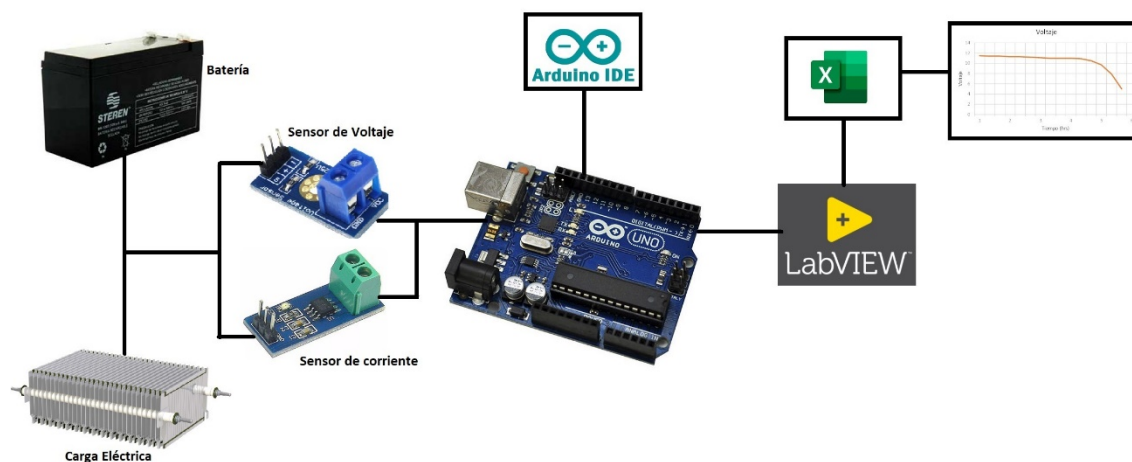
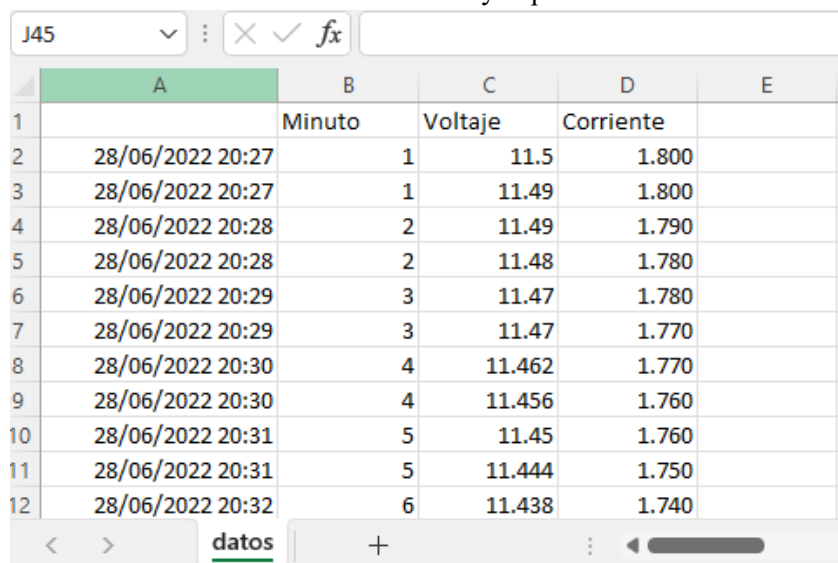


Figura 5. Arreglo físico para el sistema de monitoreo de variables eléctricas.

En la Tabla 1 se muestra el archivo Excel generado por el programa obteniendo una tasa de lectura de 2 muestras/segundo, para el caso de estudio se realizó con una carga eléctrica de 22 watts.

Actualmente existen en el mercado equipos de carga electrónica que pueden simular distintas cargas eléctricas, sin embargo, los costos de estos equipos son elevados. Las prestaciones que ofrece Arduino y LabVIEW permiten suplir estos equipos como alternativa (Saucedo, 2019).

