



**UNIVERSIDAD UTE**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA E  
INDUSTRIAS**

**CARRERA DE INGENIERÍA MECATRÓNICA**

**Diseño e implementación de un Cargador de Baterías para  
Vehículos Híbridos en Servicio Eléctrico y Electrónico  
Automotriz Chávez (SEAC)**

**TRABAJO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO  
DE INGENIERO MECATRÓNICO**

**ERIK DAVID CHÁVEZ CHAMORRO**

**DIRECTOR: ING. JUAN CARLOS RIVERA GAIBOR**

**Quito, septiembre 2018**

© Universidad UTE 2018.

Reservados todos los derechos de reproducción

# FORMULARIO DE REGISTRO BIBLIOGRÁFICO PROYECTO DE TITULACIÓN

## DATOS DE CONTACTO

CÉDULA DE IDENTIDAD:	1722656384
APELLIDO Y NOMBRES:	Chávez Chamorro Erik David
DIRECCIÓN:	Juan Cueva García S10-72 y Sibambe
EMAIL:	erick_david1901@hotmail.com
TELÉFONO FIJO:	(+593)23121115
TELÉFONO MOVIL:	(+593)995924628

## DATOS DE LA OBRA

TÍTULO:	Diseño e implementación de un Cargador de Baterías para Vehículos Híbridos en Servicio Eléctrico y Electrónico Automotriz Chávez (SEAC)
AUTOR O AUTORES:	Erik David Chávez Chamorro
FECHA DE ENTREGA DEL PROYECTO DE TITULACIÓN:	11/09/2018
DIRECTOR DEL PROYECTO DE TITULACIÓN:	Ing. Juan Rivera
PROGRAMA	PREGRADO <input checked="" type="checkbox"/> POSGRADO <input type="checkbox"/>
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero Mecatrónico
RESUMEN: Mínimo 250 palabras	<p>En el presente trabajo se planteó el diseño e implementación de un cargador para rejuvenecer las baterías de Ni-MH (llamadas baterías de alto voltaje (HV) de vehículos híbridos), mediante ciclos de carga y descarga de forma lenta y controlada con un rango de corriente entre 0,2A – 0,4A. Para el logro de este propósito se desarrollaron los siguientes componentes: en primer lugar, se diseñó el sistema de potencia y el sistema de control mediante un microcontrolador para cargar y descargar la batería, se seleccionó lámparas halógenas como consumidores de corriente por su variedad en potencia y su capacidad de trabajar a altos voltajes, se diseñó el circuito para obtener los voltajes de 12 paquetes de la batería al mismo tiempo. En segundo lugar, se tomaron datos de los voltajes de cada paquete de la batería, el voltaje total, la corriente de carga o descarga de la batería y la temperatura del sistema; se puede realizar cargas o descargas, individuales o colectivas, es decir, con un solo paquete o con los 12 paquetes en serie. Al momento de realizar cargas o descargas lentas, se remueven los químicos (GEL) que se encuentran cristalizados o sedimentados dentro de los paquetes. El sistema cuenta</p>

con un sub-sistema como alarma sonora cuando se ha completado la carga o la descarga, para evitar daños a los paquetes. Cada año ingresan más vehículos híbridos a la ciudad de Quito, esto genera más baterías desechadas por mal funcionamiento o falta de conocimiento, el sistema es una opción para alargar la vida útil de las baterías de alto voltaje tratando de reducir costos al propietario del vehículo y a la vez disminuir el desecho de las mismas para evitar la contaminación al medio ambiente.

**PALABRAS CLAVES:**

Ni-MH, batería de alto voltaje, vehículos híbridos

**ABSTRACT:**

In this project raised the design and implementation of a charger to rejuvenate Ni-MH batteries (called High Voltage batteries (HV) of hybrid vehicles), by means of load and discharge cycles in a slow and controlled manner with a current range between 0, 2a – 0, 4a. To achieve this purpose the following components were developed: firstly, the power system and the control system were designed using a microcontroller to charge and unload the battery, halogen lamps were selected as consumers of Current by its variety in potency and its ability to work at high voltages, the circuit was designed to obtain the voltages of 12 packs of the battery at the same time. Secondly, data were taken of the voltages of each battery pack, the total voltage, the charging current or the battery discharge and the system temperature; Individual or collective loads or discharges can be made, i.e. with a single package or with the 12 packages in series. When carrying out loads or slow discharges, the chemicals (GEL) that are crystallized or sedimented inside the packages are removed. The system has a sub-system as an audible alarm when loading or unloading has been completed to avoid damage to the packages. Each year more hybrid vehicles are admitted to the city of Quito, this generates more discarded batteries due to malfunction or lack of knowledge, the system is an option to extend the life of the high voltage batteries trying to reduce costs to the owner of the The vehicle and at the same time reduce the waste of the same to avoid pollution to the environment.

**KEYWORDS**

Ni-MH, high voltage battery, vehicle hybrid

Se autoriza la publicación de este Proyecto de Titulación en el Repositorio Digital de la Institución.

f:



CHÁVEZ CHAMORRO ERIK DAVID  
1722656384

## DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **CHÁVEZ CHAMORRO ERIK DAVID**, C.I. 1722656384, autor/a del proyecto titulado: **Diseño e implementación de un Cargador de Baterías para Vehículos Híbridos en Servicio Eléctrico y Electrónico Automotriz Chávez (SEAC)**, previo a la obtención del título de **INGENIERO EN MECATRÓNICA** en la Universidad UTE.

1. Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las Instituciones de Educación Superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de graduación para que sea integrado al Sistema Nacional de información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.
2. Autorizo a la BIBLIOTECA de la Universidad UTE a tener una copia del referido trabajo de graduación con el propósito de generar un Repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Quito, 11 de Septiembre de 2018.

f:



CHÁVEZ CHAMORRO ERIK DAVID  
1722656384

## CARTA DE AUTORIZACIÓN

Yo, **LUIS ALFREDO CHÁVEZ HIDROBO** con cédula de identidad N.-1708208028 en calidad de Gerente General de Servicio Eléctrico y Electrónico Automotriz Chávez (SEAC) autorizo a **ERIK DAVID CHÁVEZ CHAMORRO**, realizar la investigación para la elaboración de su proyecto de titulación "Diseño e implementación de un Cargador de Baterías para Vehículos Híbridos en Servicio Eléctrico y Electrónico Automotriz Chávez (SEAC)", basada en la información proporcionada por la compañía.

Quito, 11 de Septiembre de 2018

f:   
CHÁVEZ HIDROBO LUIS ALFREDO  
1708208028

## DECLARACIÓN

Yo ERIK DAVID CHÁVEZ CHAMORRO, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad UTE puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.



---

ERIK DAVID CHÁVEZ CHAMORRO

1722656384



# CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo que lleva por título "**Diseño e implementación de un Cargador de Baterías para Vehículos Híbridos en Servicio Eléctrico y Electrónico Automotriz Chávez (SEAC)**", que, para aspirar al título de **Ingeniero en Mecatrónica** fue desarrollado por **Erik David Chávez Chamorro**, bajo mi dirección y supervisión, en la Facultad de Ciencias de la Ingeniería e Industrias; y cumple con las condiciones requeridas por el reglamento de Trabajos de Titulación artículos 19, 27 y 28.



---

Ing. Juan Rivera  
**DIRECTOR DEL TRABAJO**  
C.C.0501373823

## CARTA DE LA INSTITUCIÓN

Yo, **LUIS ALFREDO CHÁVEZ HIDROBO**, con cédula de identidad N.-1708208028 en calidad de Gerente General de Servicio Eléctrico y Electrónico Automotriz Chávez (SEAC) certifico que el Sr. **ERIK DAVID CHÁVEZ CHAMORRO**, realizó su trabajo de titulación con el tema "Diseño e implementación de un Cargador de Baterías para Vehículos Híbridos en Servicio Eléctrico y Electrónico Automotriz Chávez (SEAC)", por requerimientos, y basada en la información proporcionada por la empresa. Los resultados del trabajo se entregaron el día **11 DE SEPTIEMBRE DE 2018**.



f. \_\_\_\_\_

CHÁVEZ HIDROBO LUIS ALFREDO  
1708208028

## **DEDICATORIA**

Con mucho cariño a todo mi familia, incluyendo a quienes ya no se encuentran presentes, porque me formaron para ser la persona que soy actualmente. De manera especial a mis padres y a mis hermanos que día a día me enseñan el valor de ser persona, a nunca rendirse y conseguir las metas propuestas.

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar quiero agradecer a mi madre, quien me dio sus consejos a cada instante para no rendirme, luego mi padre quien apoyo cada esfuerzo por salir adelante, y a mis hermanos que siempre estarán para mí. Xime y Xavier, mis tíos por inculcar valores de vida como persona y profesional, pues son como mis segundos padres.

Agradezco a la Universidad UTE por abrir sus puertas y prepararme como profesional, a sus docentes los cuales permitieron enriquecer mis conocimientos y mis valores, con ética y profesionalismo al impartir sus cátedras.

Agradezco al Ing. Gonzalo Guerrón, quien me ha guiado para culminar este trabajo por medio de ideas y sobre todo tiempo, para así llevar a cabo una solución a la ciudad de Quito.

A mis compañeros con los que compartí gratos momentos de enseñan y amistad; que no todo en la vida es solo un camino sino una aventura que se debe vivir y disfrutar.

Por último a Francisco, Carito y Juan Pablo amigos que me enseñaron que una sonrisa lo cambia todo y que una amistad es para toda la vida.

*Para saber lo que es posible, es necesario intentar lo imposible.*

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

	<b>PÁGINA</b>
<b>Resumen</b> .....	<b>1</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>2</b>
<b>1. Introducción</b> .....	<b>3</b>
<b>2. Metodología</b> .....	<b>7</b>
2.1 Requerimientos.....	7
2.2 Diseño del Sistema.....	8
2.2.1 Sistema Eléctrico .....	9
2.2.2 Sistema de Control .....	9
2.2.4 Sistema de Supervisión .....	9
2.2.4.1 Ciclos de Carga y Descarga .....	9
2.2.4.2 Medición en Vacío .....	10
2.2.4.3 Medición al momento de la Descarga.....	11
2.2.4.4 Medición al momento de la Carga .....	11
2.3 Dimensionamiento del Sistema .....	11
2.3.1 Dimensionamiento Eléctrico .....	11
2.3.1.2 Elementos Consumidores.....	11
2.3.1.1 Rectificador de Onda Completa.....	18
2.3.1.3 Capacidad del Condensador .....	23
2.3.1.2 Sistema de carga .....	24
2.3.1.3 Sistema de descarga .....	25
2.3.1.4 Sistema de enfriamiento .....	26
2.3.2 Diseño y Dimensionamiento del Sistema Electrónico.....	26
2.3.2.1 Placa de control .....	26
2.3.2.2 Placa de Sensores de Voltaje.....	27
2.3.2.2 Placa de Fuente y de Ventiladores .....	28
2.3.3 Diseño y Dimensionamiento del Sistema de Control.....	29
2.3.3.1 Microcontrolador .....	29
2.3.3.2 Sensor de corriente.....	31
2.3.3.3 Sensor de voltaje .....	31
2.3.3.4 Pulsadores.....	32
2.3.3.5 Módulo lector de memorias SD.....	32

2.3.3.6 LCD.....	33
2.3.3.7 Sensor de temperatura .....	33
2.3.3.8 Ventiladores.....	33
2.4 Protocolo de Pruebas .....	34
2.4.1 Tipo de Pruebas .....	35
2.4.2 Número de Pruebas.....	36
2.4.3 Tiempo de Prueba .....	36
<b>3. Resultados y Discusión .....</b>	<b>37</b>
3.1 Pruebas de Funcionamiento.....	37
3.1.1 Resultados bloque 1 .....	37
3.1.1.1 Análisis Paquete 3 .....	46
3.1.2 Resultados bloque 2 .....	46
3.1.2.1 Análisis Paquete 12 .....	50
3.2 Costos .....	51
3.2.1 Costo Eléctrico.....	51
3.2.2 Costo Electrónico y de Control .....	51
3.2.3 Costo Total .....	51
<b>4. Conclusiones y Recomendaciones.....</b>	<b>52</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>53</b>

# ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>PÁGINA</b>
<b>Figura 1.</b> Equipo Conectado a batería de Toyota Prius .....	4
<b>Figura 2.</b> Modelo en V.....	7
<b>Figura 3.</b> Diagrama de Requerimientos .....	8
<b>Figura 4.</b> Diagrama de Bloques.....	9
<b>Figura 5.</b> Esquema de medición de voltaje en el vehículo .....	10
<b>Figura 6.</b> Lámpara Halógena.....	12
<b>Figura 7.</b> Ciclo de Reparación del Filamento .....	13
<b>Figura 8.</b> Ciclo de Reacción del Tungsteno en una Lámpara Halógena .....	13
<b>Figura 9.</b> Curvas Características de Lámparas Incandescentes .....	14
<b>Figura 10.</b> Variación de la Resistencia en una Lámpara Halógena.....	14
<b>Figura 11.</b> Efecto de las variaciones de tensión (%) sobre las características de funcionamiento de las lámparas incandescentes.....	15
<b>Figura 12.</b> Incremento y decremento de la corriente en una bobina .....	16
<b>Figura 13.</b> Niquelina 120V / 130W .....	17
<b>Figura 14.</b> Lámparas fluorescentes.....	17
<b>Figura 15.</b> Lámpara de halogenuro metálico.....	17
<b>Figura 16.</b> Gráfica de la Corriente Alterna en un osciloscopio .....	19
<b>Figura 17.</b> Puente de diodos y onda rectificada .....	19
<b>Figura 18.</b> Medidas de una onda completa .....	20
<b>Figura 19.</b> Diodo.....	20
<b>Figura 20.</b> Puente Rectificador de Onda Completa.....	21
<b>Figura 21.</b> Voltaje de salida del capacitor .....	23
<b>Figura 22.</b> Capacitor.....	24
<b>Figura 23.</b> Puente Rectificador con capacitor como filtro .....	24
<b>Figura 24.</b> Diagrama eléctrico sistema de carga .....	25
<b>Figura 25.</b> Diagrama al reducir las lámparas halógenas a una sola resistencia.....	25
<b>Figura 26.</b> Diagrama eléctrico sistema de descarga .....	26
<b>Figura 27.</b> Diagrama electrico sistema de enfriamiento .....	26
<b>Figura 28.</b> ISIS – Placa Control.....	27
<b>Figura 29.</b> PCB – Placa Control .....	27
<b>Figura 30.</b> ISIS – Placa Sensores de Voltaje .....	28
<b>Figura 31.</b> PCB – Placa Sensores de Voltaje.....	28
<b>Figura 32.</b> ISIS – Placa de Fuente y de Ventiladores.....	29
<b>Figura 33.</b> PCB – Placa de Fuente y de Ventiladores .....	29
<b>Figura 34.</b> Arduino Mega.....	30
<b>Figura 35.</b> Arduino UNO.....	31
<b>Figura 36.</b> Sensor de Corriente.....	31
<b>Figura 37.</b> Diagrama del Sensor de Voltaje .....	32
<b>Figura 38.</b> Pulsador .....	32

<b>Figura 39.</b> Lector Tarjeta SD .....	32
<b>Figura 40.</b> Pantalla LCD .....	33
<b>Figura 41.</b> Sensor de Temperatura .....	33
<b>Figura 42.</b> Ventilador .....	34
<b>Figura 43.</b> Batería de alto voltaje de Toyota Highlander del año 2010.....	34
<b>Figura 44.</b> Enumeración de los paquetes.....	35
<b>Figura 45.</b> Validación Sensor de Corriente .....	36
<b>Figura 46.</b> Primera Descarga de los paquetes 1 – 6 .....	38
<b>Figura 47.</b> Primera Carga de los paquetes 1 – 6.....	39
<b>Figura 48.</b> Nivel de Voltaje en la 1º Carga Bloque 1 .....	39
<b>Figura 49.</b> Segunda Descarga de los paquetes 1 – 6 .....	40
<b>Figura 50.</b> Segunda Carga de los paquetes 1 – 6.....	41
<b>Figura 51.</b> Nivel de Voltaje en la 2º Carga Bloque 1 .....	41
<b>Figura 52.</b> Tercera Descarga de los Paquetes 1 – 6.....	42
<b>Figura 53.</b> Primera Carga Paquete 2 bloque 1 .....	42
<b>Figura 54.</b> Primera Carga Paquete 3 Bloque 1 .....	43
<b>Figura 55.</b> Primera Descarga Paquete 2 Bloque 1 .....	43
<b>Figura 56.</b> Primera Descarga Paquetes 3 Bloque 1 .....	44
<b>Figura 57.</b> Cuarta Descarga de los Paquetes 1 – 6 .....	45
<b>Figura 58.</b> Cuarta Carga de los Paquetes 1 – 6.....	45
<b>Figura 59.</b> Nivel de Voltaje en la 4º Carga del Bloque 1 .....	45
<b>Figura 60.</b> Quinta Descarga de los Paquetes 1 – 6.....	46
<b>Figura 61.</b> Primera Descarga de los Paquetes 7 – 12.....	47
<b>Figura 62.</b> Primera Carga de los Paquetes 7 – 12 .....	48
<b>Figura 63.</b> Nivel de Voltaje en la 4º Carga del Bloque 1 .....	48
<b>Figura 64.</b> Segunda Descarga de los Paquetes 7 – 12.....	48
<b>Figura 65.</b> Primera Carga Paquete 12 .....	49
<b>Figura 66.</b> Primera Descarga Paquete 12.....	49
<b>Figura 67.</b> Segunda Carga Paquete 12.....	50
<b>Figura 68.</b> Tercera Descarga de los Paquetes 7 – 12.....	50



# ÍNDICE DE TABLAS

	<b>PÁGINA</b>
<b>Tabla 1.</b> Datos de la tabla para recepción de datos .....	11
<b>Tabla 2.</b> Características de puentes rectificadores a 3A (DSK, 2018).....	21
<b>Tabla 3.</b> Características de cables eléctricos (Andrés, 2017).....	22
<b>Tabla 4.</b> Características de cables automotrices (Masvoltaje, 2016).....	22
<b>Tabla 5.</b> Números de Entradas y Salidas Analógicas y Digitales .....	30
<b>Tabla 6.</b> Valores Originales de la Bateria Toyota Highlander 2010 .....	37
<b>Tabla 7.</b> Voltajes de la Primera descarga de los paquetes 1 – 6.....	37
<b>Tabla 8.</b> Voltajes de la Primera carga de los paquetes 1 – 6 .....	38
<b>Tabla 9.</b> Voltajes de la Segunda Descarga de los paquetes 1 – 6 .....	40
<b>Tabla 10.</b> Voltajes de la Segunda Carga de los paquetes 1 – 6.....	40
<b>Tabla 11.</b> Voltajes de la Cuarta Descarga de los Paquetes 1 – 6.....	44
<b>Tabla 12.</b> Voltajes de la Primera Descarga de los paquetes 7 – 12 .....	46
<b>Tabla 13.</b> Voltajes de la Primera Carga de los paquetes 7 – 12.....	47
<b>Tabla 14.</b> Costo – Eléctrico .....	51
<b>Tabla 15.</b> Costo – Electrónico.....	51
<b>Tabla 16.</b> Costo Total del Sistema.....	51

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1</b>	Voltajes de la 1º Descarga Bloque 1 Paquetes 1 – 6.....	58
<b>Anexo 2</b>	Voltajes de la 1º Carga Bloque 1 Paquetes 1 – 6 .....	62
<b>Anexo 3</b>	Voltajes de la 2º Descarga Bloque 1 Paquetes 1 – 6.....	66
<b>Anexo 4</b>	Voltajes de la 2º Carga Bloque 1 Paquetes 1 – 6 .....	69
<b>Anexo 5</b>	Voltajes de la 3º Descarga Bloque 1 Paquetes 1 – 6.....	71
<b>Anexo 6</b>	Voltajes de la 1º Carga Bloque 1 Paquete 2.....	73
<b>Anexo 7</b>	Voltajes de la 1º Carga Bloque 1 Paquete 3.....	75
<b>Anexo 8</b>	Voltajes de la 1º Descarga Bloque 1 Paquete 2.....	76
<b>Anexo 9</b>	Voltajes de la 1º Descarga Bloque 1 Paquete 3.....	78
<b>Anexo 10</b>	Voltajes de la 4º Carga Bloque 1 Paquetes 1 - 6 .....	80
<b>Anexo 11</b>	Voltajes de la 5º Descarga Bloque 1 Paquetes 1 - 6.....	82
<b>Anexo 12</b>	Voltajes de la 1º Carga Bloque 2 Paquetes 7 - 12 .....	84
<b>Anexo 13</b>	Voltajes de la 2º Descarga Bloque 2 Paquetes 7 - 12.....	85
<b>Anexo 14</b>	Voltajes de la 1º Carga Bloque 2 Paquete 12 .....	87
<b>Anexo 15</b>	Voltajes de la 1º Descarga Bloque 2 Paquete 12.....	89
<b>Anexo 16</b>	Voltajes de la 2º Carga Bloque 2 Paquete 12 .....	91
<b>Anexo 17</b>	Voltajes de la 3º Descarga Bloque 2 Paquetes 7 - 12.....	92

## RESUMEN

En el presente trabajo se planteó el diseño e implementación de un cargador para rejuvenecer las baterías de Ni-MH (llamadas baterías de alto voltaje (HV) de vehículos híbridos), mediante ciclos de carga y descarga de forma lenta y controlada con un rango de corriente entre 0.2A – 0.4A. Para el logro de este propósito se desarrollaron los siguientes componentes: en primer lugar, se diseñó el sistema de potencia y el sistema de control mediante un microcontrolador para cargar y descargar la batería, se seleccionó lámparas halógenas como consumidores de corriente por su variedad en potencia y su capacidad de trabajar a altos voltajes, se diseñó el circuito para obtener los voltajes de 12 paquetes de la batería al mismo tiempo. En segundo lugar, se tomaron datos de los voltajes de cada paquete de la batería, el voltaje total, la corriente de carga o descarga de la batería y la temperatura del sistema; se puede realizar cargas o descargas, individuales o colectivas, es decir, con un solo paquete o con los 12 paquetes en serie. Al momento de realizar cargas o descargas lentas, se remueven los químicos (GEL) que se encuentran cristalizados o sedimentados dentro de los paquetes. El sistema cuenta con un sub-sistema como alarma sonora cuando se ha completado la carga o la descarga, para evitar daños a los paquetes. Cada año ingresan más vehículos híbridos a la ciudad de Quito, esto genera más baterías desechadas por mal funcionamiento o falta de conocimiento, el sistema es una opción para alargar la vida útil de las baterías de alto voltaje tratando de reducir costos al propietario del vehículo y a la vez disminuir el desecho de las mismas para evitar la contaminación al medio ambiente.

**Palabras Clave:** Ni-MH, batería de alto voltaje, vehículos híbridos.

## ABSTRACT

In this project raised the design and implementation of a charger to rejuvenate Ni-MH batteries (called High Voltage batteries (HV) of hybrid vehicles), by means of load and discharge cycles in a slow and controlled manner with a current range between 0.2A – 0.4A. To achieve this purpose the following components were developed: firstly, the power system and the control system were designed using a microcontroller to charge and unload the battery, halogen lamps were selected as consumers of Current by its variety in potency and its ability to work at high voltages, the circuit was designed to obtain the voltages of 12 packs of the battery at the same time. Secondly, data were taken of the voltages of each battery pack, the total voltage, the charging current or the battery discharge and the system temperature; Individual or collective loads or discharges can be made, i.e. with a single package or with the 12 packages in series. When carrying out loads or slow discharges, the chemicals (GEL) that are crystallized or sedimented inside the packages are removed. The system has a sub-system as an audible alarm when loading or unloading has been completed to avoid damage to the packages. Each year more hybrid vehicles are admitted to the city of Quito, this generates more discarded batteries due to malfunction or lack of knowledge, the system is an option to extend the life of the high voltage batteries trying to reduce costs to the owner of the The vehicle and at the same time reduce the waste of the same to avoid pollution to the environment.

**Keywords:** Ni-MH, high voltage battery, hybrid vehicle.

## **1. INTRODUCCIÓN**

En la ciudad de Quito, existe una gran cantidad de vehículos híbridos y la batería de alto voltaje es parte fundamental para su funcionamiento, al existir pocos talleres automotrices que ofrecen un servicio especializado, incide que personal sin experiencia manipulen de forma inadecuada que originan daños directos e incluso en el sistema de alta tensión del vehículo.

La poca información que los fabricantes emiten sobre estos sistemas, permiten que se desechen estas baterías, las mismas que generan un gran impacto en el medio ambiente, además el alto costo de las baterías nuevas sobrepasan los \$4100 (Toyolmport, 2016), y provocan un excesivo gasto al propietario del vehículo.

Por lo tanto, la implementación de un sistema de rejuvenecimiento de baterías permitirá dar un adecuado mantenimiento y solucionar los posibles problemas que estas pueden llegar a tener, como por ejemplo: el efecto memoria o el daño de uno de sus paquetes. Con este dispositivo se conseguirá corregir estos problemas mediante un sistema de carga y descarga a corrientes bajas de 0.2A a 0.4A, y proporcionar información del voltaje de cada paquete de la batería, para saber si uno de estos está en mal estado y si fuese necesario reemplazarlo.

Con los beneficios que proporciona este método, crea la necesidad en los clientes, generando un nuevo campo laboral.

Hoy en día, las baterías que se utilizan más en los vehículos híbridos son la tecnología NiMH (Níquel-Hidruro Metálico). Una ventaja de esta tecnología es que no son muy sensibles al efecto de memoria, además tienen una buena relación de energía a peso y son seguras. Los inconvenientes son que la sobrecarga tiene un efecto negativo y que es difícil detectar la carga final.

Sin embargo, en un futuro próximo, esta tecnología será superada por la tecnología de iones de litio. Esta tecnología tiene ventajas como: carecer del efecto memoria (número de cargas y descargas de la batería), relaciones energía-peso y energía a las proporciones del tamaño muy buenas. Los inconvenientes son que estas baterías son menos seguras que las de tecnología NiMH, son más costosas, y tienen una mala capacidad de trabajo en frío, reduciendo su duración en un 25%.

En el mercado existe un "Banco de pruebas para baterías de vehículos híbridos" que es producto de más de cinco años de investigación en la técnica para poder reacondicionar baterías compuestas por celdas, tanto de Ni-MH como de Ion litio, este permite trabajar con baterías de línea Toyota, Lexus, Chrysler, GM, etc. Para celdas de hasta 12 V de voltaje nominal, el cual trabaja en grupos de hasta 14 celdas por vez. Aplicando técnicas de trabajo especialmente diseñadas para cada tipo de batería y efectuando secuencias de trabajo estudiadas es posible reestablecer el funcionamiento de los paquetes de baterías (Corp, 2016).



**Figura 1.** Equipo Conectado a batería de Toyota Prius.  
(Corp, 2016)

Grenier Mathieu en su trabajo final describe como diseñar un cargador enchufable a bordo del vehículo híbrido, el cual es capaz de controlar los valores de la tensión de carga y corriente y, a continuación, mantenerlos en un valor deseable. Se utiliza un primer convertidor para transformar las magnitudes eléctricas de la red 50Hz en valores de corriente continua (DC). Un segundo convertidor ajusta los niveles a los valores requeridos por la batería y, además, proporciona un aislamiento galvánico. El control del primer convertidor se realiza utilizando una función corrector de factor de potencia. El control del segundo convertidor permite suministrar a la batería valores de voltaje y corriente correctos. Este método es uno de los más eficientes para diseñar un suministro electrónico con un bajo impacto armónico de corriente a la red.

Este estudio se realiza para saber la viabilidad que se tendría al integrar un cargador en el vehículo híbrido sin la necesidad de tratarlas fuera de este, conectando por medio de un cable de poder a 220VAC con el fin de proporcionar una carga muy rápida durante un corto período de tiempo (Grenier, 2009).

Para los vehículos híbridos tipo serie también se puede integrar un cargador enchufable con una entrada de energía de 220VAC que regule el voltaje y la corriente para la carga de la batería, sin que deje de funcionar su sistema de energía regenerativa que proviene del inversor, en el momento que el motor se comporta como generador cuando el vehículo frena.

Para lograr a cabo el cargador se tiene algunos circuitos como el rectificador con diodos que se encarga de pasar la corriente alterna a corriente continua y entregarla al circuito de potencia, que este a su vez regula la energía proveniente de los rectificadores y del freno regenerativo para cargar las baterías según lo que mande el circuito PWM (Pulse-Width Modulation), el cual varía las características del circuito de potencia por medio de PWM, dependiendo de los sensores de control y temperatura de las baterías, y por último cuenta con una interfaz que se conecta a una computadora para la transmisión y recolección de datos para su respectivo diagnóstico, además del cambio de parámetros (Desanti, 2006).

En este trabajo se ha construido un cargador automatizado para realizar el mantenimiento de baterías a un bajo costo. Con elementos eléctricos y electrónicos se construye circuitos que permiten cargar paquetes (packs) de baterías para determinar su estado y realizar la carga de los mismos. Se ha logrado realizar un circuito de carga para los paquetes o la batería de forma conjunta con valores de voltaje de 24 – 48 – 72 – 96 – 120 voltios de forma controlada. El cargador es alimentado con un voltaje alterno de 220 o 110 VAC según lo necesite. La corriente de carga está controlada mediante un microcontrolador y un circuito de potencia, en este caso esta tiene una limitación de 2A pero si la batería requiere más corriente que la que entrega el cargador, automáticamente comienza a funcionar el PWM aumentado el voltaje para la carga de la batería que está controlada hasta un valor de 200V, el ancho de pulso es controlado por el circuito de carga, cuando la batería comienza a cargarse el valor del PWM se reduce y a través de este se reduce el voltaje de carga, al igual que se reduce la corriente y, mediante el sonido de un buzzer y encendido de un LED (Light-Emitting Diode), el cargador indica que la batería está al máximo de carga (Ávila, 2014).

Existen cargadores en el mercado para baterías de NiMH pero estos son para 60 voltios máximo como menciona Artigas (2013) en su trabajo de maestría, por lo que es imposible utilizar para cargar una batería de un vehículo híbrido, ya que estos utilizan baterías de alto voltaje. Pero el interés por el correcto mantenimiento de las baterías ha sido siempre elevado, ya que su vida útil depende de ello. Entender la forma de carga de las baterías, y en este caso las de Níquel-Hidruro Metálico (Ni-MH), es fundamental para diseñar un cargador adecuado a cada tipo de baterías (Artigas, 2013).

En los temas estudiados, su propósito es solo el cargar la batería de una forma rápida y sin controlar su estado carga, lo cual permite a este proyecto ser viable, ya que este se dedicará al sistema de mantenimiento de las baterías para vehículos híbridos con sus ciclos de carga y descarga lentas en intervalos de tiempos seleccionados.



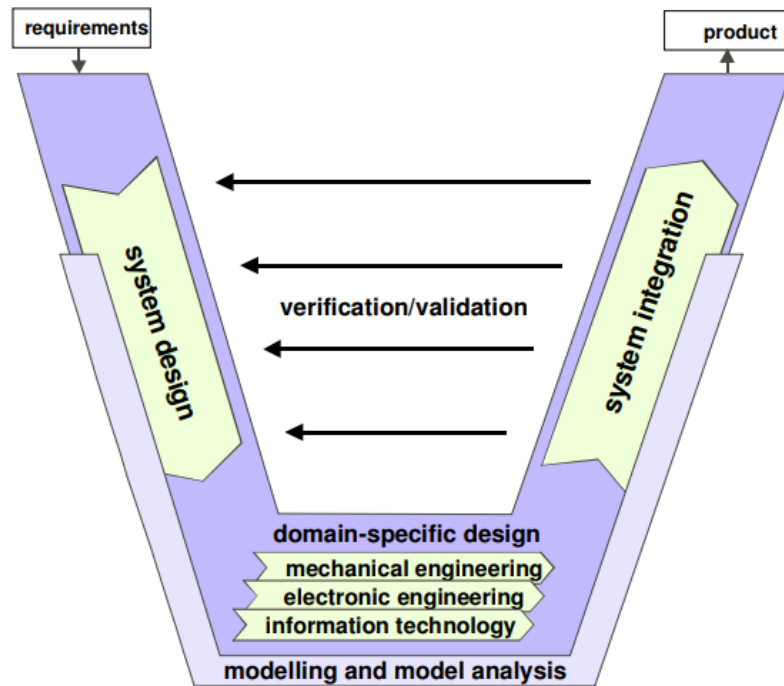
Además los temas estudiados también serán de gran ayuda para el desarrollo de este proyecto puesto que constan de partes importantes como son algunas fórmulas, conceptos básicos para la construcción del cargador, como también algunos tipos de elementos a usar.

El objetivo general en el presente proyecto será “Diseñar e implementar un cargador para rehabilitar las baterías de vehículos híbridos mediante ciclos de carga y descarga en el Servicio Eléctrico y Electrónico Automotriz Chávez” en la ciudad de Quito. Para la ejecución del mismo se deberá seguir los siguientes objetivos específicos:

- Diseñar el sistema de potencia y el sistema de control mediante un microcontrolador para cargar y descargar la batería.
- Crear una interfaz gráfica para visualizar los voltajes de cada paquete de la batería, el voltaje total de la batería, la corriente de carga o descarga y la temperatura del sistema.
- Implementar una base de datos en la cual se pueda registrar el voltaje de cada paquete de la batería, el voltaje total, y la corriente de carga y descarga.
- Implementar del dispositivo y pruebas de funcionamiento.

## **2. METODOLOGÍA**

Para el diseño de un cargador de baterías híbridas se aplicó el modelo en V como metodología para el desarrollo de un sistema Mecatrónico, este se muestra en la Figura 2, el cual describe una secuencia lógica de subprocesos para el desarrollo del sistema Mecatrónico.



**Figura 2.** Modelo en V  
(Gausemeier, 2003)

## 2.1 REQUERIMIENTOS

En el desarrollo del proyecto se tomaron en cuenta los requisitos necesarios para su evaluación en cada zona del estudio. Estos fueron analizados para establecer los parámetros funcionales del sistema, de los cuales se obtuvieron los siguientes:

- El cargador de baterías híbridas debe rehabilitar las baterías mediante un sistema de carga y descarga
- El sistema debe alimentarse de 120V con una frecuencia de 60Hz
- La carga no debe superar el 20% del Voltaje Nominal.
- La corriente de carga o descargar por experiencia se considera que, debe mantenerse dentro del rango de 0.2A – 0.4A.

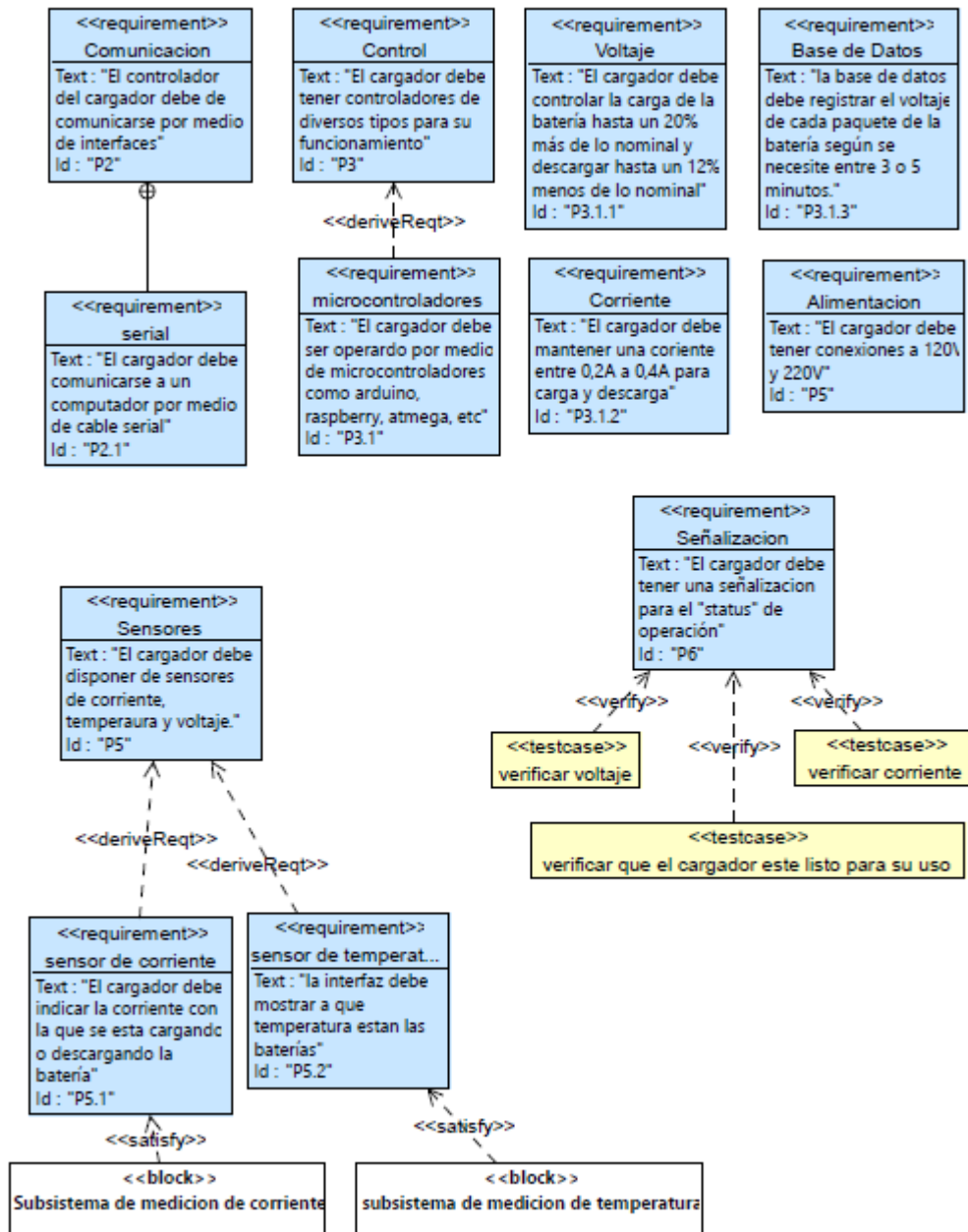


Figura 3. Diagrama de Requerimientos

## 2.2 DISEÑO DEL SISTEMA

Este sistema comprende de tres partes: sistema eléctrico, sistema de control y sistema de supervisión, para el posterior rejuvenecimiento de las baterías híbridas o de alto voltaje. En la Figura 4, se encuentra el diagrama de bloques, en el que se puede observar la estructura del sistema.

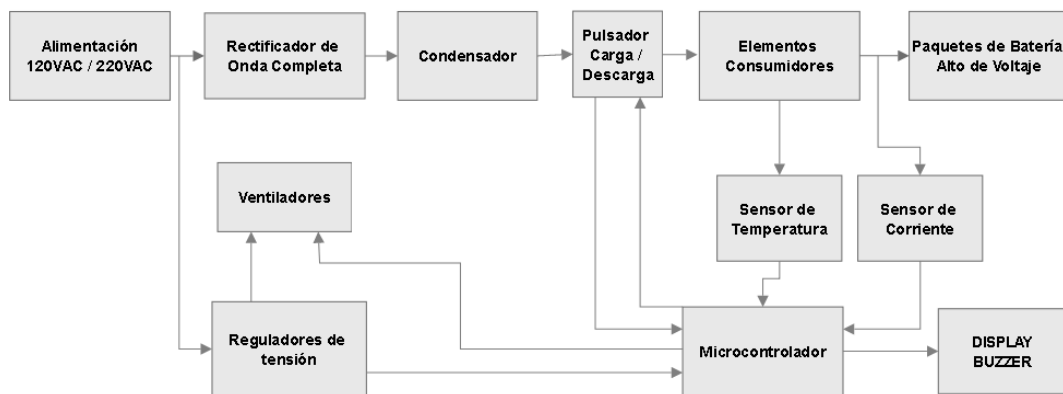


Figura 4. Diagrama de Bloques

### 2.2.1 Sistema Eléctrico

Se diseñaron y dimensionaron los convertidores de voltaje, para obtener la energía necesaria para la respectiva carga o descarga de las baterías, así como los voltímetros para el control respectivo de cada paquete de la batería. Para su mejor funcionamiento se seleccionó componentes o dispositivos de mejor precisión como: el sensor de corriente y sensores de temperatura.

### 2.2.2 Sistema de control

En el diseño de control se creó el programa y la lógica para el correcto funcionamiento del sistema, en el mismo están involucrados los sistemas de ventilación, las lecturas de los sensores y estos hacen funcionar los respectivos componentes para la carga y descarga.

### 2.2.4 Sistema de Supervisión

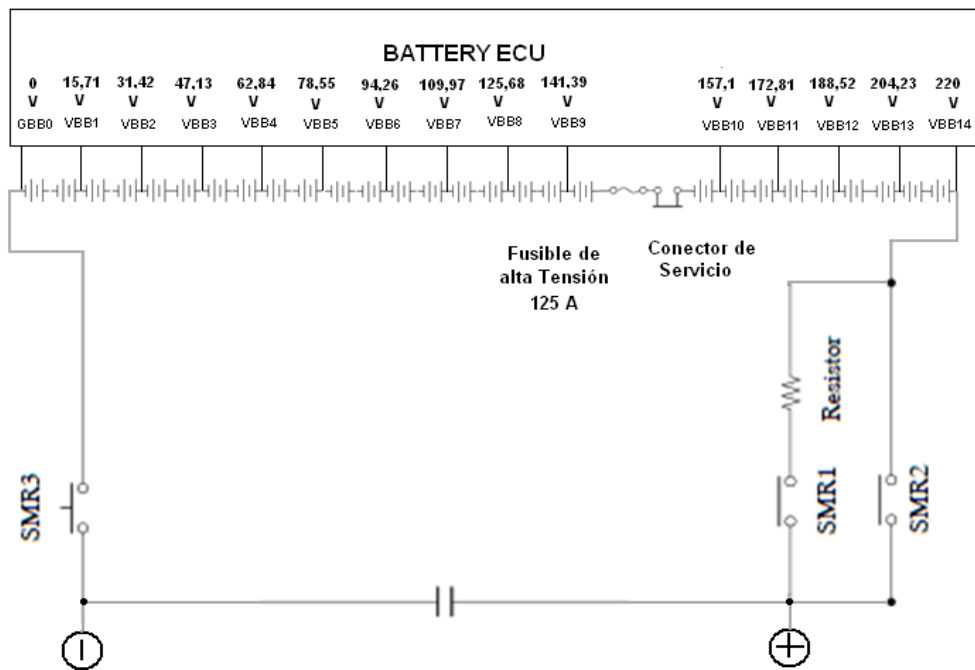
Este sistema consta de las siguientes partes:

#### 2.2.4.1 Ciclos de carga y descarga

Se activa un relé por medio de un microcontrolador para efectuar el sistema de carga, este depende del valor de corriente que se genere, se activarán relés y encenderán halógenos para disminuir la corriente para cargar las baterías de una manera lenta y continua.

Después, que la batería obtenga la carga necesaria, el microcontrolador desactiva el relé principal de carga, y esperará que el usuario presione el botón para comenzar la descarga.

Mediante la carga o descarga, el sistema toma datos de voltaje de los paquetes de la batería cada cierto tiempo, las cargas y descargas se realizarán dependiendo de los resultados obtenidos en la primera secuencia considerando que, estos revelan lo que sucede en cada paquete de la batería, tal y como la ECU (Engine Control Unit) de la batería monitorea en el vehículo (Figura 5).



**Figura 5.** Esquema de medición de voltaje en el vehículo.  
(Augeri F. , 2011)

Se realizaron más secuencias de cargas y descargas hasta obtener un resultado, donde, indique si el paquete ha reaccionado, de no ser así, será momento de cambiarlo. Para ello se puede realizar varias veces el mismo procedimiento de carga y descarga, y obtener los datos para poder representarlos gráficamente.

#### 2.2.4.2 Medición en vacío

Es la medición de la batería sin carga alguna, es la primera medición de la batería de alto voltaje y de cada uno de sus paquetes, esta prueba permite encontrar el valor nominal, con el cual se procede a realizar el trabajo.

El sistema realiza una evaluación para determinar el paquete con mayor voltaje, se escoge este valor porque es el que se encuentra en mejores condiciones, puesto que, los paquetes no se desgastan de una manera uniforme. Se parte de este valor para determinar los voltajes de carga y descarga para cada bloque de la batería. Se efectúa una resta entre el valor nominal (VN) y el valor real (VR), para establecer si la batería está descargada o no, la resta dice que tan lejos están los paquetes respecto al valor nominal, de tal manera, si mayor es el número de la resta, se asume que ese paquete está descargado, por esta razón se determina que la operación no debe superar el valor de 0.4V.

En la Tabla 1 se muestra los datos que se van a obtener de los paquetes de la batería.

**Tabla 1.** Datos de la tabla para recepción de datos

DATOS A OBTENER	
Valor voltaje paquete con más carga	Valor Nominal(VN)
Valor máximo de carga	VN + 20 %
Valor mínimo de descarga	VN - 12%
Valor inicial de cada paquete	Valor Real (VR)
Parámetro de descarga	VN – VR

#### **2.2.4.3 Medición al momento de la descarga**

Se observó cómo reacciona cada paquete de la batería, es decir, el tiempo que le toma descargarse en comparación de los demás paquetes, si algún paquete tiene problema, se descarga más rápido que los demás y el valor de voltaje es mucho más bajo que el valor nominal.

#### **2.2.4.4 Medición al momento de la carga**

Las mediciones al cargar la batería, indicaron que los paquetes reciben la carga necesaria para recuperarse. En las representaciones gráficas, las curvas son indicadores para conocer como está respondiendo cada paquete y si es necesario realizar más ciclos de carga y descarga.

### **2.3 DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA**

Para el dimensionamiento del sistema del cargador de baterías, se lo caracterizó de una manera individual y una colectiva para su mejor mantenimiento, por lo tanto se describe cada uno de los dispositivos conectados.

#### **2.3.1 Dimensionamiento Eléctrico**

El sistema tiene como fuente principal la alimentación de la red, para el funcionamiento de cada una de sus partes. Estas partes constan de un sistema de carga que obtiene directamente el valor eficaz de 120VAC (Zaphir, 2016) de la red, para luego rectificarlos a 169.71 Vrms. El sistema de control tiene un adaptador con entrada de 110VAC y salida de 12VDC a 1A, para poder alimentar los ventiladores, y, por medio de reguladores de tensión suministrar energía a los microcontroladores y sensores. Este sistema consta de los siguientes elementos:

##### **2.3.1.2 Elementos Consumidores**

Para los elementos consumidores de corriente, se necesita elementos de alta potencia, que sean regulables, soporten el calor y de fácil acceso en el mercado.

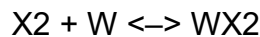
Se consideraron lámparas halógenas (Figura 6), las mismas, son un tipo de lámparas incandescentes que contienen un gas halógeno como bromo o yodo y el vidrio es un compuesto de cuarzo que soporta mucho mejor el calor, lo que permite que su tamaño sea menor y tener potencias más altas. El filamento y los gases se encuentran en equilibrio químico, que mejoran el rendimiento del filamento y aumenta la vida útil de la lámpara. Este cambio permite que lámparas de un tamaño menor puedan tener mayor potencia (EcuRed, 2018).



**Figura 6.** Lámpara Halógena

### **Composición de una Lámpara Halógena**

La presencia del Halógeno (X) permite establecer un equilibrio, de tal manera que se obtiene la siguiente reacción:

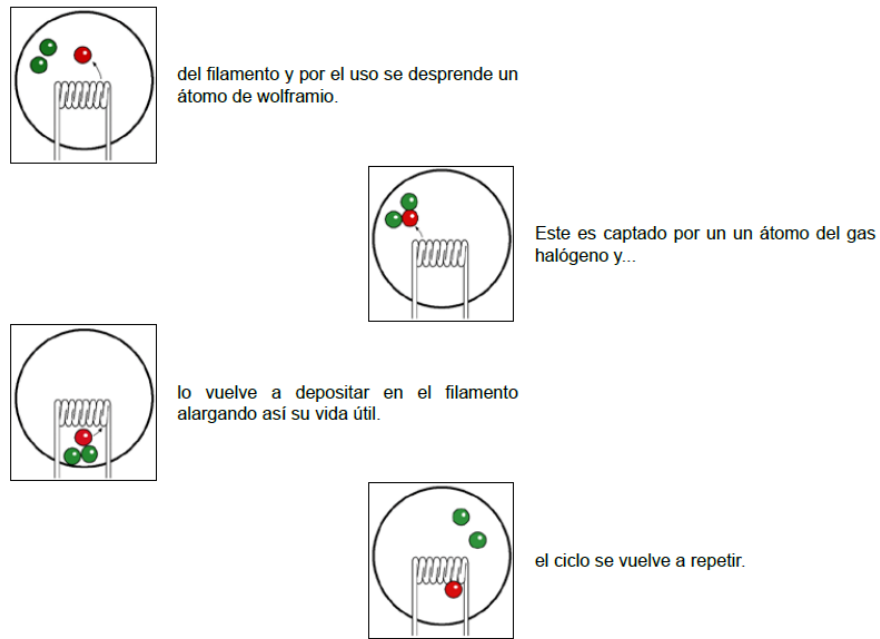


El compuesto  $WX_2$  recibe el nombre de “halogenuro de wolframio” (por ejemplo, cloruro de wolframio). Este equilibrio (hacia la derecha, como se observa en la reacción) tiene una variación de entalpía menor que cero, es decir, es exotérmico, por lo que, según el principio de Le Chatelier, un aumento de temperatura lo desplaza hacia la izquierda y esto genera que no se altere el filamento y el wolframio se regenere.

Por lo contrario, si parte del wolframio pasa a estado gaseoso, al ponerse en contacto con las paredes de cristal de la bombilla, se combina con el halógeno en estado gaseoso, formando el halogenuro correspondiente. Con el aumento de la temperatura la reacción se desplaza hacia la izquierda, y se repara el filamento gracias a este equilibrio como se observa en la Figura 7 (Quimitube, 2018).

La estructura de la lámpara halógena consta de una ampolla cilíndrica de cuarzo, en su interior se encuentra el filamento de tungsteno en forma de espiral, sumergido en una atmósfera de nitrógeno-argón y un halógeno que acostumbra a ser de yodo, y los extremos de la lámpara terminan en dos casquillos cerámicos que protegen del calor y la conexión (Salomé, 2018).



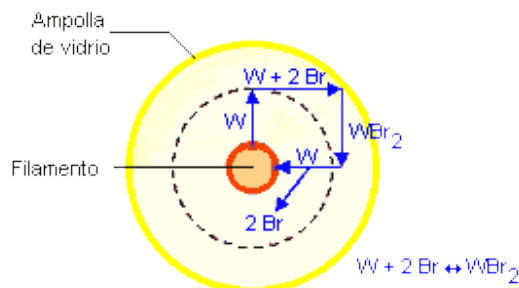


**Figura 7.** Ciclo de Reparación del Filamento  
(Iluminacion, 2018)

### Funcionamiento de las Lámparas Halógenas

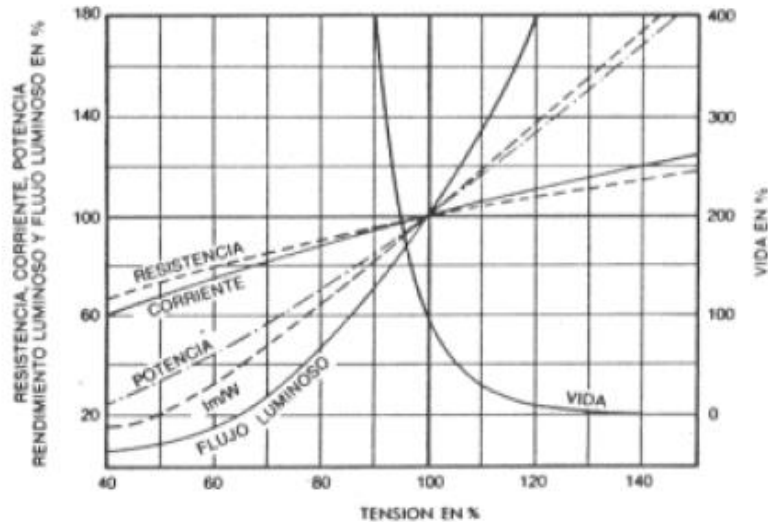
Cuando la corriente fluye por el alambre de tungsteno de una lámpara incandescente, las cargas eléctricas o electrones provocan que se produzca una fricción mucho mayor que cuando fluyen por un cable de mayor grosor. De tal manera se produce calor, y en el proceso de evaporación que sufre el tungsteno dentro de la bombilla mientras se encuentra encendida, su deterioro se acelera aún más cuando se incrementaba la temperatura. (García J. , ASÍ FUNCIONA, 2015)

En la Figura 8 se observa cuando el tungsteno (W) se evapora se une al bromo formando el bromuro de wolframio ( $WBr_2$ ). Como las paredes de la ampolla de la lámpara están muy calientes (más de  $260\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) no se deposita sobre estas y permanece en estado gaseoso. Cuando el bromuro de wolframio entra en contacto con el filamento, que está muy caliente, se descompone en W que se deposita sobre el filamento y lo reconstruye, mientras que Br pasa al gas de relleno. Por lo tanto, el ciclo vuelve a empezar.