Tabla 1. Lecturas obtenidas en LabVIEW y exportadas en un archivo Excel.



	A	B	C	D	E
1		Minuto	Voltaje	Corriente	
2	28/06/2022 20:27	1	11.5	1.800	
3	28/06/2022 20:27	1	11.49	1.800	
4	28/06/2022 20:28	2	11.49	1.790	
5	28/06/2022 20:28	2	11.48	1.780	
6	28/06/2022 20:29	3	11.47	1.780	
7	28/06/2022 20:29	3	11.47	1.770	
8	28/06/2022 20:30	4	11.462	1.770	
9	28/06/2022 20:30	4	11.456	1.760	
10	28/06/2022 20:31	5	11.45	1.760	
11	28/06/2022 20:31	5	11.444	1.750	
12	28/06/2022 20:32	6	11.438	1.740	

3. Resultados y Discusión

A partir de los datos obtenidos del archivo Excel (ver Tabla 1), se obtuvo la gráfica del proceso de descarga de la batería recargable (Pb-ácido 12 Volts - 7Ah) bajo prueba. La Figura 6 muestra el gráfico obtenido con los datos del archivo Excel, en donde se puede observar a partir de las 4.5 horas comienza a descender el voltaje, siendo este momento cuando se libera de manera súbita la energía de la batería.

Además, se puede comparar la gráfica obtenida con la que se presenta en su ficha técnica de la Figura 7, concluyendo que la batería tiene un comportamiento aun útil, y que se encuentra en buenas condiciones para soportar corrientes de descarga aun superiores a la prueba, sin exceder su capacidad nominal.

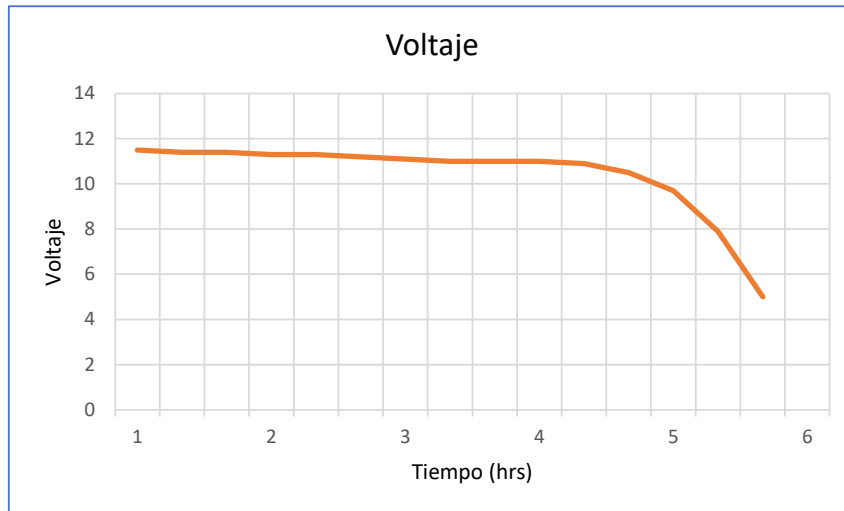


Figura 6. Curva de descarga de batería Pb-ácido 12v 7Ah.