**Figura 8.** Ciclo de Reacción del Tungsteno en una Lámpara Halógena  
(García J. , 2018)

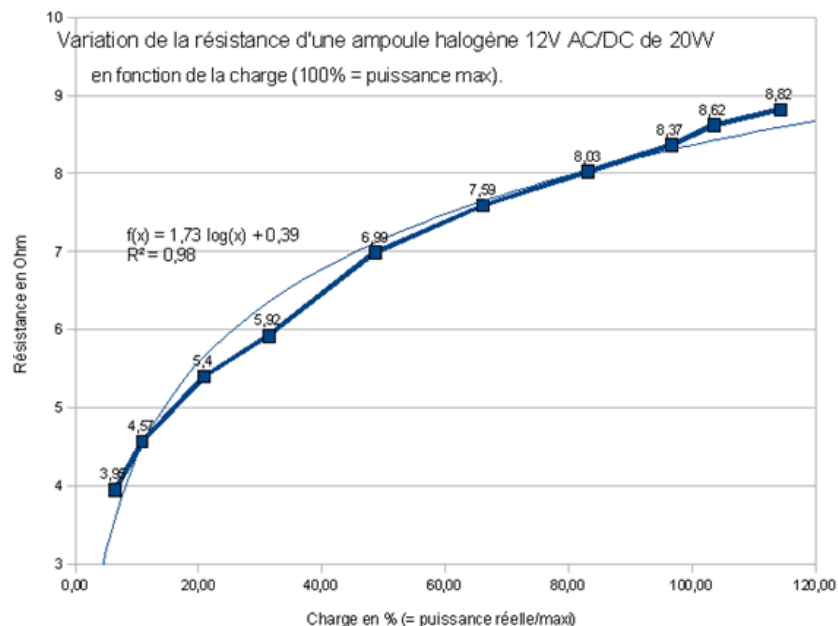
La Figura 9 muestra las curvas características de una lámpara halógena, la cual esta expresa la relación que existe entre los diversos factores que se encuentran inmersos en una lámpara. Se puede observar cómo varía la vida media de una lámpara, en función de la tensión. Un aumento de la tensión de un 30% deja a la lámpara prácticamente sin vida, mientras que una disminución del 10% aumenta la vida en un 400%.



**Figura 9.** Curvas Características de Lámparas Incandescentes (Martinez E. , 2015)

### Variación de la resistencia de una lámpara halógena

Como se observa en la Figura 10, la resistencia de las lámparas halógenas depende del voltaje que se suministre, de tal manera, se puede representar como una curva exponencial.



**Figura 10.** Variación de la Resistencia en una Lámpara Halógena (ecologie, 2018)

### Características de las lámparas halógenas:

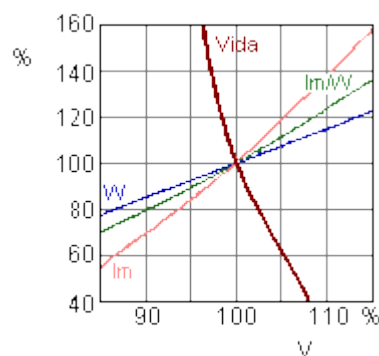
- Operación instantánea; sin tiempo de inicio
- Funcionamiento con corriente continua tipo pulso
- Trabajan con altas potencias
- Reinicio instantáneo sin efecto en la vida útil.
- Son dimerizables, es decir, permiten controlar o regular la cantidad de intensidad.
- Tienen mayor vida útil que las bombillas incandescentes convencionales.
- No pueden ser manipuladas directamente, existe el riesgo de que la lámpara se rompa.
- La luz halógena es respetuosa con el medio ambiente.

Para este proyecto, las lámparas halógenas se las usó por su alta potencia y su característica de ser regulables, puesto que, con esto se logró controlar la corriente en el rango establecido para los diferentes valores de voltaje.

### Factores Externos en Lámparas Halógenas

El primer factor es la temperatura ambiente, este factor puede no influir tan considerable en el funcionamiento de las lámparas, pero sí se toma en cuenta para evitar deterioros en los materiales que se emplearon en su fabricación. Pero en el caso de las lámparas halógenas, es necesario una temperatura de funcionamiento mínima en el bulbo de 260° C para garantizar el ciclo regenerador del wolframio.

El segundo factor es las variaciones de la tensión, estas se producen cuando aplicamos a la lámpara una tensión diferente de la tensión nominal para la que ha sido diseñada. Al aumentar la tensión que se aplica, se produce un incremento de la potencia que consume, y del flujo que emite la lámpara, pero se reduce la duración de la misma (Figura11). De tal manera, al reducir la tensión, se produce el efecto contrario.



**Figura 11.** Efecto de las variaciones de tensión (%) sobre las características de funcionamiento de las lámparas incandescentes  
(García J. , 2018)

Donde:

$W$ : Vatios

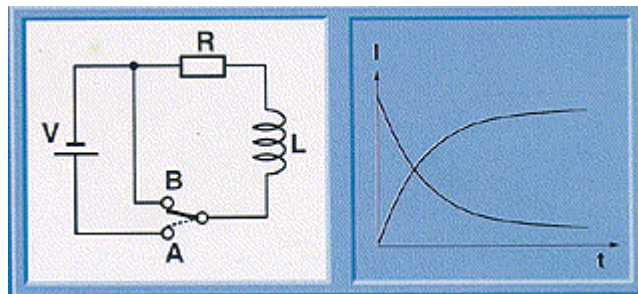
$Lm$ : Lúmenes

$Lm/W$ : Eficiencia luminosa de la lámpara

### Desventaja de otros Elementos Consumidores

Existen varios tipos de elementos consumidores como son: bobinas, niquelinas, varios tipos de lámparas, etc. Para este proyecto se analizó los factores de otros elementos consumidores, y así determinar las ventajas que las lámparas halógenas poseen sobre estos elementos.

La bobina o inductor es un elemento que reacciona contra los cambios en la corriente a través de él, esto genera un voltaje que se opone al voltaje que se aplica y es proporcional al cambio de la corriente. Se usa también en fuentes de alimentación para filtrar componentes de corriente alterna y obtener sola corriente continua a la salida. Fabricarlas son más costosas puesto que, depende del número de espiras que necesite (a más vueltas mayor inductancia, o sea mayor valor en Henrios). La bobina genera picos elevados de corriente, lo que puede dañar o perjudicar a las baterías, otra causa de las bobinas es, al cargarse el tiempo que tarda la corriente en llegar a su valor máximo depende tanto del valor resistivo u óhmico de la bobina, es decir, si la inductancia es grande y la resistencia es muy pequeña la corriente que atraviesa la bobina aumentará lentamente y viceversa.



**Figura 12.** Incremento y decremento de la corriente en una bobina  
(Geocities, 2018)

Las Niquelinas de calentamiento no son más que resistencias que se usan como fuente de que generan calor para aumentar la temperatura de una sustancia, cuerpo sustancia o espacio. Su estructura costo son muy significativos a comparación de las lámparas halógenas. Además se necesitará de diferentes métodos para enfriarlas.



**Figura 13.** Niquelina 120V / 130W  
(Servicat, 2017)

Las lámparas de descarga o fluorescentes no son aptas por que necesitan balastos, inversores o inductores los cuales tienen q elevar la tensión para encenderlas, después regular esa tensión al voltaje nominal para el que fueron fabricadas (cefire, 2018).



**Figura 14.** Lámparas fluorescentes

Las lámparas de halogenuros metálicos es otra variedad de las lámparas de vapor de mercurio. En el interior del tubo de descarga se añaden aditivos metálicos para potenciar determinadas zonas de espectro visible de modo que aumenta su rendimiento, tanto luminoso como de color. La composición espectral de estas lámparas es muy completa y se puede adaptar a las necesidades del usuario porque depende de la composición de los metales añadidos (grlum, 2018). Al igual que las lámparas anteriores estas necesitan de equipos auxiliares (balastos) para encenderse, por ende su costos es más elevado.



**Figura 15.** Lámpara de halogenuro metálico

## Cálculo de la Resistencia de las Lámparas Halógenas

La resistencia de lámparas halógenas, que se usaron, se puede calcular con los datos de la misma o el voltaje a suministrar, en este caso se tiene lámparas halógenas de 220VAC a 300W y a 1500W, son las que se encuentran en la primera fase del sistema.

Para encontrar las resistencias, se utilizó la ecuación [1] general de la ley de Ohm y la ecuación [2] de la potencia eléctrica de corriente continua:

$$V=I*R \quad [1]$$

$$P=V*I \quad [2]$$

Se reemplazó la ecuación [1] en la ecuación [2] para despejar la variable R:

$$R=\frac{V_{pico}^2}{P}$$

Posteriormente se usa la ecuación despejada, para encontrar el valor de la resistencia de cada lámpara halógena, que va a soportar el voltaje pico que se genera, y este valor se lo puede calcular con ayuda de la ecuación [3]:

$$V_{eficaz}=\frac{V_p}{\sqrt{2}} \quad [3]$$

Para encontrar la resistencia de las lámparas de 220VAC / 300W, las mismas que reciben un voltaje eficaz de 120VAC:

$$R=\frac{(\sqrt{2}*120)^2}{300}=67.88\Omega$$

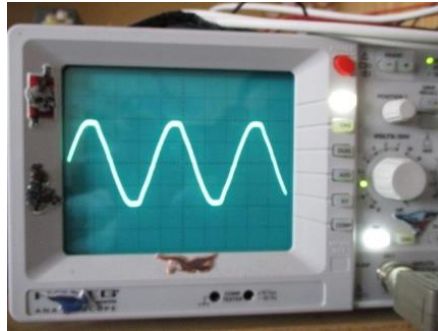
Para encontrar la resistencia de la lámpara de 220VAC / 1500W, la misma que recibe un voltaje eficaz de 120VAC:

$$R=\frac{(\sqrt{2}*120)^2}{1500}=13.58\Omega$$

### 2.3.1.1 Rectificador de Onda Completa

Se utilizó un puente rectificador para convertir la corriente alterna, que se obtiene del tomacorriente (enchufe), a corriente continua, pero esta corriente no es totalmente continua, consta de una parte continua y una parte alterna. El puente rectificador está constituido por diodos, los cuales tienen la propiedad de conducir la corriente en un solo sentido, un diodo que conduce, se dice que, esta polarizado directamente y uno que no conduce, se dice que, esta polarizado inversamente.

En la Figura 16, se muestra la onda de corriente alterna que se genera en el osciloscopio, de tal manera se observa que esta corriente en un cierto tiempo tendrá valores positivos, y en otro tiempo tendrá valores negativos, además, en un intervalo de tiempo estos valores de voltaje se repiten, y al tiempo en que se demora en repetir estos valores, se lo conoce como periodo. De tal manera se puede observar que es una onda sinusoidal y lo que se puede medir en el osciloscopio, es el voltaje pico ( $V_p$ ), voltaje pico a pico ( $V_{pp}$ ) y el periodo ( $T$ ).

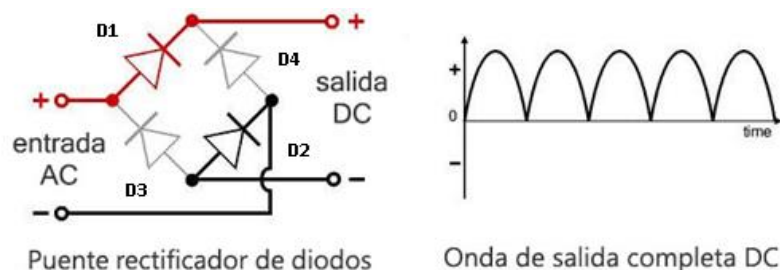


**Figura 16.** Gráfica de la Corriente Alterna en un osciloscopio (MrElberni, 2018)

La parte de corriente alterna que se repite se conoce como ciclo, el periodo es la medida del tiempo que transcurre para que se complete un ciclo, la frecuencia es la inversa del periodo e indica cuantos ciclos ocurren en un segundo, y se mide en hercios (Hz).

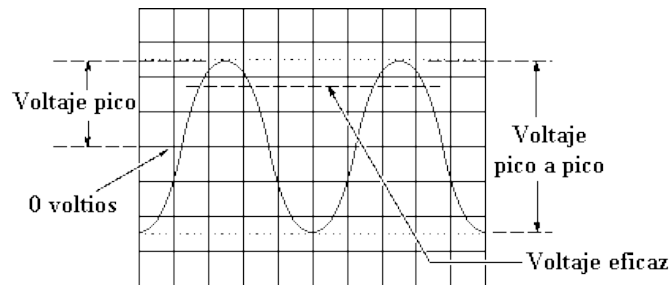
El voltaje o tensión alterna tiene un valor de continua de cero, de tal manera tiene un valor medio de cero, si se mide la tensión alterna con un voltímetro, al seleccionarlo para medir tensión continua, se lee un valor de cero, en cambio, si se selecciona el voltímetro para medir tensión alterna, lo que se mide es el valor eficaz de la tensión alterna, y su representación matemática es la ecuación [3].

Para realizar el cargador lo que se requiere es rectificar la onda completa, es decir, todo el voltaje alterno, esto se logra por medio del puente rectificador como se puede observar en la Figura 17. A la salida del puente rectificador se obtiene el voltaje de salida o voltaje pico que viene hacer también el voltaje alterno rectificado.



**Figura 17.** Puente de diodos y onda rectificada (Curiosoando, 2014)

Pero a este voltaje de salida se debe restar el voltaje que los diodos retienen al momento de polarizarse, se debe restar un voltaje de 0.7V por cada diodo, puesto que por cada onda se polarizan dos diodos, se resta un voltaje de 1.4V al voltaje de salida (Vpico) que se obtenga para una onda completa.



**Figura 18.** Medidas de una onda completa  
(Cuesta, 2018)

Para encontrar el valor de la corriente se consideró los siguientes datos. En la ecuación [3] se despeja Vpico, donde Veficaz= 120VAC.

$$V_{pico} = \sqrt{2} * V_{eficaz} = 169,71V_{rms}$$

$$V_{pico} = 169,71 - 1,4 = 168,31V_{rms}$$

Se calcula la corriente que se generó en el sistema mediante las lámparas halógenas a 120V. Para ello se utiliza la ecuación [1] y las suma de las resistencias de cada lámpara halógena.

$$I = \frac{V_{pico}}{R} = \frac{168,31}{81,46} = 2,06A$$

Después de analizar cómo trabaja un rectificador de onda completa y con la corriente que el sistema generó en la primera fase, se seleccionó los diodos adecuados, se debe tomar en cuenta el voltaje pico inverso del diodo, este indica cuanta tensión en inversa es capaz de soportar el diodo antes que entre en avalancha, este voltaje pico inverso tiene que ser mayor que el voltaje pico de la salida del tomacorriente, si es el doble, mejor, esto es porque el diodo trabaja en directa y en inversa en el puente rectificador.

Con ayuda de la Tabla 2, se seleccionó el puente de diodos necesario para este proyecto. Por lo tanto, se escogió el puente de diodos BR32 (Figura20), su rango de trabajo es 3A, 140VAC y 200VDC, que satisface los caculos realizados. Además con esta corriente se seleccionó un diodo 5402 para evitar retornos de corriente hacia la fuente.



**Figura 19.** Diodo



**Tabla 2.** Características de puentes rectificadores a 3A (DSK, 2018)

		BR305	BR31	BR32	BR34	BR36	BR38	BR310	UNITS
Maximum recurrent peak reverse voltage	$V_{RRM}$	50	100	200	400	600	800	1000	V
Maximum RMS voltage	$V_{RMS}$	35	70	140	280	420	560	700	V
Maximum DC blocking voltage	$V_{DC}$	50	100	200	400	600	800	1000	V
Maximum average forward Output current @ $T_A=25^\circ C$	$I_{F(AV)}$	3.0							A
Peak forward surge current 8.3ms single half-sine-wave superimposed on rated load	$I_{FSM}$	50.0							A
Maximum instantaneous forward voltage @ 1.5 A	$V_F$	1.1							V
Maximum reverse current @ $T_A=25^\circ C$ at rated DC blocking voltage @ $T_A=100^\circ C$	$I_R$	10.0 1.0							$\mu A$ mA
Operating junction temperature range	$T_J$	- 55 ---- + 125							$^\circ C$
Storage temperature range	$T_{STG}$	- 55 ---- + 150							$^\circ C$



**Figura 20.** Puente Rectificador de Onda Completa

De la misma manera con la ayuda de la Tabla 3 y Tabla 4 se seleccionó el tipo de cable que usa en el proyecto.

Los cables dependen de la tensión para la que están preparados para funcionar, por lo cual, se categorizan en grupos de tensiones que van por rangos de voltios:

- Cables de muy baja tensión (Hasta 50V)
- Cables de baja tensión (Hasta 1000V)
- Cables de media tensión (Hasta 30kV)
- Cables de alta tensión (Hasta 66kV)
- Cables de muy alta tensión (Por encima de los 770kV)

Para la parte de carga a la salida del capacitor, donde se obtiene el mayor voltaje, se seleccionó el cable 10. Y para los cables q salen de los paquetes y de la batería por su bajo amperaje, se seleccionó cable automotriz 16.

**Tabla 3. Características de cables eléctricos (Andrés, 2017)**

Calibre de alambre y cable	Amperios	Carga de watts recomendada al 80%	Carga máxima de potencia	Usos comunes
Calibre 14	15 Amps	1440 vatios (120 voltios)	1800 vatios (120 voltios)	Cableado residencial común: • Luminarias • Receptáculos domésticos
Calibre 12	20 Amps	1920 vatios (120 voltios) 3840 vatios (240 voltios)	2400 vatios (120 voltios) 4800 vatios (240 voltios)	Cableado residencial común: • Luminarias • Receptáculos domésticos • Pequeños electrodomésticos
Calibre 10	30 Amps	2880 vatios (120 voltios) 5760 vatios (240 voltios)	3600 vatios (120 voltios) 7200 vatios (240 voltios)	Grandes electrodomésticos: • A / A de ventana • Secadora de ropa
Calibre 8	40 Amps	7680 vatios (240 voltios)	9600 vatios (240 voltios)	Grandes electrodomésticos: • Gamas eléctricas grandes • Central A / A
Calibre 6	55 Amps	10560 vatios (240 voltios)	13200 vatios (240 voltios)	Grandes electrodomésticos: • Aire acondicionado central • Horno eléctrico

**Tabla 4. Características de cables automotrices (Masvoltaje, 2016)**

FOTO	CALIBRE / AWG	DIAMETRO EN MM	CONSUMO DE CORRIENTE	EJEMPLOS
	6	16mm	Muy alto	Aires acondicionados centrales, equipos industriales (se requiere instalación especial de 240 volts).
	8	10mm	Alto	Aires acondicionados, estufas eléctricas y acometidas de energía eléctrica.
	10	6mm	Medio - alto	Secadoras de ropa, refrigeradores, aires acondicionados de ventana.
	12	4mm	Medio	Hornos de microondas, licuadoras, contactos de casas y oficinas, extensiones de uso rudo.
	14	2.5mm	Medio - bajo	Cableado de iluminación, contactos de casas, extensiones reforzadas.
	16	1.5mm	Bajo	Extensiones de bajo consumo, lámparas.
	18	1mm	Muy bajo	Productos electrónicos como termostatos, timbres o sistemas de seguridad.

### 2.3.1.3 Capacidad del Condensador

En el condensador se obtiene todo el voltaje que entrega a la salida el puente rectificador. Para encontrar el valor del capacitor, se usaron los datos que se obtuvieron anteriormente y la siguiente ecuación [4]:

$$C = \frac{I}{f \cdot V_{\text{rizo}}} \quad [4]$$

Donde:

C: valor del condensador en faradios

I: corriente máxima de carga de las baterías

f: frecuencia

V<sub>rizo</sub>: voltaje rizo para un factor de rizado del 25%

La regla empírica que se utilizó para el diseño de este tipo de fuentes, es donde el valor pico (V<sub>pico</sub>) debe ser un 25% mayor que V<sub>c</sub>, para evitar daños al regulador de salida y así remover con mayor facilidad los químicos cristalizados en los paquetes. De esta forma, el valor del condensador se mantiene dentro de los límites razonables, entonces:

$$Y_F = \frac{V_{\text{pico}} - V_c}{V_c} = 25\% = 0.25 \quad [5]$$

Donde:

Y<sub>F</sub>: factor de rizado

V<sub>pico</sub>: Valor pico

V<sub>c</sub>: valor mínimo

Se despeja V<sub>c</sub> de la ecuación [5]:

$$V_c = \frac{V_{\text{pico}}}{1.25}$$

Se usa la frecuencia de 120Hz, puesto que al rectificar la onda sinusoidal la frecuencia se duplica. El voltaje rizo se obtiene de la siguiente ecuación [6]:

$$V_{\text{pico}} = V_{\text{rizo}} + V_c \quad [6]$$

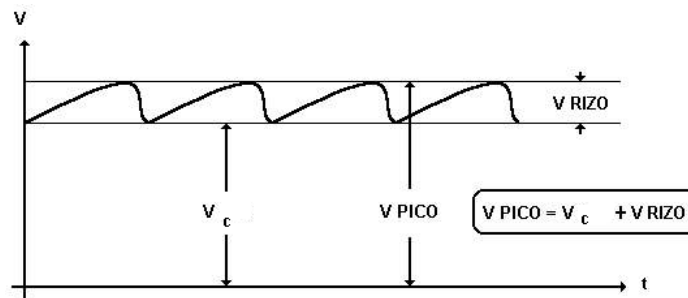


Figura 21. Voltaje de salida del capacitor (tripod.com, 2018)

Se reemplazó  $V_c$  en la ecuación [6] para encontrar el valor del voltaje rizo:

$$V_{rizo} = V_{pico} - \frac{V_{pico}}{1.25}$$

$$V_{rizo} = 0.2V_{pico}$$

Pero, para este proyecto, el voltaje pico es el que se encuentra en el condensador, el cual se reemplazó en la ecuación anterior de la siguiente manera:

$$V_{rizo} = 0.2 * 168.31 = 33.66V$$

Con estos datos se reemplazó en la ecuación [4] donde:

$$C = \frac{2.01}{120 * 33.66}$$

$$C >= 497.62 \mu F$$

En el mercado no existe este valor, por lo tanto se buscó un estándar que debe ser mayor, porque se debe garantizar el menor rizado posible sin afectar la fuente y la carga del sistema, por lo cual se selecciona un condensador de  $680\mu F$  a  $315V$  (Figura 22) para este proyecto. En la Figura 23 se muestra el diagrama eléctrico con el capacitor.



Figura 22. Capacitor

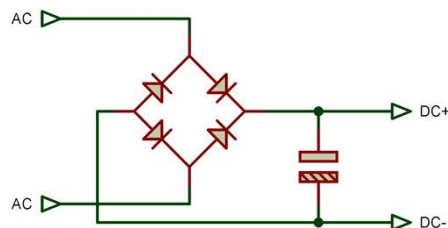
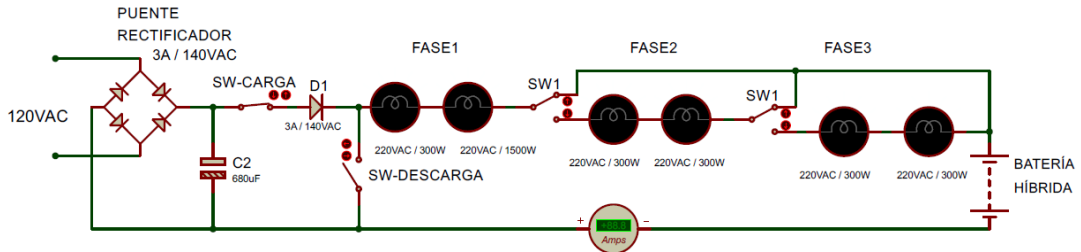


Figura 23. Puente Rectificador con capacitor como filtro  
(Nieto, 2015)

### 2.3.1.2 Sistema de carga

Una vez que se obtuvo el voltaje de salida continuo, se procedió a calcular y regular la intensidad de corriente que pasa por los paquetes de la batería de alto voltaje, para esto se separó las lámparas halógenas en tres fases.

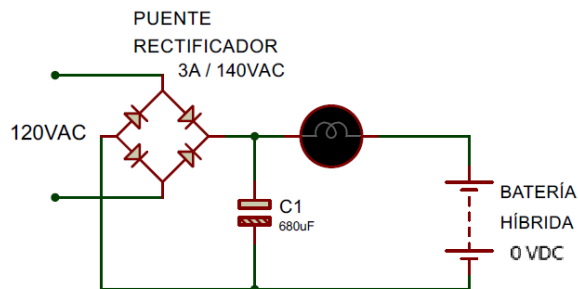
- La fase 1 consta de una lámpara halógena de 220VAC a 300W y una lámpara halógena de 220VAV a 1500W.
- La fase 2 consta de dos lámparas halógenas de 220VAC a 300W.
- La fase 3 consta de dos lámparas halógenas de 220VAC a 300W.



**Figura 24.** Diagrama eléctrico sistema de carga

Con cada fase se obtiene una resistencia diferente, las cuales permiten mantener el rango de corriente entre 0.2A – 0.4A, pero estas dependen del voltaje que tengan los paquetes de la batería. Para calcular la corriente en cada fase se tomó en cuenta la caída de tensión en las lámparas halógenas, y se obtuvo mediante la resta entre el voltaje de salida y el voltaje de los paquetes de la batería a cargar.

El sistema con todas sus fases activadas tiene una resistencia de  $352.98\Omega$  que genera una corriente de 0.47A, lo que satisface para colocar un paquete o una batería totalmente descargada con 0VDC, a una carga lenta. Para obtener esa corriente se sumó la resistencia de cada lámpara y se lo asumió como una sola resistencia, lo cual permitió encontrar dicha corriente.



**Figura 25.** Diagrama al reducir las lámparas halógenas a una sola resistencia

### 2.3.1.3 Sistema de descarga

Para el sistema de descarga se usaron solamente las lámparas halógenas. En este caso la corriente depende únicamente del voltaje de los paquetes o de la batería a descargar. Las fases se activan en secuencia, que dependen del voltaje de la batería para controlar la corriente que se genera, para así consumir la energía de la batería de una manera lenta, que es el propósito del proyecto para su recuperación.

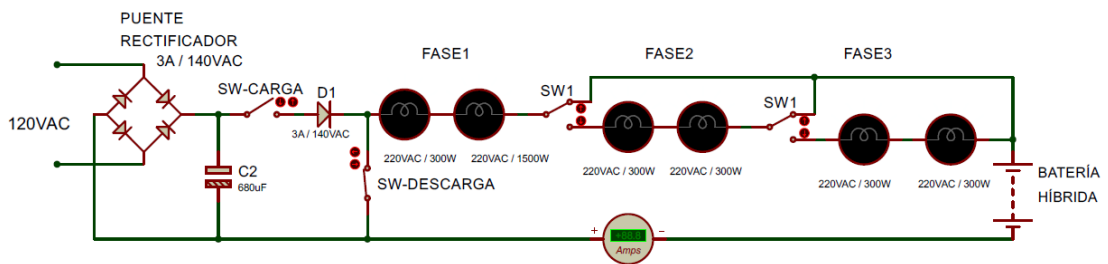


Figura 26. Diagrama eléctrico sistema de descarga

El sistema con todas sus fases activadas tiene una resistencia de  $352.98\Omega$  y para mantener el límite de  $0.4A$ , al momento de la descarga se puede colocar una batería con un voltaje máximo de  $141.19VDC$  para una descarga lenta.

#### 2.3.1.4 Sistema de enfriamiento

Puesto que las lámparas halógenas producen calor por el continuo funcionamiento, se implementó un sistema de enfriamiento, el cual consta de ventiladores que se los controla mediante un microcontrolador y una fuente para alimentar los mismos.

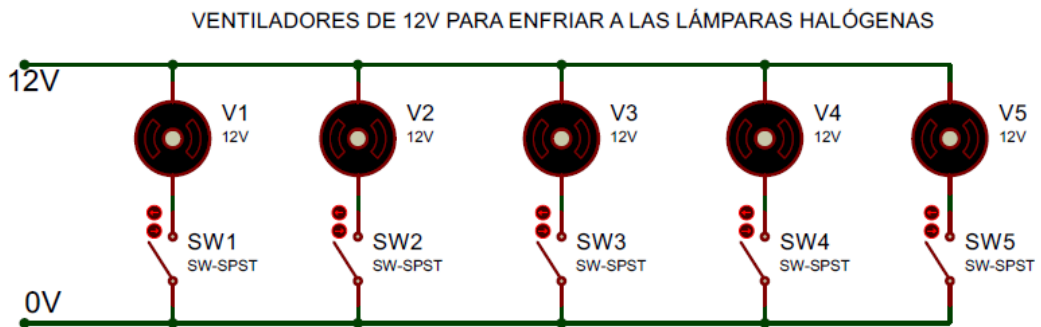


Figura 27. Diagrama eléctrico sistema de enfriamiento

#### 2.3.2 Diseño y Dimensionamiento del Sistema Electrónico

Se realizaron tres circuitos impresos en placa de cobre, se soldaron los componentes del sistema eléctrico, sistema de control, sistema de supervisión, la fuente de alimentación y los sensores.

##### 2.3.2.1 Placa de control

Se encarga de controlar las funciones automáticas del sistema como son los relés de carga, descarga y de cada fase. La información proporcionada por los sensores de corriente y voltaje, se visualiza en el LCD, se utilizó un TIP120 para incrementar la señal que da paso al funcionamiento de los ventiladores.

#### Esquemático

En la Figura 28, se puede observar la simulación del circuito.



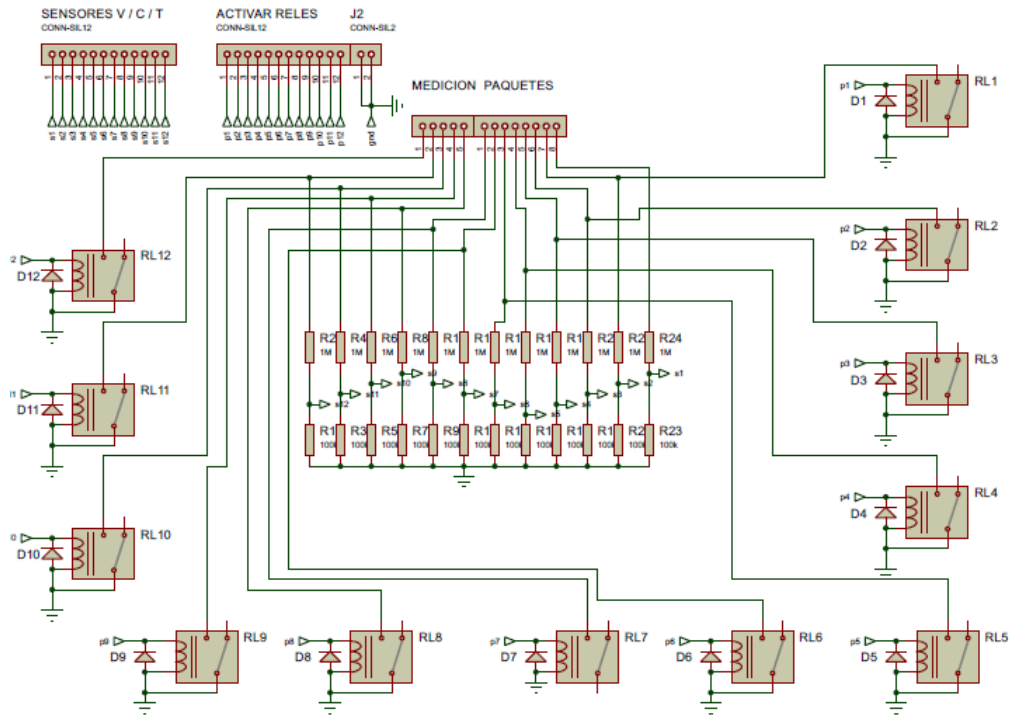


Figura 30. ISIS – Placa Sensores de Voltaje

### PCB

En la Figura 31, se puede observar el ruteo de las pistas para la fabricación de la placa electrónica.

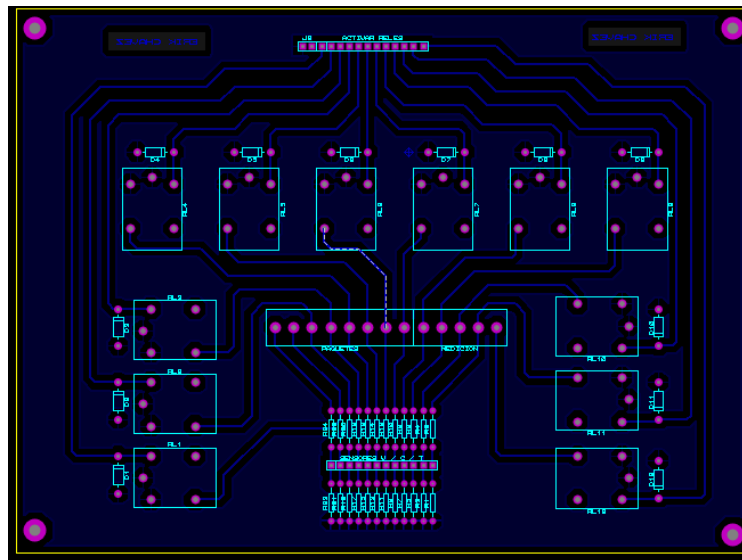


Figura 31. PCB – Placa Sensores de Voltaje

### 2.3.2.2 Placa de Fuente y de Ventiladores

Se encarga de alimentar y regular los diferentes voltajes (12V, 9V, 5V) que se utilizan para el funcionamiento de cada elemento del sistema. Además de permitir el paso para el control de los ventiladores.

#### Esquemático

En la Figura 32, se puede observar la simulación del circuito.



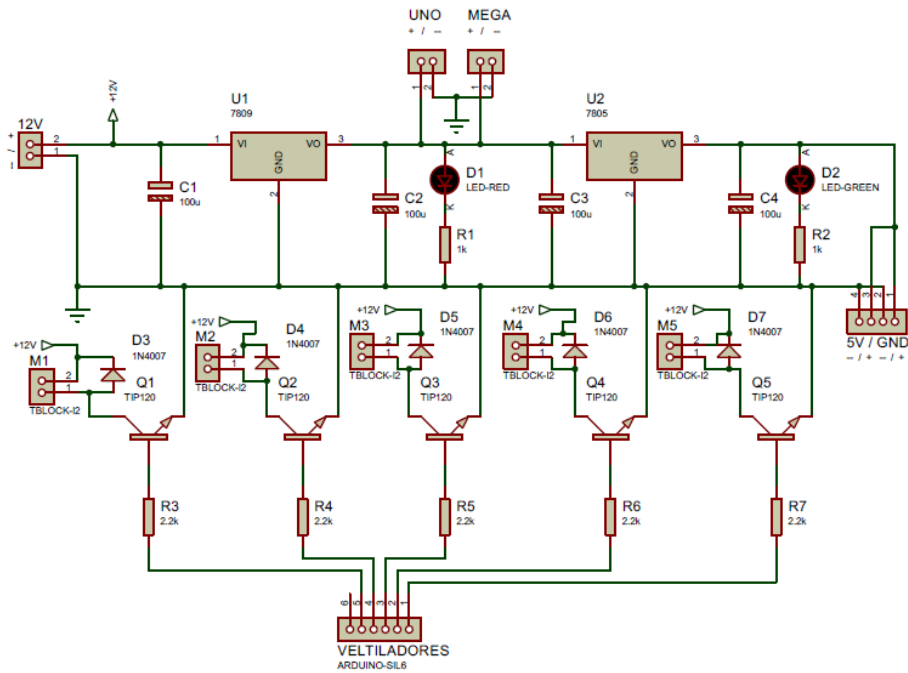


Figura 32. ISIS – Placa de Fuente y de Ventiladores

### PCB

En la Figura 33, se puede observar el ruteo de las pistas para la fabricación de la placa electrónica.

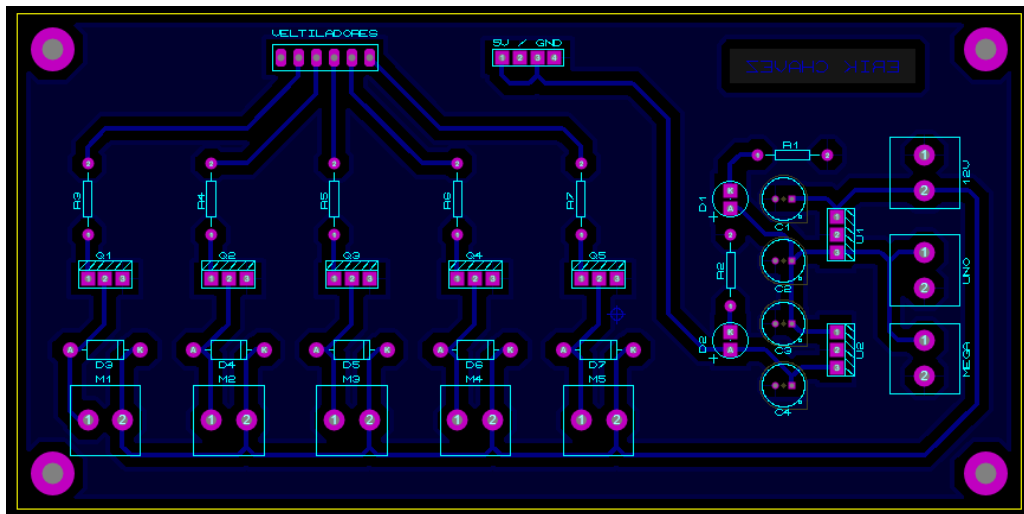


Figura 33. PCB – Placa de Fuente y de Ventiladores

## 2.3.3 DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA DE CONTROL

Este sistema consta de los siguientes materiales:

### 2.3.3.1 Microcontrolador

Para seleccionar el microcontrolador se toma en cuenta las siguientes consideraciones de la Tabla 5.

**Tabla 5.** Números de Entradas y Salidas Analógicas y Digitales

Elemento	I / O Digitales
LCD	20
Tarjeta SD	6
Ventiladores	5
Relé sensores	14
Pulsadores	3
Control relés	6
LED's	2
<b>Total</b>	<b>56</b>
Elemento	I / O Análogas
Sensores voltaje	14
Sensor temperatura	1
Sensor de corriente	1
Buzzer	1
Sensor voltaje total	1
<b>Total</b>	<b>18</b>

Se seleccionó dos placas Arduino, para abastecer la cantidad de pines digitales y análogos que se requiere para el proyecto, y por su manejo en el control con módulos eléctricos y electrónicos. Los modelos que se seleccionaron son: Arduino Mega 2560 como esclavo para obtener los voltajes de 12 paquetes de la batería, la activación de cada relé para adquirir cada valor, la activación de cada ventilador, y también se lo seleccionó por su gran cantidad de pines digitales para la visualización de datos en un LCD (Liquid Cristal Display). Y este tiene las siguientes características

- 54 pines digitales (15 pines PWM8)
- 16 pines analógicos
- Puertos de voltaje y tierra



**Figura 34.** Arduino Mega

Se seleccionó un Arduino UNO como maestro, de tal manera este controle el sistema de carga y descarga, porque sus entradas digitales son suficientes para controlar cada lámpara halógena y pines analógicos para el sensor de corriente y la comunicación entre los microcontroladores. Sus características son:

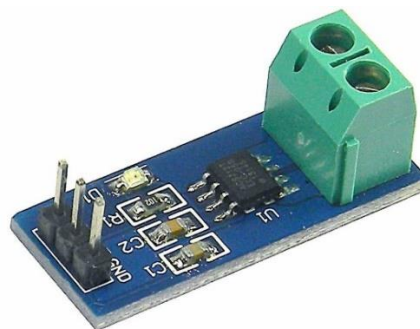
- 14 pines digitales (6 pines PWM)
- 6 pines analógicos
- Puertos de voltaje y tierra



**Figura 35.** Arduino UNO

### 2.3.3.2 Sensor de corriente

Se seleccionó un ACS712-30A, porque es un módulo sencillo de usarlo al entregar la información en forma digital para leerlo y compararlo en la placa Arduino, la cual permite calibrar el sensor de acuerdo a las condiciones que se presenten, su precisión no puede ser tan exacta pero para este proyecto se toleró la variación que proporciona, que se encuentra alrededor del 0% al 4%, además, de su robustez en la parte física y electrónica.

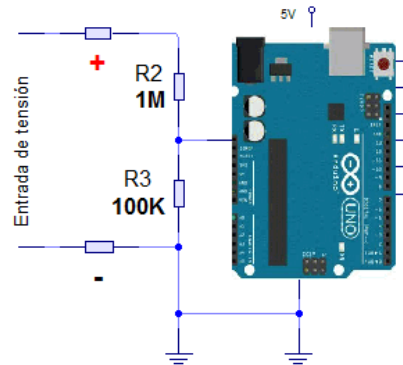


**Figura 36.** Sensor de Corriente

### 2.3.3.3 Sensor de voltaje

Se realizó un divisor de tensión que consta de dos resistencias ( $R_2$  y  $R_3$ ) en serie, estas se encargan de dividir el voltaje de entrada, para adaptarlo a la ventana de tensiones que pueden leer las entradas analógicas del Arduino (5V). En la Figura 37 con los valores mostrados, para  $R_2$  de  $1\text{M}\Omega$ , en serie con  $R_3$  de  $100\text{k}\Omega$ , representa una impedancia de entrada de  $1\text{M}\Omega + 100\text{k}\Omega = 1.1\text{M}$ , que al reducirlo es = 11, factor de división que es adecuado para la medición de voltajes de DC, hasta aproximadamente 55V. En otras palabras, cuando se miden 55V, el pin analógico del Arduino estará en su máximo voltaje de 5V (García V. , 2015).

Los valores de resistencia, proporcionan cierta protección contra sobretensión en la medición de voltajes bajos como 5V, 9V o 12V. Proporcionar esta protección básica a sobrecarga de tensión, es para no usar el rango completo del ADC de 10-bit de entrada analógica, pero todavía se pueden medir los cambios de alrededor de 0.054V.



**Figura 37.** Diagrama del Sensor de Volaje  
(García V. , 2015)

#### 2.3.3.4 Pulsadores

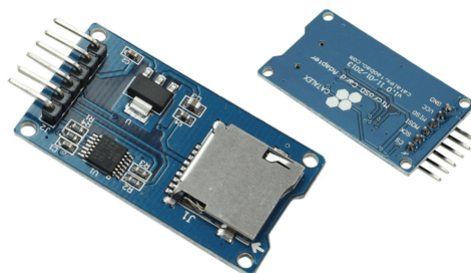
Los pulsadores deben ser robustos por el ámbito laboral en el que estará expuesto el dispositivo, por lo tanto, se seleccionó un switch pulsador rojo universal 2p que soporta 125V a 20A.



**Figura 38.** Pulsador

#### 2.3.3.5 Módulo lector de memorias SD

Se seleccionó el módulo SD porque tiene la función de grabar o escribir información, este se comunica por SPI (Serial Peripheral Interface) con la tarjeta Arduino. Asimismo por su amplio almacenamiento, es decir, no existe dificultad con cualquier tarjeta SD.



**Figura 39.** Lector Tarjeta SD





**Figura 42.** Ventilador

## 2.4 PROTOCOLO DE PRUEBAS

Se trabajó con una batería de alto voltaje de un vehículo Toyota Highlander del año 2010 (Figura 43), esta batería está sujeta a constantes cargas y descargas mientras el vehículo se encuentra en funcionamiento, pero en un cierto periodo de tiempo se da un punto, donde, no aceptaba carga o su descarga era muy rápida, y el desempeño bajaba provocando fallos en el vehículo como:

- Luz de avería (Check Engine) encendida
- Pérdida de potencia del vehículo
- Motor eléctrico no encendía y accionaba el motor a combustión. Lo cual generaba más consumo y dejaba de ser un sistema híbrido.



**Figura 43.** Batería de alto voltaje de Toyota Highlander del año 2010 (Automotorpad, 2018)

Las baterías se las puede separar por bloques o paquetes, esto depende de cómo estén estructuradas y de la forma que se vaya a cargar o descargar. En la Figura 44 se muestra una posibilidad de realizar el procedimiento con las baterías.





Figura 44. Enumeración de los paquetes

### 2.4.1 Tipo de Pruebas

Las pruebas pueden ser individuales o colectivas. En las pruebas individuales se puede colocar un paquete a la vez, mientras que en las pruebas colectivas se puede colocar de 2 a 12 paquetes, esto depende del voltaje que el sistema pueda suministrar al momento de la carga. Por ejemplo:

Se tiene una batería con 60VDC, en algunos casos 6 paquetes de 10VDC cada uno, la tensión que se obtiene en las lámparas halógenas de la fase 1 es:

$$V_{LH}=168.31-60=108.31V$$

Se usa la ley de Ohm para encontrar la corriente en la fase1:

$$I=\frac{108.31}{81.46}=1.33A$$

Esta corriente no entra en el rango establecido en un inicio por lo tanto se activa la fase 2 y trabaja en conjunto con la fase 1 para aumentar la resistencia y disminuir la corriente de carga. De tal manera se obtiene una nueva resistencia de  $217.22\Omega$ , y se procede a calcular la nueva corriente que pasa por el sistema.

$$I=\frac{108.31}{217.22}=0.5A$$

El sistema debe mantener activa la fase 1, la fase 2, y debe activar la fase 3 para disminuir la corriente, al juntar todas las lámparas halógenas, de tal manera se obtiene una resistencia de  $352.98\Omega$ , lo cual genera una corriente de:

$$I=\frac{108.31}{352.98}=0.31A$$

Con esta corriente de carga el sistema debe mantener las 3 fases activadas, pero también debe controlar constantemente este dato mientras la batería o los paquetes se cargan, puesto que cada vez que el voltaje de la batería suba, el voltaje en las lámparas halógenas baja, por ende, la corriente también disminuye. Este tipo de pruebas se las realiza tanto en carga como en descarga pero siempre van a depender del voltaje de la batería a colocar. En la Figura 45 se observa los datos que se obtuvieron del sensor de corriente.

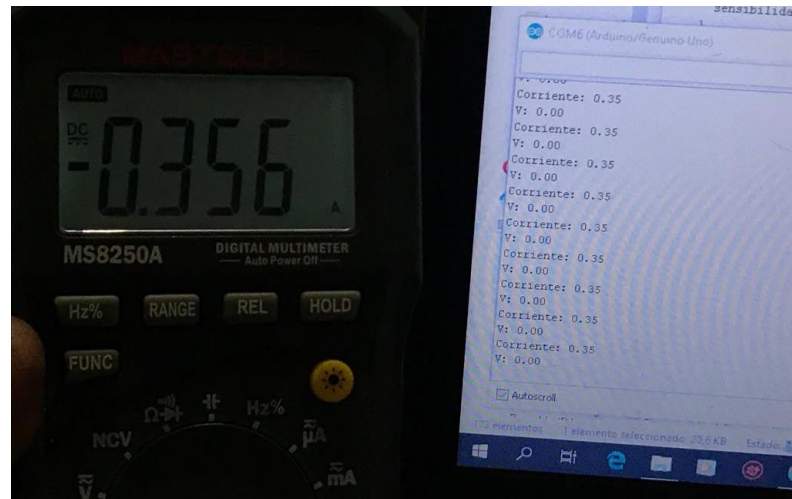


Figura 45. Validación Sensor de Corriente

#### 2.4.2 Número de Pruebas

Las pruebas se dan conforme el o los paquetes lo necesiten, pueden ir de una a varias pruebas para corroborar que es lo que sucede en los paquetes y la batería en general.

#### 2.4.3 Tiempo de Prueba

Los tiempos se registran acorde el paquete con el valor nominal o con el voltaje más alto y las condiciones en las que se encuentres los paquetes, como se estipuló en un inicio, de este depende el tiempo que tome cargar o descargar los paquetes.



### **3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### 3.1 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO

En el diagnóstico del vehículo, los códigos de avería mostraron que los paquetes del 9 al 15 están sujetos a tener fallos y algunos no cerraban el circuito, por esta razón se analizaron los paquetes del 6 al 18.

Para este proyecto los paquetes del 6 al 18 se los reemplazó por los números del 1 al 12 (Figura 44), los cuales daban valores normales, es decir, no se requería recuperarlas o cargarlas, excepto por el paquete número 12 que entraba en estas condiciones. En la tabla 6 se muestra los datos iniciales de la batería como llegó al taller. Se separó la batería en 2 bloques de 6 paquetes cada uno para hacer una prueba más minuciosa de los fallos.

**Tabla 6.** Valores Originales de la Bateria Toyota Highlander 2010

	VALOR NOMINAL	VN + 17%	VN - 12%	VALOR REAL	VN-VR
Pack 1	10.06	11.77	8.98	9.91	0.15
Pack 2	10.06	11.77	8.98	9.79	0.27
Pack 3	10.06	11.77	8.98	9.83	0.23
Pack 4	10.06	11.77	8.98	9.94	0.12
Pack 5	10.06	11.77	8.98	10.05	0.01
Pack 6	10.06	11.77	8.98	10.06	0
Pack 7	10.06	11.77	8.98	9.84	0.22
Pack 8	10.06	11.77	8.98	9.75	0.31
Pack 9	10.06	11.77	8.98	9.85	0.21
Pack 10	10.06	11.77	8.98	9.77	0.29
Pack 11	10.06	11.77	8.98	9.81	0.25
Pack 12	10.06	11.77	8.98	9.45	0.61
TOTAL	120.72	141.24	107.76	118,05	

#### 3.1.1 Resultados bloque 1

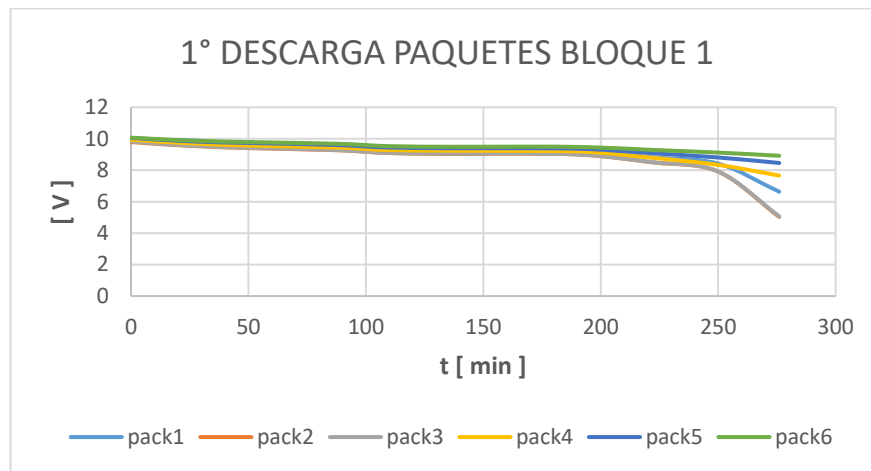
El bloque 1 posee los paquetes que están dentro del error del vehículo. En la tabla 7 se encuentra los voltajes que se obtuvieron de los paquetes 1 al 6 del bloque 1, al momento de la descarga. Los valores expuestos son un resumen del Anexo 1.

**Tabla 7.** Voltajes de la Primera descarga de los paquetes 1 – 6

Tiempo	Pack1	Pack2	Pack3	Pack4	Pack5	Pack6
0	9.91	9.79	9.83	9.94	10.05	10.06
30	9.7	9.51	9.53	9.66	9.81	9.86
60	9.58	9.4	9.42	9.55	9.72	9.78
90	9.47	9.26	9.27	9.44	9.58	9.67
100	9,31	9.1	9.12	9.28	9.45	9.54
120	9.3	9.09	9.1	9.28	9.42	9.52
150	9.23	9.03	9.05	9.23	9.39	9.49
180	9.31	9.09	9.1	9.28	9.46	9.56
210	8.97	8.71	8.72	8.96	9.19	9.35

<b>240</b>	8.56	8.16	8.18	8.52	8.9	9.17
<b>270</b>	7.65	5.28	6.25	7.86	8.54	8.97
<b>276</b>	6.63	5.03	5.07	7.66	8.46	8.98

En la primera descarga los paquetes 5 y 6 reaccionan debidamente, pero los paquetes 1, 2, 3, 4 tienen variaciones, con más notoriedad los paquetes 2 y 3, como se observa en la Figura 46. Se puede notar que desde la primera descarga se tiene fallas en estos paquetes. Y estas fallas pueden darse por el uso o la mala manipulación.



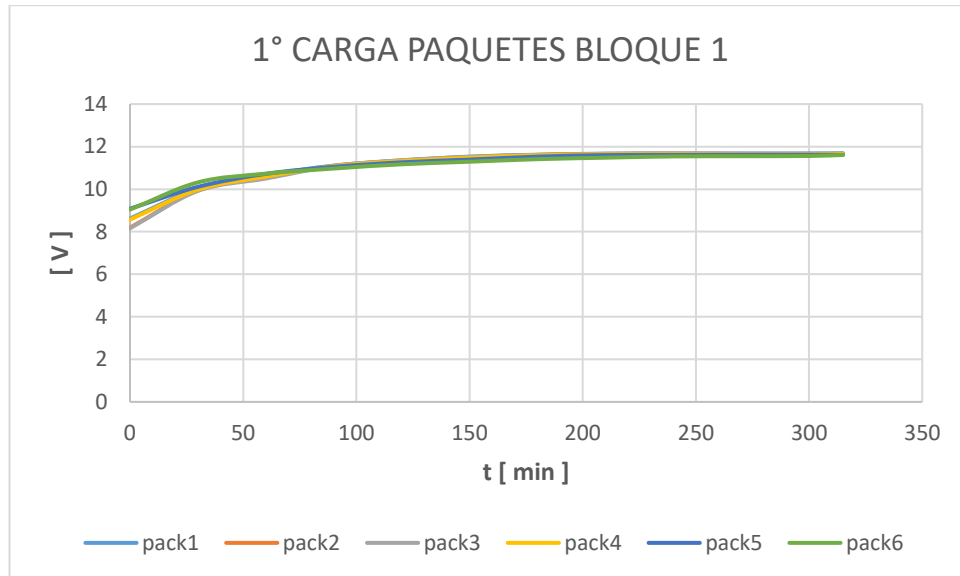
**Figura 46.** Primera Descarga de los paquetes 1 – 6

Los seis primeros paquetes quedaron por varias horas en reposo (desconectadas) antes de ejecutar la carga, lo cual les permitió tratar de nivelarse, es decir, subir su voltaje, como los paquetes están en serie (uno conectado consecuente del otro) los de mayor voltaje ayudan a los paquetes de menor voltaje e intentan recuperarse. En la tabla 8 se encuentra los voltajes que se obtuvieron de los paquetes 1 al 6 del bloque 1, al momento de la carga. Los valores expuestos son resumen del Anexo 2.