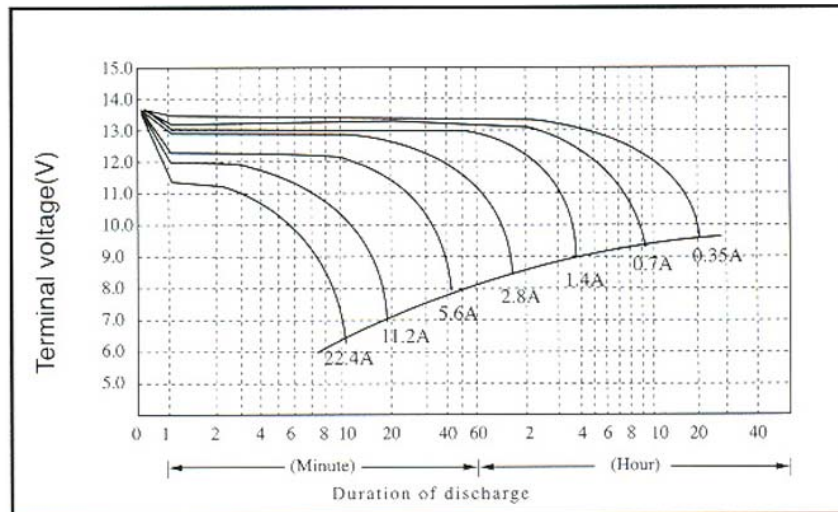


Figura 7. Curvas de descarga de batería Pb-ácido 12v 7Ah, con distintos perfiles de carga. Tomada de su ficha técnica BR-1207.

En el caso de presentarse variaciones en la curva de descarga en la batería, sugiere un comienzo de deterioro en las celdas lo que repercute en la capacidad de almacenamiento de carga, por lo que una buena práctica es reducir la capacidad de corriente de descarga, o asignar otra aplicación a la batería, y así evitar que esta sufra un mayor deterioro, prolongando su vida útil.

4. Conclusiones

La importancia del estudio de las baterías recargables es necesaria para conocer su comportamiento y estado operativo, ya que el desconocimiento y la falta de mantenimiento provoca un ciclo de vida menor respecto a lo estimado en su ficha técnica. El conocer su

condición es un aspecto importante para saber si la batería cumple con los requerimientos conforme a la aplicación o si la batería en uso aun es eficiente para tal. Una correcta evaluación técnica de su estado operacional puede evitar que la batería quede en inutilidad, ya que con estos conocimientos se pueda rehabilitar o cambiar su aplicación, reduciendo con ello la contaminación que generan estos dispositivos al medio ambiente por desuso.

5. Referencias

- Aelectronic's. (2022). *Sensor medidor de Voltaje FZ0430. Especificaciones*. Recuperado de: <https://aelectronics.com.mx/sensores/3638-sensor-medidor-de-voltaje-hasta-fz0430.html>
- Arduino. (2022). *Software de Arduino*. Recuperado de: <https://arduino.cl/programacion/>
- Electronic Team Inc. (2022). *Características de Virtual Serial Port Driver PRO*. Recuperado de: <https://www.eltima.com/es/products/vspdxp/>
- Husnayain, F. (2017). *Profile of 12-v voltage-regulated lead-acid battery (Doctoral dissertation, The University of Manchester (United Kingdom))*.
- IEEE. (2002). Std. 450-2002. *Recommended Practice for Maintenance, Testing, and Replacement of Vented Lead-Acid Batteries for Stationary Applications*.
- López, G., Rivas, D., & Pérez, M. (2013). *Diseño e implementación de software y hardware de un registrador de variables eléctricas con comunicaciones Ethernet basado en tecnología arduino y sistema de supervisión HMI*. Latacunga, EC. Repositorio digital ESPE.
- NI. (2022). *Información General sobre NI-VISA*. Recuperado de: <https://www.ni.com/es-mx/support/documentation/supplemental/06/ni-visa-overview.html>
- Saucedo, M. Á. B. (2019). *Generación de curvas de descarga de una batería de Li-ion utilizando una plataforma de hardware libre*. Congreso de Instrumentación SOMI XXXIV. UNAM.
- Steren. (2022). BR-1207 - *Batería sellada de ácido-plomo, 12 Vcc 7 Ah. Especificaciones*. Recuperado de: <https://www.steren.com.mx/bateria-sellada-de-acido-plomo-12-vcc-7-ah.html>
- Winson. (2015). WCS 1500 - *Hall Effect Base Linear Current Sensor Datasheet Homepage*. Available at: <https://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/714461/WINSON/WCS1500.html>