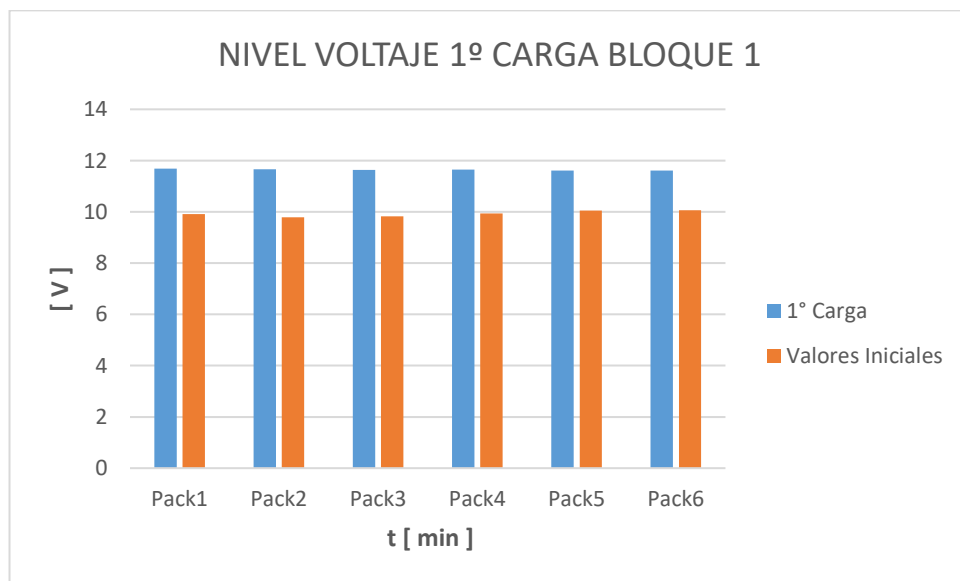
**Tabla 8.** Voltajes de la Primera carga de los paquetes 1 – 6

Tiempo	Pack1	Pack2	Pack3	Pack4	Pack5	Pack6
<b>0</b>	8.62	8.19	8.16	8.57	9.08	9.04
<b>30</b>	10.02	9.94	9.92	9.98	10.11	10.32
<b>60</b>	10.65	10.55	10.5	10.59	10.72	10.73
<b>90</b>	11.11	11.09	11.09	11.08	11.05	10.97
<b>120</b>	11.35	11.34	11.36	11.32	11.26	11.17
<b>150</b>	11.53	11.5	11.52	11.48	11.39	11.29
<b>180</b>	11.62	11.61	11.61	11.59	11.53	11.41
<b>210</b>	11.67	11.66	11.64	11.64	11.6	11.48
<b>240</b>	11.68	11.67	11.65	11.65	11.61	11.54
<b>270</b>	11.68	11.66	11.64	11.65	11.62	11.55
<b>300</b>	11.68	11.66	11.63	11.65	11.62	11.56
<b>315</b>	11.69	11.66	11.64	11.65	11.61	11.61

Al momento de la carga en la Figura 47 muestra cómo reaccionan los paquetes y en la Figura 48 se ve el nivel de cómo se cargaron de una manera equitativa y esperada, donde todos los paquetes llegan a un voltaje similar con una variación mínima de 0.1V. Aquí se acaba el primer ciclo de recuperación de los primeros seis paquetes.



**Figura 47.** Primera Carga de los paquetes 1 – 6



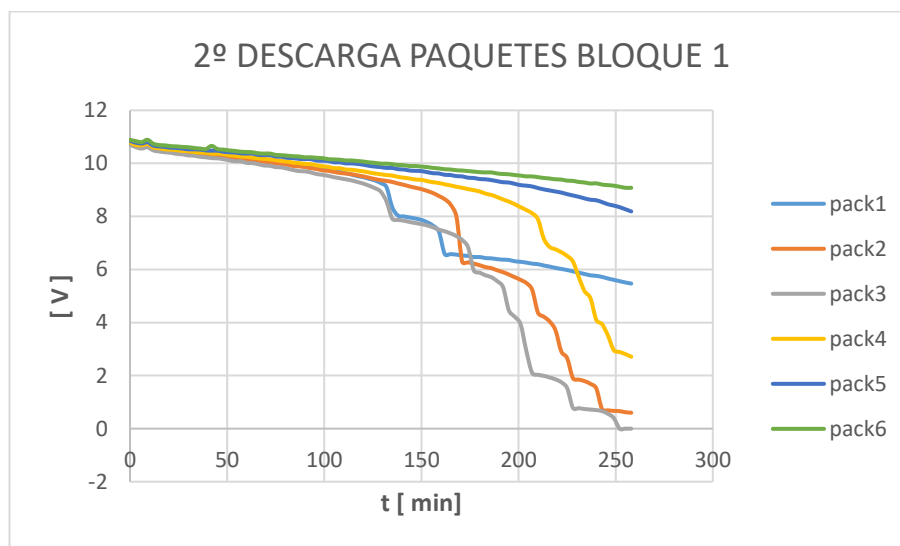
**Figura 48.** Nivel de Voltaje en la 1° Carga Bloque 1

El segundo ciclo se inicia con una descarga, en la Tabla 9 se encuentra los voltajes que se obtuvieron de los paquetes 1 al 6 del bloque 1, al momento de la descarga. Los valores expuestos son un resumen del Anexo 3.

**Tabla 9.** Voltajes de la Segunda Descarga de los paquetes 1 – 6

Tiempo	Pack1	Pack2	Pack3	Pack4	Pack5	Pack6
0	10.75	10.75	10.71	10.79	10.85	10.89
30	10.43	10.39	10.3	10.46	10.53	10.61
60	10.17	10.16	10.02	10.25	10.37	10.43
90	9.89	9.86	9.7	9.98	10.16	10.23
120	9.48	9.51	9.24	9.7	9.95	10.07
150	7.87	9.03	7.71	9.38	9.71	9.88
180	6.47	6.16	5.88	8.94	9.41	9.67
210	6.2	4.37	2.03	7.89	9.07	9.48
240	5.76	1.52	0.7	4.1	8.61	9.25
258	5.47	0.6	0	2.71	8.9	9.08

En la Figura 49 se puede observar que los paquetes 1, 2, 3, 4 tienen problemas, puesto que, llegan a voltajes muy bajos cuando, el paquete con valor nominal no baja su voltaje tan considerablemente en el lapso de tiempo medido. Como se puede observar en este ciclo se muestra realmente lo que está sucediendo en las baterías, y como el voltaje de algunos paquetes decae tan bruscamente.

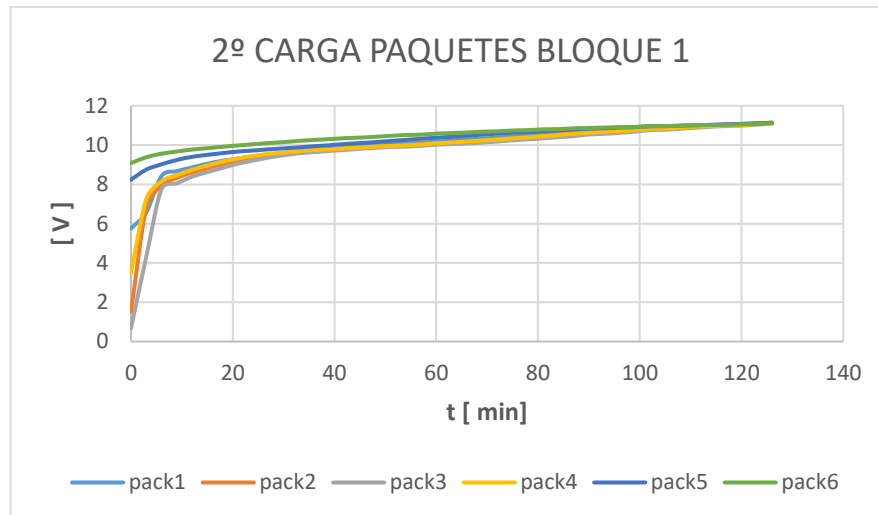
**Figura 49.** Segunda Descarga de los paquetes 1 – 6

En el segundo ciclo en la parte de carga, la Tabla 10 posee los voltajes que se obtuvieron de los paquetes 1 al 6 del bloque 1, al momento de la carga. Los valores expuestos son un resumen del Anexo 4.

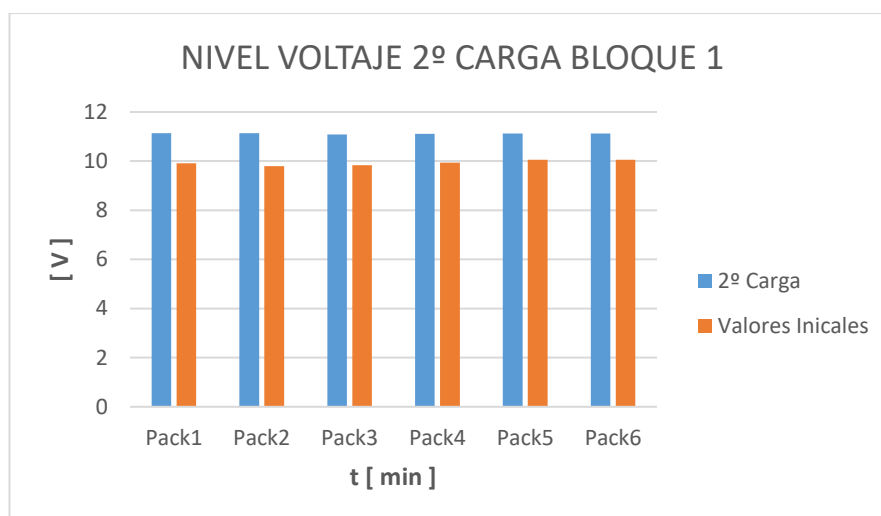
**Tabla 10.** Voltajes de la Segunda Carga de los paquetes 1 – 6

Tiempo	Pack1	Pack2	Pack3	Pack4	Pack5	Pack6
0	5.75	1.53	0.68	3.5	8.24	9.08
30	9.59	9.57	9.48	9.61	9.83	10.15
60	10.17	10.07	10.02	10.09	10.37	10.58
90	10.72	10.64	10.54	10.63	10.84	10.87
120	11.08	11.07	10.99	11.03	11.07	11.06
126	11.14	11.14	11.09	11.11	11.13	11.12

Se observa en la Figura 50 que los paquetes con problemas, se recuperan de una manera muy drástica en un corto periodo de tiempo, y no progresivamente, aunque parecían que los paquetes estaban cargados y nivelados, se realizó más ciclos para asegurar su correcto funcionamiento, de lo contrario se podía asumir que estos paquetes estaban en perfecto estado. En la Figura 50 se observa como los paquetes reaccionan al momento de la carga y su nivelación en la Figura 51.



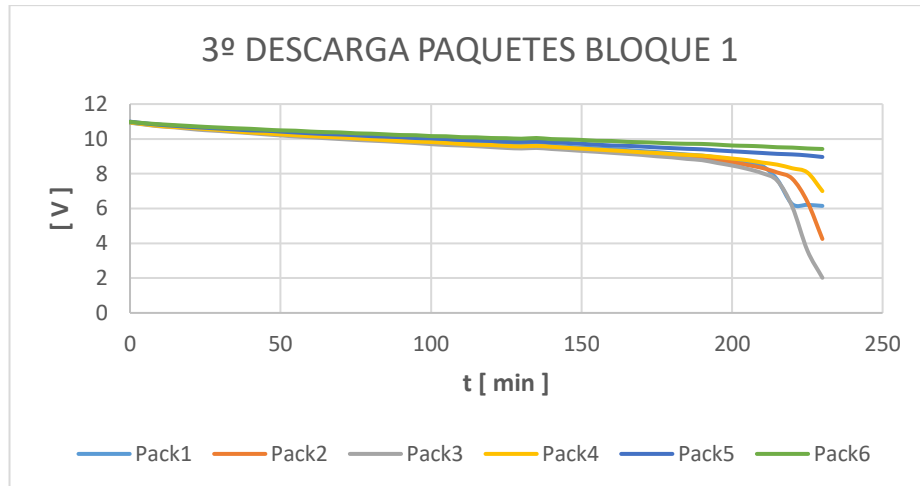
**Figura 50.** Segunda Carga de los paquetes 1 – 6



**Figura 51.** Nivel de Voltaje en la 2º Carga Bloque 1

En el tercer ciclo en la parte de descarga, se observa en la Figura 52 como los paquetes, aunque decaigan en periodos muy cortos de tiempo, se recupera y ya no tiene cambios bruscos de voltaje. Los paquetes aún no se rejuvenecen puesto que sus componentes químicos (GEL) están aún sedimentados o resecos.

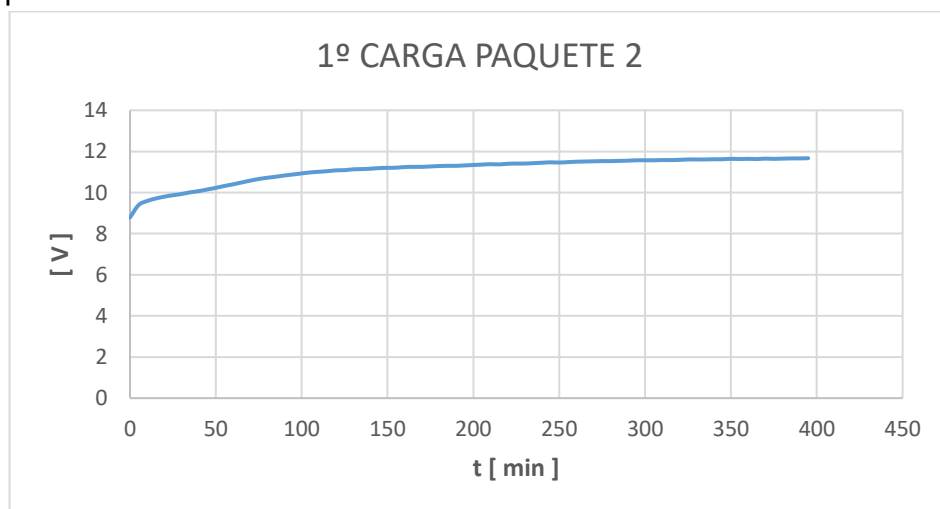
Los paquetes a largos tiempos de trabajo no lograrán mantener su voltaje, es decir, si el vehículo requiere un amperaje mayor, los paquetes se van descargar inmediatamente y no va a poder abastecer la energía necesaria para poner en marcha el vehículo. Los datos para la Figura 52 se obtuvieron del Anexo 5.



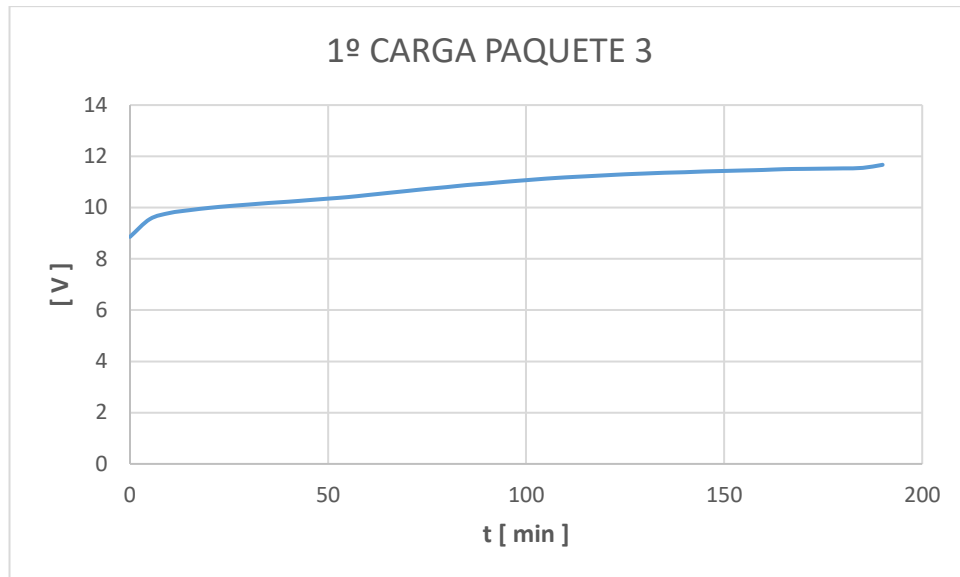
**Figura 52.** Tercera Descarga de los Paquetes 1 – 6

Con los resultados de los datos anteriores, los paquetes no se recuperaron considerablemente a pesar que, al cargarse se nivelan con los demás paquetes, por lo que fue necesario realizar varios ciclos más. Se optó por recuperar los paquetes de forma individual, puesto que al estar conectados en serie pueden beneficiarse o a su vez perjudicarse por los demás paquetes, porque el voltaje se reparte entre los paquetes.

Al recuperarlos individualmente bastó con un ciclo de carga y descarga para que los paquetes 2 y 3 se nivelen y restauren su funcionamiento. Primero se cargó paquete 2 (Figura 53) y después al paquete 3 (Figura 54). Los datos para representar la Figura 53 y Figura 54 se obtuvieron del Anexo 6 y Anexo 7 respectivamente.

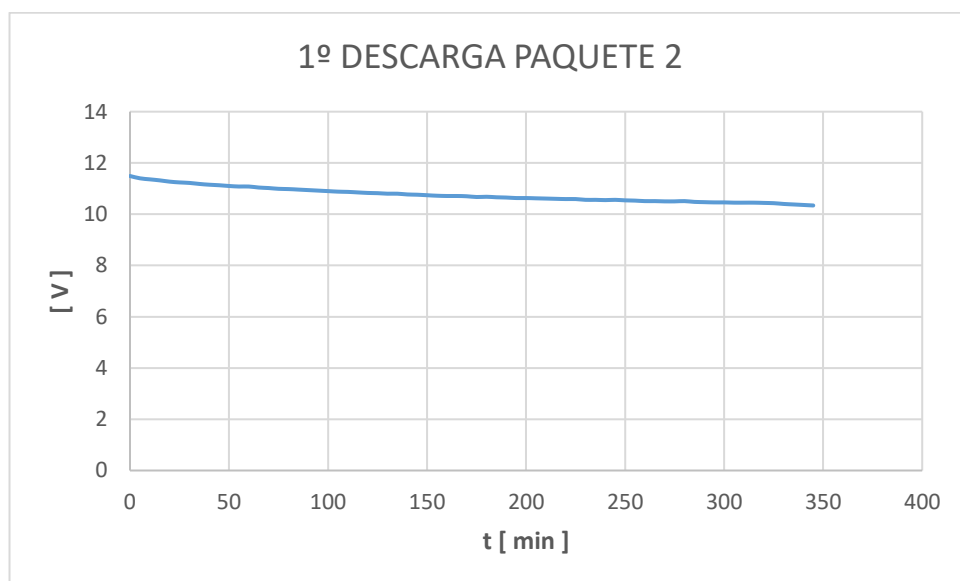


**Figura 53.** Primera Carga Paquete 2 bloque 1



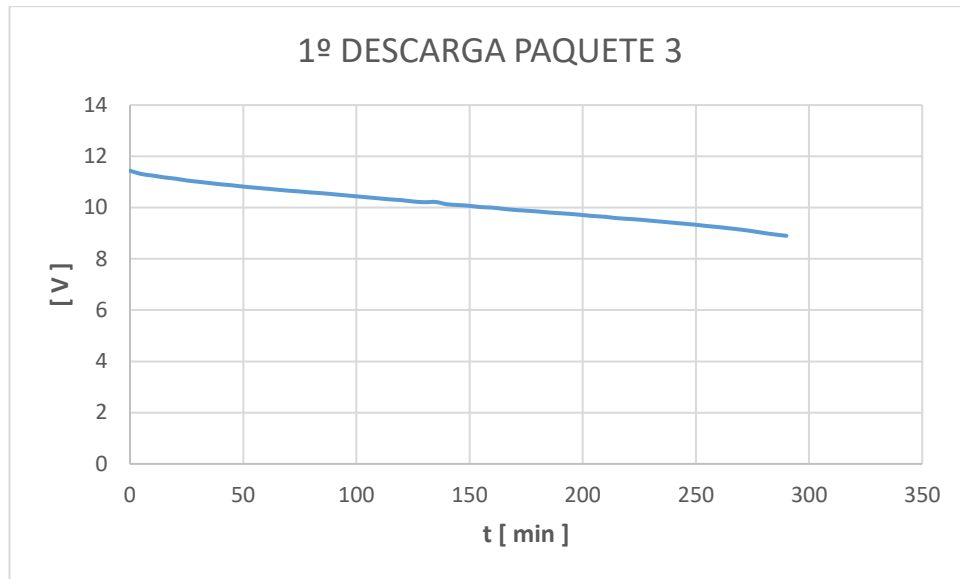
**Figura 54.** Primera Carga Paquete 3 Bloque 1

Se descargaron los paquetes individualmente y como se puede observar en la Figura 55 (paquete2) y en la Figura 56 (paquete 3) donde el tiempo de descarga es mayor, hasta llegar al voltaje nominal de descarga. El paquete 2 no bajó tan considerable su voltaje en el largo periodo de tiempo. Los datos para representar la Figura 55 y Figura 56 se obtuvieron del Anexo 8 y el Anexo 9 respectivamente.



**Figura 55.** Primera Descarga Paquete 2 Bloque 1





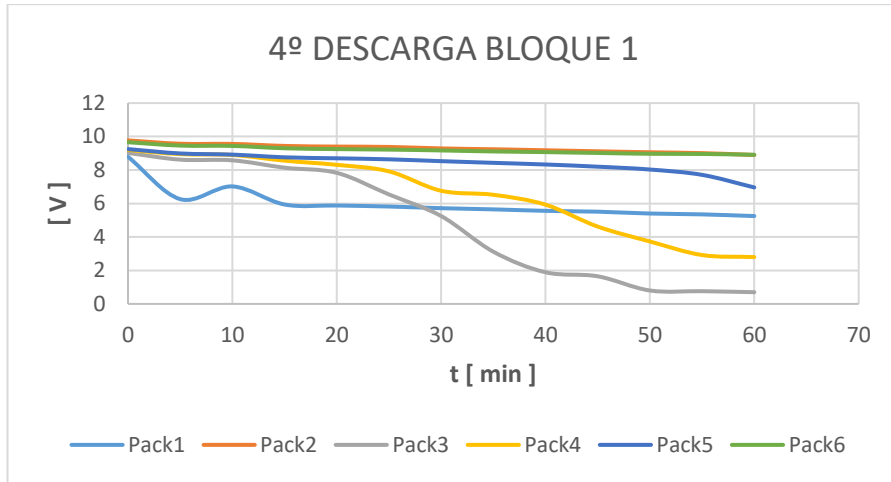
**Figura 56.** Primera Descarga Paquetes 3 Bloque 1

Al observar que los paquetes se recuperaron, se optó por realizar un ciclo de carga y descarga de todos los paquetes del bloque 1 conjuntamente en serie.

En un cuarto ciclo de descarga (Figura 57), se observa cómo reaccionan los paquetes que se recuperaron individualmente, el paquete 2 está en mejores condiciones que los demás, mientras tanto el paquete 3 sigue con defectos y llegó a puntos muy bajos de voltaje con respecto al voltaje nominal. Los datos para representar la Figura 57 se obtuvieron de la Tabla 11.

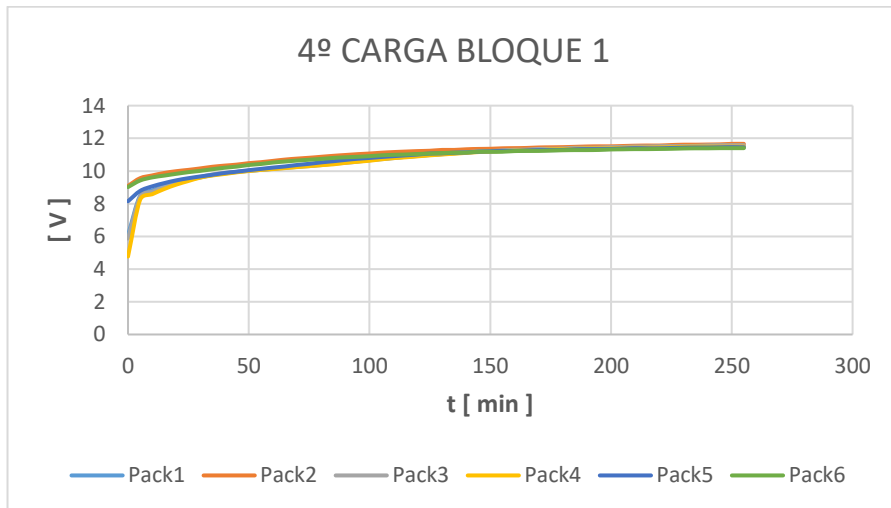
**Tabla 11.** Voltajes de la Cuarta Descarga de los Paquetes 1 – 6

Tiempo	Pack1	Pack2	Pack3	Pack4	Pack5	Pack6
0	8.79	9.77	9.02	9.2	9.25	9.66
5	6.26	9.57	8.62	8.95	8.99	9.46
10	7.02	9.56	8.58	8.9	8.92	9.44
15	5.94	9.44	8.14	8.56	8.76	9.3
20	5.88	9.4	7.83	8.31	8.7	9.25
25	5.82	9.38	6.54	7.92	8.64	9.22
30	5.72	9.29	5.25	6.76	8.53	9.17
35	5.65	9.24	3.12	6.52	8.43	9.11
40	5.56	9.18	1.89	5.93	8.33	9.07
45	5.51	9.12	1.65	4.62	8.2	9.02
50	5.4	9.06	0.8	3.73	8.03	8.97
55	5.35	9.01	0.76	2.92	7.71	8.96
60	5.25	8.9	0.7	2.8	6.96	8.91

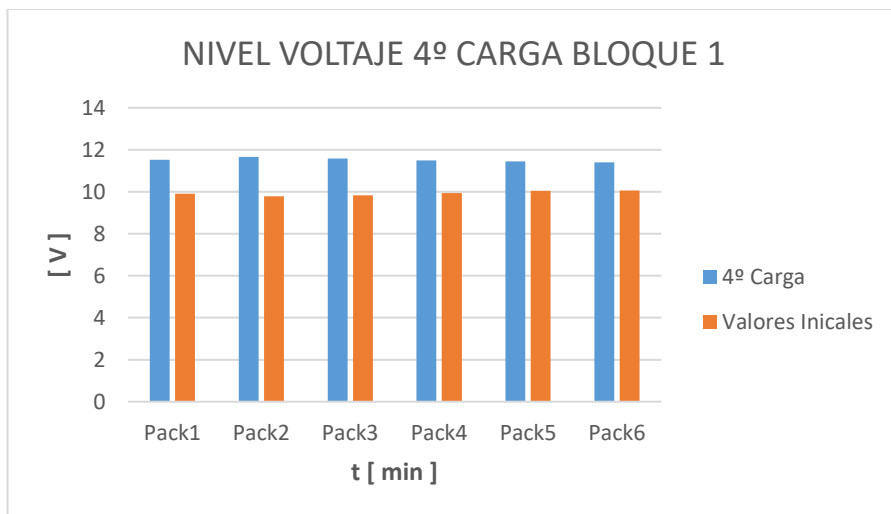


**Figura 57.** Cuarta Descarga de los Paquetes 1 – 6

Se cargaron (Figura 58) y se nivelaron (Figura 59) los paquetes para realizar una última prueba, de que paquete está en buen estado y cual no. Los datos para representar la Figura 58 y 59 se obtuvieron del Anexo 10.

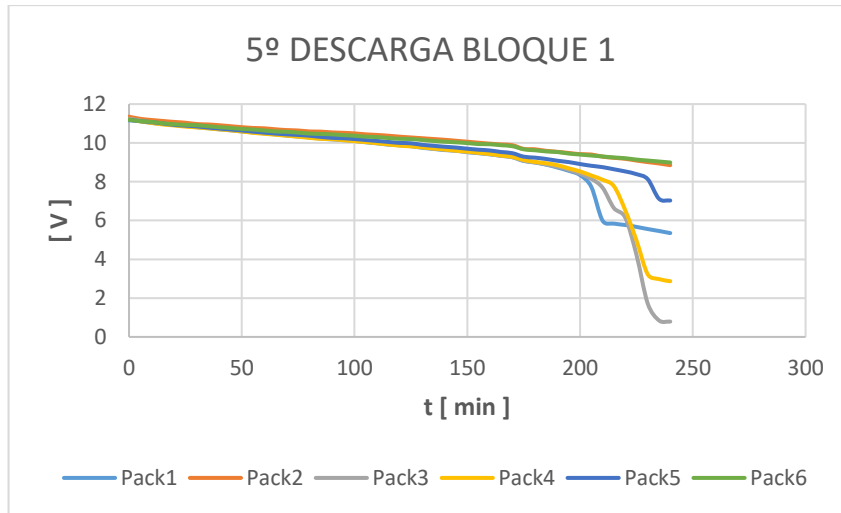


**Figura 58.** Cuarta Carga de los Paquetes 1 – 6



**Figura 59.** Nivel de Voltaje en la 4º Carga del Bloque 1

En la última descarga del bloque 1 (Figura 60) se muestra que el paquete 2 sigue en buenas condiciones, mientras tanto, el paquete 3 no pudo recuperarse a pesar de que individualmente reaccione de mejores condiciones. Los datos para representar la Figura 48 se obtuvieron del Anexo 11.



**Figura 60.** Quinta Descarga de los Paquetes 1 – 6

### 3.1.1.1 Análisis Paquete 3

El paquete 3 con un solo ciclo de carga y descarga, dio a conocer como si estuviera en condiciones para ya realizar el trabajo, pero al momento de colocarlo ya en conjunto con todos los demás paquetes este se desploma y sigue con las mismas fallas.

Se realizaron más ciclos de carga y descarga, y a pesar de ello el paquete 3 no reaccionó conforme a lo esperado, esto quiere decir, que no podrá mantener su energía cuando lo soliciten, dando así códigos de avería y un mal rendimiento en el vehículo, por lo que se decidió sustituirlo.

### 3.1.2 Resultados bloque 2

En el bloque 2 se realizaron ciclos de carga y descarga para corroborar si el paquete 12 tiene problemas, obtener sus primeros valores y saber si existen problemas como en el bloque anterior.

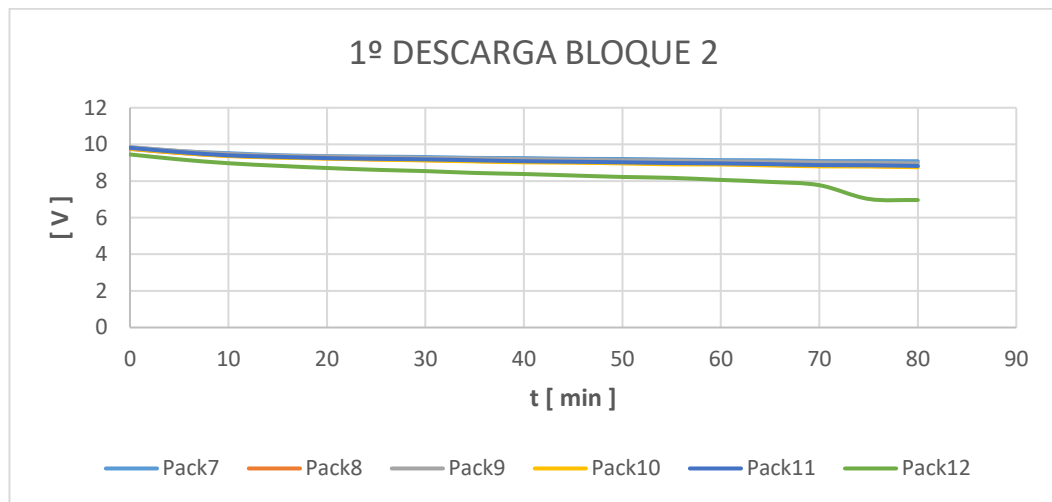
En la Tabla 12 se encuentra los voltajes que se obtuvieron de los paquetes 7 al 12 del bloque 2, al momento de la primera descarga.

**Tabla 12.** Voltajes de la Primera Descarga de los paquetes 7 – 12

Tiempo	Pack7	Pack8	Pack9	Pack10	Pack11	Pack12
<b>0</b>	9.84	9.75	9.85	9.77	9.81	9.45
<b>5</b>	9.63	9.53	9.64	9.54	9.58	9.18
<b>10</b>	9.52	9.38	9.48	9.36	9.4	8.97
<b>15</b>	9.41	9.29	9.38	9.28	9.32	8.83
<b>20</b>	9.36	9.24	9.34	9.22	9.25	8.71
<b>25</b>	9.33	9.18	9.3	9.17	9.21	8.61

<b>30</b>	9.31	9.14	9.26	9.12	9.18	8.54
<b>35</b>	9.26	9.09	9.23	9.07	9.13	8.44
<b>40</b>	9.25	9.05	9.19	9.02	9.08	8.38
<b>45</b>	9.21	9.03	9.16	9	9.05	8.3
<b>50</b>	9.2	8.98	9.13	8.96	9.02	8.22
<b>55</b>	9.17	8.97	9.11	8.91	8.98	8.17
<b>60</b>	9.14	8.93	9.07	8.9	8.96	8.06
<b>65</b>	9.13	8.89	9.05	8.85	8.92	7.95
<b>70</b>	9.09	8.87	9.01	8.8	8.87	7.77
<b>75</b>	9.09	8.82	8.99	8.79	8.86	7.02
<b>80</b>	9.08	8.79	8.96	8.75	8.82	6.96

En la Figura 61 se tiene el primer ciclo de descarga de estos paquetes, donde, se muestra y se confirma que el paquete 12 es el que da problemas en este bloque. De tal manera que se realizó un ciclo de carga y descarga para saber lo que sucede en los paquetes y si llegaban a fallar como en el bloque anterior.



**Figura 61.** Primera Descarga de los Paquetes 7 – 12

En la Tabla 13 se encuentra los voltajes que se obtuvieron de los paquetes 7 al 12 del bloque 2, al momento de la carga. Los valores expuestos son un resumen del Anexo 12.

**Tabla 13.** Voltajes de la Primera Carga de los paquetes 7 – 12

Tiempo	Pack7	Pack8	Pack9	Pack10	Pack11	Pack12
<b>0</b>	9.37	9.19	9.35	9.15	9.22	8.42
<b>30</b>	10.13	9.99	10.07	9.98	10.03	9.72
<b>60</b>	10.54	10.46	10.53	10.46	10.53	10.47
<b>90</b>	10.91	10.95	10.93	10.97	11	11.07
<b>120</b>	11.16	11.26	11.2	11.32	11.29	11.46
<b>150</b>	11.33	11.43	11.37	11.49	11.48	11.66
<b>180</b>	11.4	11.52	11.47	11.59	11.59	11.71
<b>190</b>	11.41	11.53	11.49	11.61	11.61	11.72

En el primer ciclo de carga en la Figura 62 se puede ver como es el proceso de carga a lo largo del tiempo y si están nivelados (Figura 63). Pero esta parte no ayuda a saber si los paquetes realmente se recuperaron o no.

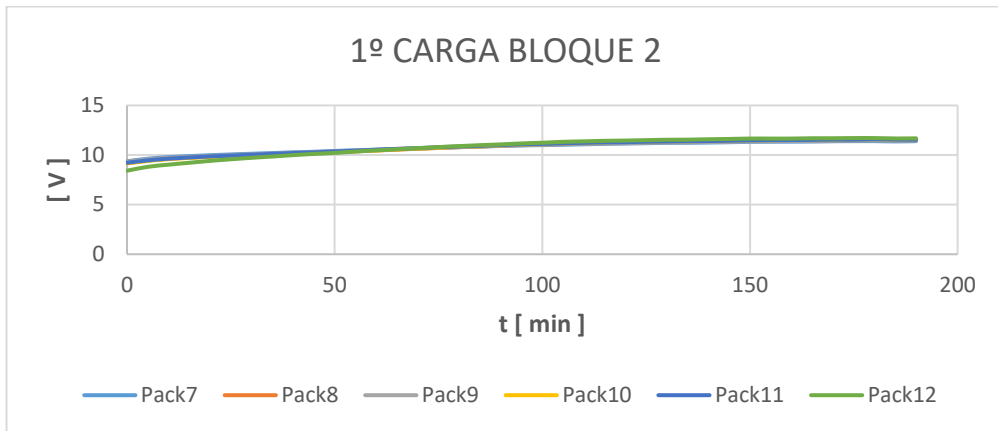


Figura 62. Primera Carga de los Paquetes 7 – 12

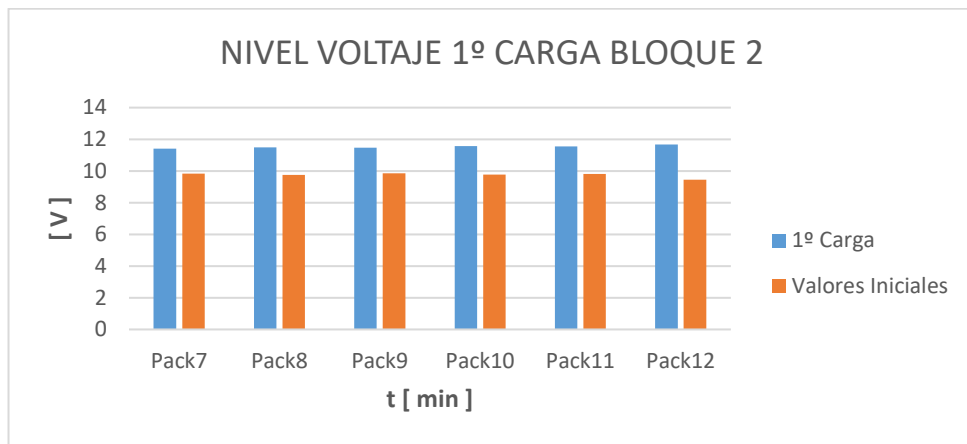


Figura 63. Nivel de Voltaje en la 4º Carga del Bloque 1

En segundo ciclo de descarga la Figura 64, corroboró que el paquete 12 tiene problemas similares a los paquetes 1, 2, 3, 4 del bloque anterior, y se debe por el tiempo fuera del vehículo y a su mal funcionamiento. Los valores para la gráfica se obtuvieron del Anexo 13.

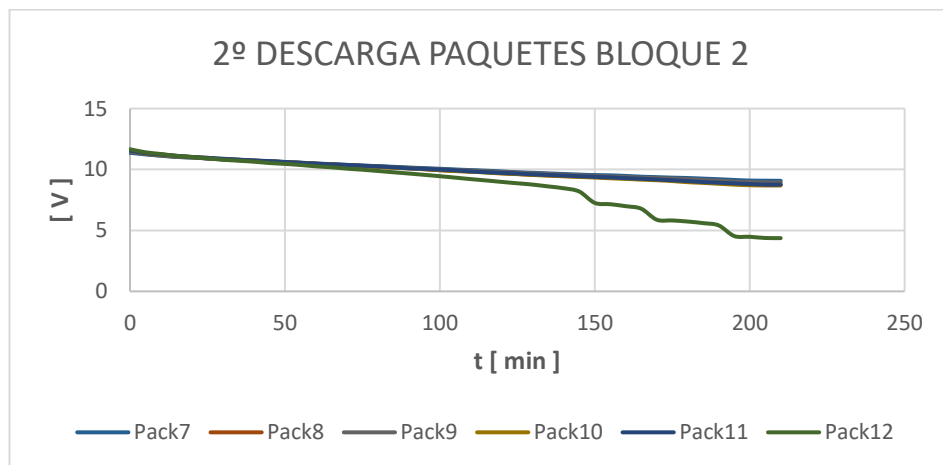
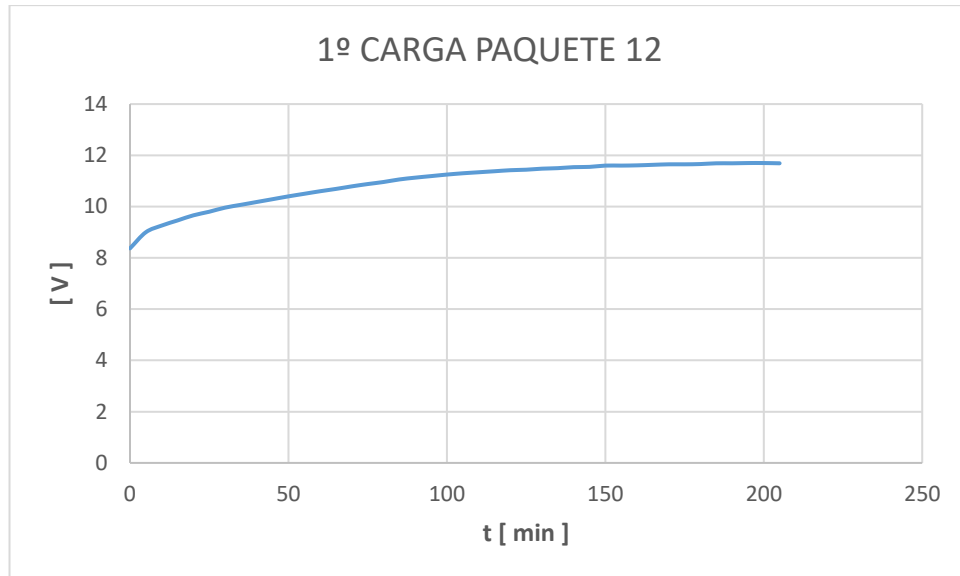
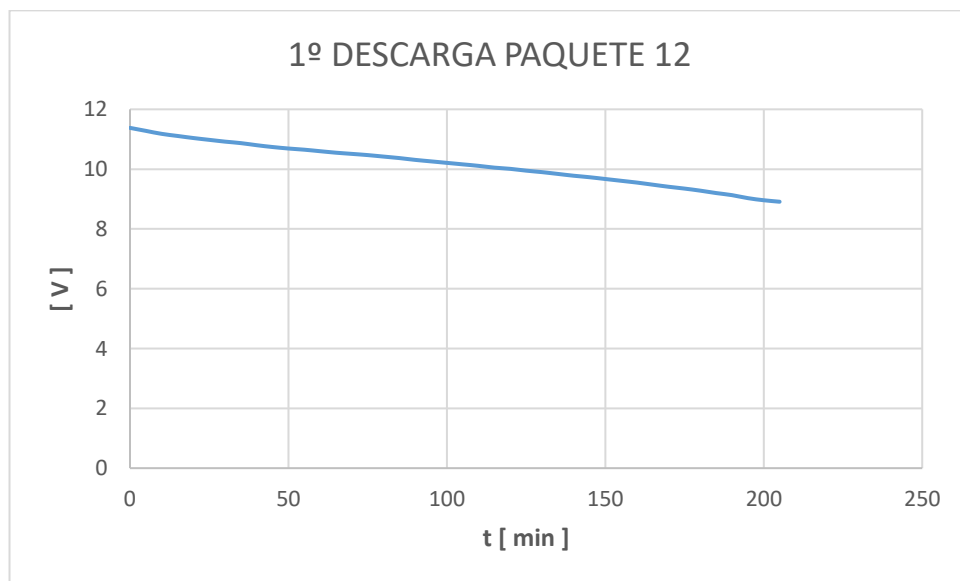


Figura 64. Segunda Descarga de los Paquetes 7 – 12

De igual manera se optó por un ciclo de carga y descarga individual por que solo se tiene un paquete por recuperar, por ende, fue más rápido y efectivo. En las Figuras 65 y 66 se muestran cómo reacciona el paquete 12 al momento de la carga y descarga respectivamente. Los valores para la Figura 65 y Figura 66 se obtuvieron del Anexo 14 y Anexo 15 respectivamente.

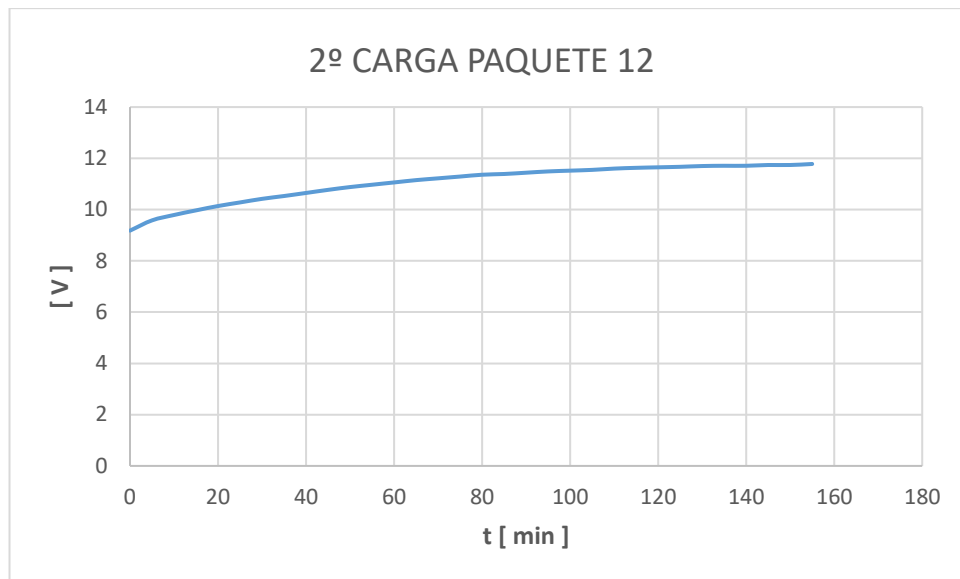


**Figura 65.** Primera Carga Paquete 12



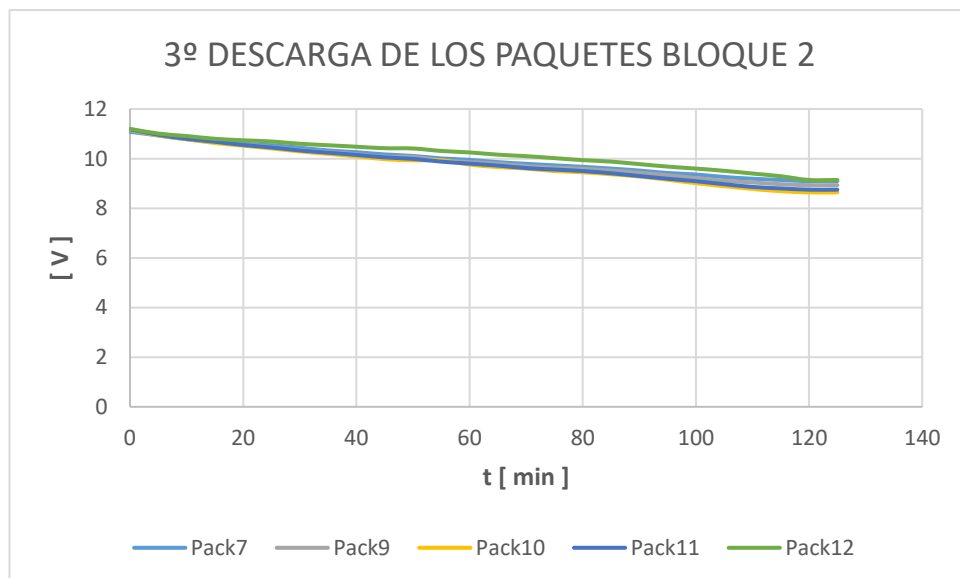
**Figura 66.** Primera Descarga Paquete 12

En la siguiente etapa de carga (Figura 67) se observa como el paquete se recupera sin ningún inconveniente y en un periodo de tiempo adecuado. Los valores para la Figura 67 se obtuvieron del Anexo 16.



**Figura 67.** Segunda Carga Paquete 12

Para verificar si el paquete se recuperó o no, se ejecutó una etapa de descarga con los 6 paquetes del bloque 2 conjuntamente en serie. En la Figura 68 se da a notar la recuperación del paquete 12 exitosamente. Los valores para la gráfica se obtuvieron del Anexo 17.



**Figura 68.** Tercera Descarga de los Paquetes 7 – 12

### 3.1.2.1 Análisis Paquete 12

Al contrario del paquete 3 del bloque 1, el paquete 12 del bloque 2, con un solo ciclo de carga y descarga, se restauró en su totalidad y obtuvo mejores resultados que los demás paquetes. De tal manera que no generó ningún inconveniente en el vehículo y alargó la vida útil de la batería, puesto que se encuentra al mismo nivel que los demás paquetes, lo que es sumamente necesario para mantener la vida útil de la batería.

## 3.2 COSTOS

### 3.2.1 COSTO ELÉCTRICO

En la Tabla 14, se indican los costos incurridos en los elementos que conforman la parte eléctrica del sistema.

Tabla 14. Costo – Eléctrico

Elemento	Valor Unitario	Cantidad	Costo
Arduino UNO	25	1	25
Arduino MEGA	60	1	60
Lector Tarjeta SD	10	1	10
Sensor de Corriente	25	1	25
Varios	25	1	25
Sensor Temperatura	2	1	2
Adaptador 12V	5	1	5
Regulador de Voltaje	1.5	1	1.5
Display	30	1	30
Baquelita	10	1	10
<b>TOTAL</b>			<b>193.5</b>

### 3.2.2 COSTO ELÉCTRONICO Y DE CONTROL

En la Tabla 15, se indican los costos incurridos en los elementos que conforman la parte electrónica y control del sistema.

Tabla 15. Costo – Electrónico

Elemento	Valor Unitario	Cantidad	Costo
Diodín 220V/300W	4	5	20
Diodín 220V/1500	6	1	6
Halógeno 12V/60W	7	3	21
Puente Rectificador	10	1	10
Condensador	5	1	5
Ventilador	5	5	25
RELAY	0.75	20	15
Caja	15	1	15
Porta Diodín	1.5	6	9
Soque Halógeno	1.5	4	6
<b>TOTAL</b>			<b>132</b>

### 3.2.3 COSTO TOTAL

En el Tabla 16, se indica el valor total incurrido en la fabricación del sistema.

Tabla 16. Costo Total del Sistema

Parte	Costo
Eléctrico	193.5
Electrónico y control	132
<b>TOTAL</b>	<b>325.5</b>



## **4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## **CONCLUSIONES**

El número de ciclos de carga y descargas dependió de cada paquete y cada bloque que se restauró, puesto que cada uno de estos estaba con diferentes valores y problemas a solucionar. Por esta razón la máquina cuenta con un sistema para cargar o descargar cuantas veces sea necesario y poder parar cuando el sistema o el operario lo requiera.

Los paquetes tienden a recuperarse solos, o su vez bajar su voltaje, para el que fueron diseñados, pero este puede ser un factor para tomar datos erróneos, conclusiones incorrectas o se puede asumir que la batería se ha recuperado.

Los paquetes deben estar lo más nivelados (Voltaje) posible, conforme se los instale en el vehículo, esto no generará ningún error al encenderse o al escanearlo, lo que permite asegurar la vida útil de la batería de alto voltaje. Las baterías de Ni-MH son propensas a tener fallos o a recortar su vida útil, cuando sus paquetes tienen diferentes voltajes, lo que da error a no poder mantener su carga.

Se trabajó con un porcentaje del 12% de descarga para saber que está pasando realmente, puesto que en un principio se usó el 10% y los paquetes reaccionaban normalmente y no se podía detectar cuál de ellos fallaba, por ende, se optó por 12% donde los paquetes ya dan su verdadero comportamiento.

## **RECOMENDACIONES**

Es necesario realizar más ciclos de carga y descarga, individual o en conjunto para asegurarse de que los paquetes se restauraren correctamente o si es necesario cambiarlos por completo.

Se puede dejar reposar los paquetes después de un ciclo o varios ciclos de carga y descarga, para aparentar que el vehículo está apagado o en reposo y obtener valores del comportamiento, si existe algún fallo en los paquetes.

Se puede hacer una revisión de los paquetes que no cumplieron con el objetivo de este proyecto, por ejemplo revisar un paquete, para determinar cuál fue la causa de que este no logró restaurarse.

## BIBLIOGRAFÍA

- Andrés. (14 de Septiembre de 2017). Electricaplicada. Obtenido de Cables y alambres eléctricos explicación de los tipos y sus diferencias: <https://www.electricaplicada.com/cables-y-alambres-electricos-tipos-y-diferencias/>
- Artigas, J. (2013). Cargador de paquetes de baterías de Ni-MH de 24 V, 10 Ah para. Zaragoza: Universidad de Zaragoza.
- Augeri, F. (2010). Estudio del Mantenimiento y Reparación de Baterías Híbridas. Buenos Aires: Cise Electronics Corp.
- Augeri, F. (2011). Introducción al funcionamiento y diagnóstico de Vehículos Híbridos I. Buenos Aires: Cise Electrónica.
- Automotorpad. (20 de Julio de 2018). Automotorpad. Obtenido de Panasonic battery for toyota camry hybrid: <http://automotorpad.com/toyota/228054-panasonic-battery-for-toyota-camry-hybrid.html>
- Ávila, M. (2014). DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN CARGADOR AUTOMATIZADO DE BATERÍAS DE VEHÍCULOS HÍBRIDOS. Latacunga: ESPE.
- Blanco, M. (2010). EFECTO SOBRE LOS CIRCUITOS DE DISTRIBUCIÓN SECUNDARIOS DEBIDO AL USO INTENSIVO DE BOMBILLAS FLUORESCENTES COMPACTAS Y LEDS (LIGHT EMITTING DIODES). Bogotá.
- cefire. (02 de Octubre de 2018). Tipos de lámparas. Obtenido de [http://cefire.edu.gva.es/pluginfile.php/199806/mod\\_resource/content/0/contenidos/009/luminotecnia/31\\_\\_tipos\\_de\\_lmparas.html](http://cefire.edu.gva.es/pluginfile.php/199806/mod_resource/content/0/contenidos/009/luminotecnia/31__tipos_de_lmparas.html)
- Cobos, P. (2010). Sistema embebido para el control de carga de baterías en un vehículo eléctrico híbrido ligero. Madrid: EPISOL.
- Corp, C. E. (01 de abril de 2016). CISE. Recuperado el 20 de Julio de 2018, de Técnicas para cargar baterías: <http://www.cise.com/portal/notas-tecnicas/item/847-t%C3%A9cnicas-para-cargar-bater%C3%ADas.html>
- Cuesta, C. (18 de Septiembre de 2018). OSCILOSCOPIO VIRTUAL. Obtenido de Técnicas de medida: <http://rabfis15.uco.es/lvct/tutorial/22/ayuda/tecnicas.htm>

- Curiosoando. (03 de Julio de 2014). ¿Qué es un puente rectificador de diodos? Recuperado el 20 de Julio de 2018, de <https://curiosoando.com/que-es-un-puente-rectificador-de-diodos>
- Desanti, C. G. (2006). Diseño prototipo de controlador inversor de potencia polifásico y cargador de baterías para vehículos eléctricos e híbridos tipo serie (Primera parte). Cartago.
- DSK. (02 de Octubre de 2018). alldatasheet. Obtenido de BR310 Datasheet (PDF) - Diode Semiconductor Korea: <https://pdf1.alldatasheet.es/datasheet-pdf/view/844967/DSK/BR310.html>
- econologie. (29 de Septiembre de 2018). econologie. Obtenido de <https://es.econologie.com/foros/electricidad-electr%C3%B3nica-inform%C3%A1tica/variaci%C3%B3n-de-la-resistencia-de-tensi%C3%B3n-y-a-hal%C3%B3geno-bulbo-t6886.html>
- EcuRed. (18 de Septiembre de 2018). EcuRed. Obtenido de Lámpara halógena: [https://www.ecured.cu/L%C3%A1mpara\\_hal%C3%B3gena](https://www.ecured.cu/L%C3%A1mpara_hal%C3%B3gena)
- Erazo, G. Á. (2014). Cargador Automatizado para Baterías de Vehículos Híbridos. INFOCIENCIA, 62-71.
- Fitsa. (2007). Tecnologías de propulsión híbridas y las evidencias científicas de su eficacia. España: (s.e) .
- García, J. (2015). ASÍ FUNCIONA. Recuperado el 29 de Septiembre de 2018, de ASÍ FUNCIONAN LAS LÁMPARAS HALÓGENAS: [http://www.asifunciona.com/electrotecnia/af\\_halogenas/af\\_halogena\\_2.htm](http://www.asifunciona.com/electrotecnia/af_halogenas/af_halogena_2.htm)
- García, J. (29 de Septiembre de 2018). Lámparas Incandescentes. Obtenido de <https://recursos.citcea.upc.edu/llum/lamparas/lincan.html>
- García, J. (29 de Septiembre de 2018). Lámparas incandescentes. Obtenido de <https://recursos.citcea.upc.edu/llum/lamparas/lincan.html>
- García, V. (07 de Octubre de 2015). Hispavila. Recuperado el 18 de Septiembre de 2018, de VOLTÍMETRO CON ARDUINO: <https://www.hispavila.com/voltmetro-con-arduino/>
- Gausemeier, J. M. (21 de 08 de 2003). NEW GUIDELINE VDI 2206 – A FLEXIBLE PROCEDURE MODEL FOR. Recuperado el 22 de Julio de 2018, de [https://www.designsociety.org/download-publication/23949/new\\_guideline\\_vdi\\_2206-a\\_flexible\\_procedure\\_model\\_for\\_the\\_design\\_](https://www.designsociety.org/download-publication/23949/new_guideline_vdi_2206-a_flexible_procedure_model_for_the_design_)

- Geocities. (02 de Octubre de 2018). LAS BOBINAS FRENTE A LA CORRIENTE CONTINUA. Obtenido de [http://www.geocities.ws/pnavar2/continua/bobin\\_dc.html](http://www.geocities.ws/pnavar2/continua/bobin_dc.html)
- Grenier, M. (2009). Design of an on-board charger for plug-in hybrid electrical vehicle (PHEV). Göteborg: CHALMERS UNIVERSITY OF TECHNOLOGY.
- grlum. (02 de Octubre de 2018). Fuentes de luz y equipos auxiliares. Obtenido de <https://grlum.dpe.upc.edu/manual/sistemasIluminacion-fuentesDeLuz-LamparasDeDescarga-LamparaHalogenurosMetalicos.php>
- Guasch, J. (29 de Septiembre de 2018). ILUMINACIÓN. Obtenido de <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/EnciclopediaOIT/tomo2/46.pdf>
- Iluminacion, O. (2018). Manual Práctico de Iluminación. Recuperado el 02 de Octubre de 2018, de [www.oliviaIluminacion.com](http://www.oliviaIluminacion.com)
- J., G. (2015). ASÍ FUNCIONAN. Recuperado el 15 de septiembre de 2015, de ASÍ FUNCIONAN LAS LÁMPARAS HALÓGENAS: [http://www.asifunciona.com/electrotecnia/af\\_halogenas/af\\_halogena\\_4.htm](http://www.asifunciona.com/electrotecnia/af_halogenas/af_halogena_4.htm)
- Martinez, E. (19 de Mayo de 2015). Curva Característica de una Lámpara. Recuperado el 02 de Octubre de 2018, de <https://www.studocu.com/es/document/universidad-complutense-madrid/laboratorio-de-fisica-i/informe/informe-curva-caracteristica-de-una-lamparadocx-nota-95/232931/view>
- Martinez, J. (2011). AUTOS HIBRIDOS. Quito: Universidad Católica.
- Masvoltaje. (27 de Abril de 2016). ¿Que tipos de cables eléctricos existen? Obtenido de Análisis de productos: <https://masvoltaje.com/blog/tipos-de-cables-electricos-que-existen-n12>
- Mecánica, A. a. (2017). Coche Eléctrico. Recuperado el 20 de Julio de 2018, de [http://www.aficionadosalamecanica.com/coche-electrico\\_bateria.htm](http://www.aficionadosalamecanica.com/coche-electrico_bateria.htm)
- Méndez, A. C. (2016). Diseño del Sistema de Freno Regenerativo de Automóviles. Revista Politécnica. Obtenido de [http://www.revistapolitecnica.epn.edu.ec/ojs2/index.php/revista\\_politecnica2/article/view/451/pdf](http://www.revistapolitecnica.epn.edu.ec/ojs2/index.php/revista_politecnica2/article/view/451/pdf)

- MrElberni. (15 de septiembre de 2018). MrElberni. Obtenido de Rectificador: <http://mrelbernitutoriales.com/fuente-de-alimentacion/rectificador/>
- Nieto, E. (2015). fidestec. Recuperado el 20 de Julio de 2018, de <https://fidestec.com/blog/fuentes-de-alimentacion-conmutadas-03/>
- Oshiro, M. (29 de Octubre de 2014). Hispanotas. Lima. Obtenido de Ficha estandar de familia del catálogo de bienes, servicios y obras MEF: <http://hispanotas.com/2014/10/29/lamparas-halogenas-caracteristicas-como-funciona-ventajas-y-desventajas/>
- Osram. (19 de Septiembre de 2018). Haloline 1500W 240V R7S. Recuperado el 02 de Octubre de 2018, de [https://www.osram-latam.com/ds/ecat/HALOLINE%20Standard-HALOLINE-L%C3%A1mparas%20hal%C3%B3genas-L%C3%A1mparas/lat/es/GPS01\\_1027718/PP\\_LATAM\\_Latam\\_eCat/ZMP\\_57524/](https://www.osram-latam.com/ds/ecat/HALOLINE%20Standard-HALOLINE-L%C3%A1mparas%20hal%C3%B3genas-L%C3%A1mparas/lat/es/GPS01_1027718/PP_LATAM_Latam_eCat/ZMP_57524/)
- Osram. (2018). Lámparas Halógenas para estudios, dos casquillos. Obtenido de [https://www.osram-latam.com/pia/ecat/L%C3%A1mparas%20hal%C3%B3genas%20para%20estudio,%20dos%20casquillos-L%C3%A1mparas%20hal%C3%B3genas%20para%20estudio-L%C3%A1mparas%20especiales/lat/es/GPS01\\_1028535/PP\\_LATAM\\_Latam\\_eCat/ZMP\\_56172/](https://www.osram-latam.com/pia/ecat/L%C3%A1mparas%20hal%C3%B3genas%20para%20estudio,%20dos%20casquillos-L%C3%A1mparas%20hal%C3%B3genas%20para%20estudio-L%C3%A1mparas%20especiales/lat/es/GPS01_1028535/PP_LATAM_Latam_eCat/ZMP_56172/)
- Pástor, J. V. (2014). Reutilización de Baterías de Vehículos Híbridos para el Consumo. Quito: Universidad Internacional del Ecuador.
- Philips. (30 de Septiembre de 2018). Lámpara lineal halógena. Obtenido de <https://www.philips.com.ar/c-p/8711500498304/lampara-lineal-halogenas/caracteristicastecnicas>
- PowerStream. (17 de noviembre de 2017). PowerStream. Recuperado el 15 de septiembre de 2018, de NiMH Battery Charging Basics: <http://www.powerstream.com/NiMH.htm>
- Quarto, M. (19 de Diciembre de 2012). MotorAge. Obtenido de Hybrid high voltage battery pack testing and analysis: <http://www.searchautoparts.com/motorage/technicians/electrical/hybrid-high-voltage-battery-pack-testing-and-analysis?page=0,1&cid=95882>
- Quimitube. (1 de Julio de 2018). Quimitube. Recuperado el 02 de Octubre de 2018, de Funcionamiento de las lámparas halógenas: <http://www.quimitube.com/funcionamiento-de-las-lamparas-halogenas>

- Salomé. (28 de Septiembre de 2018). Instalaciones Industriales. Obtenido de Lámparas y sus Componentes: [http://www.profesores.frc.utn.edu.ar/industrial/InstalacionesIndustriales/Art\\_Interes/LampComp.pdf](http://www.profesores.frc.utn.edu.ar/industrial/InstalacionesIndustriales/Art_Interes/LampComp.pdf)
- Servicat. (2017). Servicat. Recuperado el 02 de Octubre de 2018, de <https://repuestoslineablanca.com/refrigeradoras-marca/2289-niquelina-12-igual-3048cm-refrigeradora-vidrio-individual-con-base-110v-130w.html>
- ToyoImport. (09 de Noviembre de 2016). ToyoImport. Recuperado el 18 de Septiembre de 2018, de El costo de reemplazar una batería híbrida: <http://www.toyoimport.com/costo-reemplazar-una-bateria-hibrida/>
- tripod.com. (20 de Julio de 2018). Fuentes de voltaje lineales. Obtenido de [http://electronika2.tripod.com/info\\_files/fvlineales.htm](http://electronika2.tripod.com/info_files/fvlineales.htm)
- Unicrom. (2016). Bobina o inductor. Recuperado el 02 de Octubre de 2018, de <https://unicrom.com/bobina-o-inductor/>
- Valeria. (29 de Octubre de 2014). Hispanotas. Recuperado el 29 de Septiembre de 2018, de Lámparas Halógenas: características, cómo funciona, ventajas y desventajas: <http://hispanotas.com/2014/10/29/lamparas-halogenas-caracteristicas-como-funciona-ventajas-y-desventajas/>
- Zaphir. (2016). Grupo Zaphir. Recuperado el 18 de Septiembre de 2018, de LA ENERGIA ELECTRICA EN ECUADOR: <http://zaphir.net/la-energia-electrica-en-ecuador/>

## **5. ANEXOS**



**Anexo 1**  
**Voltajes de la 1º Descarga Bloque 1 Paquetes 1 – 6**

Tiempo	Pack1	Pack2	Pack3	Pack4	Pack5	Pack6
0	9.91	9.79	9.83	9.94	10.05	10.06
2	9.91	9.77	9.8	9.92	10.02	10.04
4	9.91	9.74	9.77	9.88	10	10.02
6	9.9	9.73	9.75	9.87	9.99	10
8	9.89	9.69	9.73	9.85	9.96	9.99
10	9.85	9.68	9.7	9.82	9.95	9.98
12	9.84	9.66	9.69	9.82	9.94	9.96
14	9.84	9.65	9.67	9.81	9.92	9.94
16	9.8	9.63	9.64	9.77	9.9	9.94
18	9.79	9.61	9.64	9.76	9.88	9.93
20	9.78	9.58	9.61	9.75	9.88	9.92
22	9.75	9.57	9.59	9.72	9.87	9.91
24	9.74	9.56	9.59	9.71	9.84	9.89
26	9.89	9.54	9.56	9.7	9.83	9.88
28	9.72	9.52	9.54	9.67	9.83	9.87
30	9.7	9.51	9.53	9.66	9.81	9.86
32	9.69	9.5	9.53	9.66	9.79	9.84
34	9.68	9.48	9.51	9.64	9.78	9.84
36	9.67	9.47	9.49	9.62	9.78	9.83
38	9.65	9.46	9.48	9.61	9.77	9.84
40	9.63	9.45	9.48	9.6	9.76	9.82
42	9.63	9.44	9.46	9.6	9.73	9.81
44	9.62	9.42	9.44	9.6	9.74	9.82
46	9.61	9.41	9.43	9.56	9.72	9.79
48	9.59	9.41	9.43	9.56	9.72	9.78
50	9.58	9.4	9.42	9.55	9.71	9.78
52	9.52	9.38	9.4	9.55	9.71	9.78
54	9.58	9.39	9.41	9.55	9.72	9.78
56	9.58	9.39	9.41	9.55	9.72	9.78
58	9.58	9.39	9.42	9.55	9.72	9.78
60	9.58	9.4	9.42	9.55	9.72	9.78
62	9.53	9.4	9.42	9.55	9.72	9.79
64	9.58	9.4	9.42	9.56	9.72	9.79
66	9.58	9.4	9.42	9.56	9.72	9.79
68	9.53	9.41	9.42	9.56	9.72	9.8
70	9.59	9.41	9.42	9.56	9.72	9.8
72	9.59	9.41	9.43	9.57	9.72	9.8
74	9.6	9.41	9.43	9.57	9.72	9.8

76	9.56	9.42	9.43	9.58	9.73	9.81
78	9.61	9.41	9.43	9.59	9.73	9.82
80	9.58	9.44	9.45	9.6	9.75	9.83
82	9.63	9.44	9.46	9.6	9.76	9.82
84	9.63	9.44	9.46	9.6	9.76	9.82
86	9.63	9.45	9.47	9.61	9.77	9.83
88	9.47	9.27	9.28	9.44	9.6	9.68
90	9.47	9.26	9.27	9.44	9.58	9.67
92	9.46	9.25	9.27	9.43	9.57	9.67
94	9.45	9.25	9.26	9.41	9.57	9.66
96	9.36	9.2	9.22	9.39	9.55	9.65
98	9.31	9.11	9.13	9.29	9.45	9.54
100	9.31	9.1	9.12	9.28	9.45	9.54
102	9.8	9.1	9.11	9.28	9.45	9.55
104	9.31	9.12	9.13	9.29	9.45	9.55
106	9.31	9.11	9.13	9.29	9.45	9.54
108	9.31	9.09	9.11	9.28	9.44	9.53
110	9.36	9.09	9.1	9.28	9.44	9.53
112	9.3	9.09	9.1	9.28	9.44	9.52
114	9.31	9.09	9.11	9.28	9.45	9.53
116	9.31	9.1	9.11	9.28	9.43	9.52
118	9.36	9.09	9.11	9.28	9.44	9.53
120	9.3	9.09	9.1	9.28	9.42	9.52
122	9.29	9.09	9.1	9.28	9.42	9.52
124	9.29	9.08	9.1	9.28	9.42	9.52
126	9.29	9.09	9.1	9.28	9.43	9.53
128	9.28	9.08	9.1	9.28	9.41	9.51
130	9.27	9.08	9.1	9.27	9.41	9.51
132	9.31	9.15	9.16	9.34	9.5	9.58
134	9.25	9.04	9.05	9.23	9.4	9.49
136	9.25	9.04	9.05	9.23	9.39	9.49
138	9.25	9.03	9.05	9.24	9.4	9.49
140	9.25	9.04	9.05	9.23	9.4	9.49
142	9.25	9.03	9.05	9.23	9.39	9.49
144	9.24	9.03	9.05	9.23	9.39	9.49
146	9.24	9.03	9.05	9.23	9.39	9.49
148	9.24	9.03	9.05	9.23	9.39	9.49
150	9.23	9.03	9.05	9.23	9.39	9.49
152	9.21	9.08	9.08	9.27	9.42	9.52
154	9.25	9.04	9.05	9.23	9.4	9.49
156	9.25	9.04	9.05	9.23	9.4	9.5

158	9.25	9.04	9.05	9.23	9.4	9.5
160	9.25	9.04	9.05	9.23	9.4	9.5
162	9.25	9.04	9.05	9.23	9.4	9.5
164	9.25	9.05	9.05	9.23	9.4	9.5
166	9.25	9.05	9.06	9.23	9.4	9.5
168	9.37	9.24	9.23	9.43	9.57	9.67
170	9.32	9.12	9.11	9.31	9.47	9.58
172	9.31	9.11	9.11	9.3	9.46	9.57
174	9.31	9.1	9.1	9.29	9.46	9.57
176	9.31	9.1	9.1	9.29	9.46	9.57
178	9.33	9.09	9.1	9.28	9.46	9.56
180	9.31	9.09	9.1	9.28	9.46	9.56
182	9.31	9.09	9.1	9.28	9.46	9.56
184	9.31	9.09	9.1	9.28	9.46	9.56
186	9.31	9.09	9.1	9.28	9.46	9.57
188	9.3	9.14	9.15	9.33	9.51	9.61
190	9.25	9.04	9.05	9.24	9.42	9.54
192	9.21	9	9	9.2	9.39	9.5
194	9.19	8.97	8.97	9.17	9.35	9.47
196	9.15	8.93	8.94	9.13	9.34	9.46
198	9.12	8.9	8.89	9.12	9.3	9.45
200	9.09	8.87	8.87	9.07	9.29	9.43
202	9.07	8.83	8.83	9.06	9.27	9.4
204	9.04	8.81	8.79	9.02	9.24	9.4
206	9.02	8.77	8.78	9.01	9.24	9.38
208	8.99	8.73	8.73	8.97	9.21	9.37
210	8.97	8.71	8.72	8.96	9.19	9.35
212	8.93	8.67	8.68	8.91	9.18	9.35
214	8.92	8.65	8.65	8.9	9.16	9.34
216	8.88	8.61	8.62	8.86	9.13	9.31
218	8.87	8.59	8.59	8.85	9.13	9.31
220	8.83	8.54	8.56	8.8	9.09	9.29
222	8.82	8.5	8.51	8.79	9.08	9.29
224	8.77	8.48	8.48	8.75	9.06	9.27
226	8.77	8.44	8.45	8.73	9.03	9.25
228	8.72	8.4	8.41	8.69	9.02	9.24
230	8.71	8.36	8.37	8.68	9.01	9.24
232	8.67	8.33	8.34	8.63	8.98	9.22
234	8.66	8.28	8.3	8.6	8.97	9.2
236	8.63	8.25	8.25	8.58	8.93	9.19
238	8.6	8.2	8.22	8.53	8.92	9.18

240	8.56	8.16	8.18	8.52	8.9	9.17
242	8.54	8.12	8.14	8.47	8.87	9.15
244	8.51	8.08	8.09	8.45	8.86	9.15
246	8.49	8.04	8.03	8.42	8.85	9.14
248	8.45	7.97	7.98	8.37	8.81	9.13
250	8.42	7.91	7.92	8.34	8.81	9.12
252	8.39	7.85	7.86	8.31	8.77	9.09
254	8.34	7.76	7.76	8.26	8.75	9.08
256	8.3	7.69	7.66	8.21	8.73	9.08
258	8.24	7.57	7.49	8.15	8.7	9.06
260	8.2	7.39	7.11	8.12	8.68	9.04
262	8.13	7.1	6.59	8.07	8.65	9.02
264	8.09	6.21	6.57	8.03	8.64	9.02
266	7.97	5.39	6.46	7.97	8.6	9
268	7.85	5.35	6.37	7.92	8.58	9
270	7.65	5.28	6.25	7.86	8.54	8.99
272	6.85	5.22	6.04	7.79	8.52	8.99
274	6.79	5.13	5.24	7.72	8.48	8.98
276	6.63	5.03	5.07	7.66	8.46	8.97

**Anexo 2**  
**Voltajes de la 1º Carga Bloque 1 Paquetes 1 – 6**

<b>Tiempo</b>	<b>Pack1</b>	<b>Pack2</b>	<b>Pack3</b>	<b>Pack4</b>	<b>Pack5</b>	<b>Pack6</b>
0	8.62	8.19	8.16	8.57	9.08	9.04
2	9.07	8.76	8.72	9.01	9.36	9.62
4	9.26	9.01	8.99	9.23	9.5	9.72
6	9.37	9.2	9.17	9.39	9.57	9.79
8	9.48	9.35	9.32	9.5	9.63	9.84
10	9.55	9.46	9.44	9.59	9.69	9.9
12	9.61	9.54	9.53	9.66	9.73	9.94
14	9.66	9.61	9.59	9.69	9.77	9.98
16	9.73	9.68	9.65	9.75	9.83	10.04
18	9.77	9.73	9.7	9.78	9.87	10.09
20	9.81	9.77	9.75	9.82	9.9	10.12
22	9.85	9.79	9.79	9.86	9.95	10.16
24	9.9	9.84	9.82	9.88	9.99	10.2
26	9.94	9.87	9.86	9.92	10.04	10.23
28	9.98	9.9	9.89	9.94	10.09	10.28
30	10.02	9.94	9.92	9.98	10.11	10.32
32	10.06	9.95	9.96	10.01	10.17	10.35
34	10.11	10	9.98	10.04	10.22	10.38
36	10.15	10.03	10.01	10.08	10.26	10.42
38	10.18	10.06	10.03	10.1	10.32	10.44
40	10.22	10.11	10.07	10.14	10.36	10.48
42	10.28	10.15	10.12	10.19	10.4	10.5
44	10.34	10.2	10.15	10.25	10.43	10.54
46	10.36	10.23	10.18	10.3	10.48	10.56
48	10.41	10.28	10.23	10.33	10.52	10.58
50	10.45	10.32	10.29	10.37	10.55	10.6
52	10.49	10.37	10.33	10.41	10.58	10.64
54	10.54	10.43	10.39	10.47	10.64	10.67
56	10.58	10.47	10.42	10.52	10.65	10.69
58	10.61	10.51	10.46	10.56	10.69	10.7
60	10.65	10.55	10.5	10.59	10.72	10.73
62	10.7	10.61	10.56	10.64	10.74	10.74
64	10.73	10.65	10.61	10.68	10.78	10.76
66	10.76	10.69	10.65	10.72	10.8	10.79
68	10.81	10.73	10.69	10.74	10.82	10.8
70	10.84	10.76	10.72	10.79	10.85	10.81
72	10.87	10.81	10.77	10.84	10.86	10.84
74	10.91	10.85	10.82	10.85	10.9	10.85

76	10.92	10.87	10.85	10.89	10.91	10.86
78	10.96	10.91	10.88	10.92	10.93	10.89
80	11	10.96	10.94	10.96	10.96	10.91
82	11.02	10.97	10.96	10.99	10.98	10.91
84	11.04	11.02	10.99	11	11	10.92
86	11.07	11.03	11.04	11.04	11.01	10.95
88	11.09	11.07	11.06	11.06	11.04	10.97
90	11.11	11.09	11.09	11.08	11.05	10.97
92	11.13	11.12	11.11	11.11	11.07	11
94	11.15	11.13	11.14	11.12	11.07	11.01
96	11.18	11.18	11.15	11.16	11.11	11.03
98	11.19	11.18	11.2	11.16	11.12	11.03
100	11.21	11.19	11.2	11.18	11.13	11.06
102	11.24	11.22	11.22	11.22	11.16	11.07
104	11.24	11.23	11.25	11.22	11.17	11.07
106	11.25	11.24	11.26	11.22	11.17	11.08
108	11.27	11.25	11.26	11.24	11.18	11.11
110	11.29	11.28	11.3	11.27	11.21	11.12
112	11.3	11.29	11.31	11.27	11.22	11.12
114	11.31	11.29	11.31	11.27	11.23	11.13
116	11.33	11.31	11.32	11.29	11.23	11.14
118	11.4	11.33	11.34	11.31	11.23	11.15
120	11.35	11.34	11.36	11.32	11.26	11.17
122	11.36	11.36	11.37	11.34	11.28	11.18
124	11.38	11.35	11.37	11.33	11.28	11.18
126	11.39	11.37	11.38	11.35	11.28	11.19
128	11.4	11.39	11.41	11.37	11.29	11.2
130	11.43	11.4	11.42	11.38	11.31	11.22
132	11.42	11.4	11.42	11.38	11.33	11.23
134	11.44	11.4	11.42	11.38	11.33	11.23
136	11.45	11.42	11.44	11.39	11.34	11.23
138	11.46	11.45	11.47	11.43	11.35	11.25
140	11.47	11.45	11.47	11.43	11.36	11.26
142	11.48	11.45	11.47	11.43	11.37	11.27
144	11.49	11.46	11.48	11.43	11.39	11.29
146	11.5	11.47	11.5	11.44	11.39	11.28
148	11.51	11.5	11.52	11.47	11.39	11.29
150	11.53	11.5	11.52	11.48	11.39	11.29
152	11.52	11.51	11.52	11.49	11.41	11.31
154	11.54	11.52	11.55	11.5	11.44	11.33
156	11.56	11.52	11.54	11.51	11.44	11.34

158	11.56	11.53	11.56	11.51	11.45	11.34
160	11.56	11.55	11.57	11.52	11.44	11.34
162	11.57	11.55	11.58	11.53	11.45	11.34
164	11.56	11.56	11.58	11.54	11.45	11.34
166	11.57	11.56	11.58	11.54	11.46	11.35
168	11.57	11.57	11.58	11.54	11.47	11.35
170	11.58	11.57	11.58	11.54	11.48	11.36
172	11.59	11.57	11.59	11.54	11.49	11.37
174	11.65	11.58	11.58	11.55	11.5	11.38
176	11.6	11.58	11.59	11.55	11.5	11.39
178	11.61	11.59	11.59	11.56	11.5	11.39
180	11.62	11.61	11.61	11.59	11.53	11.41
182	11.62	11.61	11.62	11.59	11.51	11.41
184	11.62	11.61	11.62	11.59	11.53	11.4
186	11.62	11.61	11.63	11.59	11.54	11.41
188	11.63	11.61	11.63	11.59	11.55	11.42
190	11.63	11.62	11.63	11.59	11.55	11.44
192	11.64	11.62	11.63	11.6	11.55	11.44
194	11.65	11.62	11.63	11.6	11.55	11.44
196	11.66	11.63	11.63	11.61	11.56	11.45
198	11.66	11.63	11.63	11.62	11.56	11.45
200	11.66	11.64	11.63	11.62	11.57	11.45
202	11.67	11.65	11.64	11.63	11.57	11.45
204	11.67	11.65	11.64	11.63	11.58	11.46
206	11.67	11.66	11.64	11.64	11.59	11.47
208	11.68	11.65	11.65	11.64	11.59	11.48
210	11.67	11.66	11.64	11.64	11.6	11.48
212	11.67	11.66	11.64	11.64	11.6	11.49
214	11.67	11.66	11.64	11.65	11.6	11.5
216	11.67	11.66	11.64	11.65	11.6	11.5
218	11.68	11.67	11.65	11.65	11.6	11.5
220	11.68	11.66	11.66	11.65	11.61	11.51
222	11.68	11.67	11.66	11.65	11.61	11.51
224	11.68	11.66	11.65	11.65	11.6	11.5
226	11.68	11.67	11.65	11.65	11.61	11.51
228	11.68	11.67	11.67	11.65	11.61	11.51
230	11.68	11.67	11.66	11.65	11.61	11.51
232	11.68	11.66	11.65	11.65	11.61	11.52
234	11.68	11.67	11.66	11.65	11.61	11.53
236	11.68	11.66	11.65	11.65	11.61	11.53
238	11.68	11.67	11.65	11.65	11.61	11.54

240	11.68	11.67	11.65	11.65	11.61	11.54
242	11.68	11.67	11.65	11.65	11.61	11.54
244	11.68	11.67	11.65	11.65	11.61	11.55
246	11.68	11.67	11.65	11.66	11.63	11.55
248	11.69	11.67	11.65	11.66	11.61	11.55
250	11.69	11.67	11.65	11.65	11.61	11.55
252	11.69	11.67	11.65	11.65	11.61	11.55
254	11.68	11.67	11.64	11.65	11.61	11.55
256	11.7	11.67	11.65	11.65	11.62	11.56
258	11.69	11.66	11.65	11.65	11.61	11.55
260	11.69	11.67	11.64	11.65	11.61	11.55
262	11.68	11.66	11.64	11.65	11.61	11.55
264	11.69	11.67	11.64	11.65	11.62	11.55
266	11.69	11.67	11.65	11.65	11.62	11.55
268	11.69	11.66	11.64	11.65	11.61	11.55
270	11.68	11.66	11.64	11.65	11.62	11.55
272	11.69	11.66	11.64	11.65	11.61	11.55
274	11.68	11.66	11.64	11.65	11.62	11.55
276	11.69	11.66	11.64	11.65	11.61	11.55
278	11.68	11.66	11.64	11.65	11.61	11.55
280	11.69	11.66	11.65	11.65	11.61	11.56
282	11.68	11.66	11.64	11.65	11.62	11.56
284	11.69	11.67	11.65	11.65	11.62	11.55
286	11.68	11.66	11.65	11.65	11.62	11.56
288	11.68	11.66	11.64	11.65	11.61	11.56
290	11.68	11.66	11.63	11.65	11.61	11.56
292	11.68	11.66	11.64	11.65	11.61	11.57
294	11.68	11.66	11.63	11.65	11.61	11.56
296	11.7	11.66	11.64	11.65	11.62	11.56
298	11.68	11.67	11.65	11.66	11.64	11.57
300	11.68	11.66	11.63	11.65	11.62	11.56
302	11.69	11.66	11.63	11.65	11.61	11.56
304	11.69	11.66	11.64	11.65	11.62	11.56
306	11.7	11.66	11.64	11.65	11.62	11.56
308	11.69	11.66	11.64	11.65	11.62	11.56
310	11.69	11.66	11.64	11.65	11.62	11.56
312	11.69	11.66	11.64	11.65	11.61	11.56
314	11.69	11.66	11.63	11.65	11.61	11.56
316	11.69	11.66	11.64	11.65	11.61	11.61



**Anexo 3**  
**Voltajes de la 2º Descarga Bloque 1 Paquetes 1 – 6**

<b>Tiempo</b>	<b>Pack1</b>	<b>Pack2</b>	<b>Pack3</b>	<b>Pack4</b>	<b>Pack5</b>	<b>Pack6</b>
0	10.75	10.75	10.71	10.79	10.85	10.89
3	10.71	10.66	10.61	10.69	10.78	10.84
6	10.66	10.62	10.56	10.68	10.75	10.8
9	10.71	10.66	10.61	10.73	10.8	10.89
12	10.6	10.55	10.49	10.6	10.67	10.74
15	10.55	10.52	10.45	10.57	10.64	10.69
18	10.54	10.49	10.42	10.53	10.62	10.68
21	10.49	10.46	10.4	10.52	10.59	10.65
24	10.48	10.43	10.36	10.5	10.58	10.64
27	10.44	10.42	10.34	10.47	10.56	10.62
30	10.43	10.39	10.3	10.46	10.53	10.61
33	10.39	10.37	10.29	10.43	10.53	10.58
36	10.38	10.35	10.25	10.41	10.52	10.56
39	10.36	10.33	10.23	10.4	10.49	10.54
42	10.33	10.31	10.2	10.37	10.48	10.66
45	10.31	10.29	10.19	10.37	10.48	10.54
48	10.29	10.27	10.16	10.35	10.44	10.52
51	10.27	10.23	10.12	10.31	10.42	10.49
54	10.22	10.21	10.08	10.29	10.41	10.47
57	10.2	10.17	10.08	10.26	10.38	10.44
60	10.17	10.16	10.02	10.25	10.37	10.43
63	10.15	10.13	10.01	10.22	10.37	10.42
66	10.11	10.1	9.97	10.19	10.32	10.38
69	10.08	10.06	9.92	10.17	10.31	10.37
72	10.07	10.05	9.91	10.15	10.31	10.37
75	10.02	10	9.86	10.12	10.26	10.32
78	10.01	9.98	9.85	10.09	10.25	10.31
81	9.96	9.95	9.8	10.07	10.21	10.29
84	9.95	9.9	9.75	10.03	10.2	10.27
87	9.9	9.89	9.71	10.01	10.17	10.26
90	9.89	9.86	9.7	9.98	10.16	10.23
93	9.85	9.82	9.66	9.97	10.16	10.23
96	9.81	9.79	9.6	9.93	10.11	10.21
99	9.79	9.74	9.57	9.89	10.1	10.2
102	9.74	9.72	9.53	9.87	10.09	10.16
105	9.69	9.68	9.48	9.82	10.04	10.15
108	9.67	9.64	9.44	9.82	10.04	10.14
111	9.63	9.62	9.4	9.77	10	10.11

114	9.58	9.59	9.36	9.76	10	10.11
117	9.52	9.55	9.3	9.73	9.98	10.09
120	9.48	9.51	9.24	9.7	9.95	10.07
123	9.42	9.46	9.16	9.66	9.91	10.04
126	9.36	9.41	9.07	9.62	9.88	10.02
129	9.26	9.37	8.94	9.59	9.86	9.99
132	9.11	9.34	8.57	9.56	9.83	9.99
135	8.34	9.3	7.92	9.54	9.83	9.97
138	8.03	9.24	7.87	9.49	9.78	9.94
141	8	9.19	7.84	9.46	9.77	9.93
144	7.96	9.13	7.79	9.43	9.73	9.9
147	7.92	9.08	7.75	9.39	9.72	9.9
150	7.87	9.03	7.71	9.38	9.71	9.88
153	7.78	8.96	7.66	9.33	9.67	9.86
156	7.65	8.88	7.59	9.29	9.63	9.83
159	7.43	8.77	7.5	9.26	9.62	9.81
162	6.58	8.65	7.44	9.21	9.57	9.78
165	6.58	8.45	7.36	9.17	9.56	9.77
168	6.56	8	7.26	9.12	9.52	9.74
171	6.53	6.29	7.11	9.08	9.51	9.73
174	6.51	6.27	6.84	9.03	9.46	9.71
177	6.47	6.22	5.96	8.99	9.45	9.69
180	6.47	6.16	5.88	8.94	9.41	9.67
183	6.43	6.09	5.78	8.86	9.4	9.66
186	6.42	6.05	5.71	8.81	9.37	9.66
189	6.39	5.97	5.56	8.73	9.33	9.62
192	6.37	5.9	5.34	8.64	9.29	9.6
195	6.36	5.81	4.46	8.56	9.28	9.59
198	6.31	5.71	4.22	8.46	9.23	9.56
201	6.29	5.61	3.95	8.35	9.18	9.54
204	6.26	5.49	2.93	8.24	9.16	9.51
207	6.22	5.24	2.1	8.12	9.13	9.51
210	6.2	4.37	2.03	7.89	9.07	9.48
213	6.15	4.22	1.99	7.16	9.02	9.45
216	6.11	4.04	1.93	6.85	8.98	9.43
219	6.06	3.71	1.86	6.76	8.94	9.4
222	6.02	2.91	1.75	6.65	8.9	9.39
225	5.98	2.66	1.53	6.51	8.84	9.35
228	5.93	1.9	0.78	6.3	8.79	9.34
231	5.88	1.85	0.77	5.71	8.74	9.3
234	5.83	1.79	0.74	5.18	8.68	9.28

237	5.78	1.69	0.72	4.92	8.63	9.24
240	5.76	1.52	0.7	4.1	8.61	9.25
243	5.72	0.73	0.66	3.94	8.54	9.2
246	5.66	0.69	0.56	3.51	8.46	9.18
249	5.61	0.67	0.4	2.96	8.41	9.16
252	5.56	0.66	0	2.89	8.35	9.12
255	5.51	0.62	0	2.81	8.27	9.08
258	5.47	0.6	0	2.71	8.19	9.08

**Anexo 4**  
**Voltajes de la 2<sup>o</sup> Carga Bloque 1 Paquetes 1 – 6**

<b>Tiempo</b>	<b>Pack1</b>	<b>Pack2</b>	<b>Pack3</b>	<b>Pack4</b>	<b>Pack5</b>	<b>Pack6</b>
0	5.75	1.53	0.68	3.5	8.24	9.08
3	6.58	6.81	4.32	7.24	8.75	9.38
6	8.42	7.94	7.76	8.15	9.02	9.56
9	8.67	8.33	8.05	8.47	9.24	9.67
12	8.86	8.6	8.39	8.74	9.4	9.77
15	9.05	8.82	8.62	8.96	9.5	9.84
18	9.2	9.03	8.84	9.16	9.59	9.91
21	9.31	9.19	9.05	9.32	9.67	9.98
24	9.43	9.35	9.21	9.44	9.72	10.04
27	9.52	9.47	9.36	9.55	9.78	10.1
30	9.59	9.57	9.48	9.61	9.83	10.15
33	9.68	9.65	9.58	9.69	9.88	10.21
36	9.74	9.72	9.64	9.75	9.94	10.26
39	9.8	9.77	9.7	9.78	9.99	10.3
42	9.87	9.82	9.75	9.83	10.05	10.35
45	9.93	9.85	9.81	9.87	10.1	10.38
48	9.99	9.91	9.86	9.92	10.15	10.42
51	10.03	9.95	9.9	9.95	10.21	10.47
54	10.07	9.99	9.92	9.99	10.26	10.51
57	10.12	10.03	9.96	10.03	10.32	10.53
60	10.17	10.07	10.02	10.09	10.37	10.58
63	10.23	10.11	10.05	10.13	10.42	10.61
66	10.28	10.16	10.08	10.18	10.47	10.64
69	10.33	10.22	10.13	10.23	10.53	10.68
72	10.38	10.27	10.18	10.28	10.58	10.7
75	10.44	10.35	10.24	10.34	10.63	10.74
78	10.49	10.39	10.29	10.39	10.67	10.76
81	10.55	10.46	10.34	10.45	10.7	10.8
84	10.61	10.53	10.4	10.51	10.75	10.81
87	10.65	10.59	10.45	10.57	10.8	10.85
90	10.72	10.64	10.54	10.63	10.84	10.87
93	10.75	10.69	10.57	10.68	10.85	10.89
96	10.8	10.74	10.62	10.72	10.89	10.91
99	10.83	10.79	10.68	10.76	10.91	10.92
102	10.89	10.85	10.76	10.82	10.96	10.96
105	10.92	10.87	10.78	10.84	10.96	10.97
108	10.93	10.91	10.83	10.89	10.99	10.98
111	10.98	10.97	10.88	10.94	11.01	11.01

114	11.02	11	10.93	10.96	11.03	11.02
117	11.03	11.03	10.97	11	11.06	11.03
120	11.08	11.07	10.99	11.03	11.07	11.06
123	11.1	11.09	11.04	11.06	11.1	11.07
126	11.14	11.14	11.09	11.11	11.13	11.12

**Anexo 5**  
**Voltajes de la 3º Descarga Bloque 1 Paquetes 1 – 6**

<b>Tiempo</b>	<b>Pack1</b>	<b>Pack2</b>	<b>Pack3</b>	<b>Pack4</b>	<b>Pack5</b>	<b>Pack6</b>
0	10.92	10.97	10.94	10.95	10.99	10.98
5	10.87	10.86	10.82	10.84	10.89	10.9
10	10.81	10.76	10.72	10.74	10.81	10.84
15	10.73	10.7	10.66	10.68	10.75	10.79
20	10.66	10.64	10.57	10.63	10.69	10.74
25	10.6	10.56	10.5	10.57	10.64	10.69
30	10.54	10.49	10.45	10.51	10.59	10.65
35	10.49	10.43	10.39	10.43	10.54	10.61
40	10.44	10.38	10.33	10.37	10.49	10.58
45	10.38	10.32	10.26	10.32	10.47	10.53
50	10.33	10.27	10.2	10.26	10.42	10.49
55	10.28	10.22	10.14	10.21	10.37	10.47
60	10.24	10.16	10.09	10.16	10.32	10.42
65	10.18	10.11	10.04	10.12	10.28	10.39
70	10.14	10.08	9.99	10.08	10.25	10.37
75	10.1	10.01	9.94	10.03	10.21	10.32
80	10.06	9.96	9.9	9.98	10.16	10.3
85	10.01	9.92	9.86	9.93	10.13	10.26
90	9.96	9.89	9.81	9.88	10.1	10.22
95	9.93	9.84	9.76	9.85	10.05	10.21
100	9.89	9.79	9.7	9.82	10.03	10.16
105	9.84	9.75	9.65	9.77	9.99	10.15
110	9.79	9.69	9.62	9.71	9.94	10.1
115	9.74	9.66	9.58	9.67	9.92	10.09
120	9.71	9.62	9.53	9.65	9.88	10.05
125	9.68	9.57	9.48	9.6	9.84	10.04
130	9.64	9.52	9.45	9.57	9.83	10.01
135	9.68	9.57	9.48	9.6	9.85	10.05
140	9.61	9.48	9.42	9.55	9.8	9.99
145	9.55	9.43	9.37	9.49	9.77	9.97
150	9.5	9.38	9.31	9.44	9.72	9.94
155	9.46	9.32	9.26	9.39	9.67	9.89
160	9.41	9.27	9.2	9.34	9.62	9.88
165	9.36	9.21	9.14	9.29	9.6	9.83
170	9.3	9.16	9.08	9.23	9.56	9.81
175	9.24	9.09	9	9.19	9.51	9.78
180	9.17	9.03	8.94	9.13	9.47	9.74
185	9.1	8.97	8.85	9.08	9.43	9.72

190	9.04	8.9	8.78	9.04	9.4	9.71
195	8.93	8.77	8.62	8.96	9.34	9.67
200	8.83	8.66	8.47	8.87	9.29	9.62
205	8.68	8.5	8.28	8.78	9.24	9.6
210	8.45	8.33	8.03	8.64	9.19	9.57
215	7.66	8.07	7.6	8.52	9.14	9.52
220	6.25	7.71	6.1	8.31	9.11	9.5
225	6.21	6.39	3.59	8.07	9.05	9.45
230	6.15	4.25	2.02	7	8.96	9.42

**Anexo 6**  
**Voltajes de la 1º Carga Bloque 1 Paquete 2**

<b>Tiempo</b>	<b>Pack2</b>
0	8.79
5	9.39
10	9.59
15	9.71
20	9.8
25	9.87
30	9.93
35	10.01
40	10.07
45	10.15
50	10.23
55	10.32
60	10.4
65	10.49
70	10.58
75	10.66
80	10.72
85	10.77
90	10.83
95	10.88
100	10.93
105	10.98
110	11.01
115	11.04
120	11.08
125	11.09
130	11.13
135	11.14
140	11.16
145	11.19
150	11.2
155	11.21
160	11.24
165	11.25
170	11.25
175	11.27
180	11.29
185	11.3



190	11.3
195	11.32
200	11.34
205	11.36
210	11.38
215	11.37
220	11.4
225	11.41
230	11.41
235	11.43
240	11.45
245	11.47
250	11.46
255	11.48
260	11.5
265	11.51
270	11.52
275	11.53
280	11.53
285	11.54
290	11.55
295	11.57
300	11.57
305	11.57
310	11.58
315	11.58
320	11.59
325	11.61
330	11.61
335	11.61
340	11.62
345	11.62
350	11.64
355	11.63
360	11.64
365	11.63
370	11.65
375	11.64
380	11.65
385	11.66
390	11.66

**Anexo 7**  
**Voltajes de la 1º Carga Bloque 1 Paquete 3**

<b>Tiempo</b>	<b>Pack3</b>
0	8.86
5	9.55
10	9.79
15	9.9
20	9.99
25	10.06
30	10.12
35	10.18
40	10.23
45	10.29
50	10.35
55	10.41
60	10.49
65	10.57
70	10.65
75	10.73
80	10.8
85	10.88
90	10.94
95	11.01
100	11.07
105	11.13
110	11.18
115	11.22
120	11.26
125	11.3
130	11.33
135	11.36
140	11.38
145	11.41
150	11.43
155	11.45
160	11.47
165	11.5
170	11.51
175	11.52
180	11.53
185	11.55

**Anexo 8**  
**Voltajes de la 1º Descarga Bloque 1 Paquete 2**

<b>Tiempo</b>	<b>Pack2</b>
0	11.49
5	11.4
10	11.36
15	11.32
20	11.27
25	11.24
30	11.22
35	11.18
40	11.15
45	11.13
50	11.1
55	11.08
60	11.08
65	11.04
70	11.02
75	10.99
80	10.98
85	10.96
90	10.94
95	10.92
100	10.9
105	10.88
110	10.87
115	10.85
120	10.83
125	10.82
130	10.8
135	10.8
140	10.77
145	10.76
150	10.74
155	10.72
160	10.71
165	10.71
170	10.7
175	10.67
180	10.68
185	10.66

190	10.65
195	10.63
200	10.63
205	10.62
210	10.61
215	10.6
220	10.59
225	10.59
230	10.56
235	10.56
240	10.55
245	10.56
250	10.54
255	10.53
260	10.51
265	10.51
270	10.5
275	10.5
280	10.51
285	10.48
290	10.47
295	10.46
300	10.46
305	10.45
310	10.45
315	10.45
320	10.44
325	10.43
330	10.4
335	10.38
340	10.36
345	10.34

**Anexo 9**  
**Voltajes de la 1º Descarga Bloque 1 Paquete 3**

<b>Tiempo</b>	<b>Pack3</b>
0	11.44
5	11.31
10	11.25
15	11.18
20	11.13
25	11.06
30	11.01
35	10.96
40	10.91
45	10.87
50	10.82
55	10.78
60	10.74
65	10.7
70	10.66
75	10.63
80	10.59
85	10.56
90	10.52
95	10.48
100	10.44
105	10.4
110	10.36
115	10.32
120	10.29
125	10.24
130	10.21
135	10.22
140	10.13
145	10.1
150	10.07
155	10.02
160	10
165	9.95
170	9.91
175	9.88
180	9.85
185	9.81

190	9.78
195	9.75
200	9.71
205	9.67
210	9.64
215	9.59
220	9.56
225	9.53
230	9.49
235	9.45
240	9.41
245	9.37
250	9.33
255	9.28
260	9.24
265	9.19
270	9.14
275	9.08
280	9.01
285	8.95
290	8.9

**Anexo 10**  
**Voltajes de la 4º Carga Bloque 1 Paquetes 1 - 6**

<b>Tiempo</b>	<b>Pack1</b>	<b>Pack2</b>	<b>Pack3</b>	<b>Pack4</b>	<b>Pack5</b>	<b>Pack6</b>
0	6.08	9.09	5.87	4.77	8.15	9.02
5	8.48	9.56	8.43	8.24	8.78	9.42
10	8.81	9.73	8.73	8.58	9.06	9.61
15	9.09	9.88	9.02	8.9	9.26	9.72
20	9.3	9.99	9.27	9.17	9.43	9.83
25	9.47	10.07	9.48	9.39	9.56	9.93
30	9.61	10.16	9.64	9.6	9.67	10.01
35	9.75	10.26	9.79	9.73	9.77	10.11
40	9.85	10.33	9.88	9.82	9.88	10.2
45	9.94	10.39	9.95	9.92	9.96	10.27
50	10.01	10.48	10.02	10	10.05	10.37
55	10.07	10.54	10.07	10.07	10.13	10.43
60	10.14	10.62	10.13	10.12	10.21	10.52
65	10.22	10.7	10.19	10.18	10.28	10.58
70	10.28	10.76	10.25	10.24	10.37	10.64
75	10.33	10.81	10.3	10.3	10.44	10.69
80	10.39	10.87	10.36	10.36	10.53	10.74
85	10.47	10.93	10.45	10.41	10.6	10.8
90	10.54	10.98	10.5	10.5	10.68	10.84
95	10.6	11.03	10.57	10.57	10.75	10.87
100	10.67	11.07	10.66	10.63	10.8	10.91
105	10.75	11.12	10.72	10.72	10.86	10.96
110	10.81	11.16	10.79	10.79	10.91	10.99
115	10.87	11.19	10.87	10.84	10.96	11.01
120	10.92	11.22	10.93	10.9	11.01	11.04
125	10.98	11.24	10.99	10.96	11.07	11.07
130	11.03	11.29	11.04	11.01	11.08	11.1
135	11.08	11.29	11.09	11.06	11.12	11.12
140	11.13	11.33	11.15	11.11	11.14	11.13
145	11.17	11.35	11.2	11.16	11.18	11.18
150	11.19	11.36	11.22	11.19	11.21	11.18
155	11.22	11.39	11.26	11.22	11.23	11.18
160	11.24	11.4	11.3	11.25	11.23	11.22
165	11.27	11.41	11.31	11.27	11.26	11.23
170	11.3	11.44	11.35	11.28	11.28	11.23
175	11.31	11.45	11.36	11.32	11.28	11.25
180	11.35	11.46	11.38	11.33	11.29	11.27
185	11.36	11.48	11.42	11.36	11.33	11.28

190	11.37	11.5	11.42	11.38	11.34	11.28
195	11.39	11.51	11.43	11.38	11.34	11.29
200	11.4	11.51	11.46	11.38	11.35	11.32
205	11.41	11.53	11.47	11.42	11.38	11.33
210	11.43	11.55	11.5	11.43	11.4	11.34
215	11.45	11.56	11.5	11.43	11.39	11.34
220	11.46	11.56	11.52	11.44	11.39	11.35
225	11.46	11.59	11.52	11.45	11.41	11.36
230	11.48	11.61	11.53	11.48	11.43	11.38
235	11.5	11.61	11.54	11.49	11.44	11.39
240	11.51	11.62	11.57	11.49	11.44	11.39
245	11.51	11.63	11.58	11.49	11.45	11.4
250	11.52	11.66	11.58	11.49	11.46	11.4
255	11.52	11.66	11.58	11.49	11.45	11.4



**Anexo 11**  
**Voltajes de la 5ª Descarga Bloque 1 Paquetes 1 - 6**

Tiempo	Pack1	Pack2	Pack3	Pack4	Pack5	Pack6
0	11.16	11.35	11.25	11.21	11.2	11.19
5	11.12	11.24	11.15	11.11	11.12	11.12
10	11.03	11.18	11.05	11.03	11.07	11.08
15	10.98	11.13	11	10.95	11	11.01
20	10.92	11.08	10.93	10.9	10.93	10.96
25	10.87	11.04	10.89	10.84	10.89	10.93
30	10.81	10.97	10.83	10.8	10.85	10.91
35	10.76	10.95	10.78	10.75	10.79	10.86
40	10.7	10.91	10.73	10.7	10.74	10.81
45	10.65	10.86	10.67	10.65	10.69	10.77
50	10.59	10.81	10.61	10.59	10.64	10.72
55	10.54	10.77	10.56	10.52	10.58	10.69
60	10.49	10.75	10.51	10.47	10.53	10.64
65	10.44	10.7	10.47	10.42	10.48	10.59
70	10.38	10.66	10.42	10.37	10.44	10.57
75	10.33	10.64	10.37	10.32	10.41	10.53
80	10.28	10.59	10.32	10.26	10.37	10.48
85	10.22	10.58	10.26	10.21	10.31	10.46
90	10.18	10.54	10.24	10.19	10.26	10.44
95	10.14	10.52	10.18	10.14	10.24	10.4
100	10.1	10.49	10.13	10.09	10.2	10.37
105	10.03	10.44	10.07	10.04	10.15	10.32
110	9.98	10.41	10.02	9.98	10.1	10.3
115	9.91	10.37	9.96	9.92	10.05	10.25
120	9.88	10.32	9.88	9.86	10	10.21
125	9.83	10.28	9.86	9.82	9.98	10.2
130	9.75	10.24	9.78	9.77	9.9	10.15
135	9.69	10.2	9.71	9.71	9.85	10.1
140	9.63	10.16	9.65	9.66	9.8	10.06
145	9.6	10.11	9.59	9.6	9.76	10.03
150	9.52	10.06	9.54	9.55	9.7	9.99
155	9.47	10.01	9.48	9.49	9.65	9.94
160	9.41	9.96	9.42	9.43	9.61	9.93
165	9.34	9.92	9.33	9.35	9.53	9.88
170	9.26	9.88	9.27	9.28	9.47	9.83
175	9.07	9.69	9.08	9.12	9.29	9.67
180	8.99	9.67	9	9.02	9.24	9.62
185	8.88	9.59	8.89	8.95	9.17	9.56

190	8.73	9.54	8.77	8.85	9.08	9.53
195	8.56	9.48	8.61	8.69	9.01	9.45
200	8.34	9.42	8.41	8.53	8.91	9.4
205	7.73	9.4	8.15	8.32	8.82	9.35
210	5.99	9.29	7.69	8.1	8.75	9.3
215	5.84	9.23	6.64	7.77	8.64	9.25
220	5.77	9.18	6.16	6.54	8.53	9.21
225	5.67	9.09	4.24	4.98	8.39	9.14
230	5.56	9.01	1.72	3.23	8.13	9.09
235	5.46	8.94	0.85	2.98	7.12	9.04
240	5.35	8.85	0.79	2.87	7.03	8.99

**Anexo 12**  
**Voltajes de la 1º Carga Bloque 2 Paquetes 7 - 12**

<b>Tiempo</b>	<b>Pack7</b>	<b>Pack8</b>	<b>Pack9</b>	<b>Pack10</b>	<b>Pack11</b>	<b>Pack12</b>
0	9.37	9.19	9.35	9.15	9.22	8.42
5	9.63	9.45	9.56	9.4	9.46	8.81
10	9.79	9.61	9.72	9.58	9.63	9.03
15	9.89	9.74	9.81	9.71	9.75	9.22
20	9.98	9.83	9.91	9.82	9.86	9.41
25	10.06	9.9	9.98	9.9	9.94	9.57
30	10.13	9.99	10.07	9.98	10.03	9.72
35	10.2	10.05	10.13	10.04	10.11	9.85
40	10.27	10.14	10.23	10.14	10.2	9.99
45	10.33	10.21	10.29	10.21	10.26	10.11
50	10.41	10.27	10.37	10.29	10.36	10.21
55	10.48	10.38	10.45	10.37	10.43	10.35
60	10.54	10.46	10.53	10.46	10.53	10.47
65	10.6	10.54	10.61	10.57	10.62	10.58
70	10.66	10.64	10.66	10.64	10.69	10.69
75	10.73	10.71	10.74	10.73	10.79	10.8
80	10.79	10.8	10.81	10.84	10.85	10.9
85	10.86	10.86	10.87	10.89	10.92	10.99
90	10.91	10.95	10.93	10.97	11	11.07
95	10.97	11.02	10.99	11.05	11.07	11.17
100	11	11.07	11.04	11.11	11.12	11.24
105	11.04	11.13	11.09	11.17	11.17	11.33
110	11.08	11.18	11.14	11.22	11.23	11.38
115	11.13	11.23	11.17	11.27	11.27	11.43
120	11.16	11.26	11.2	11.32	11.29	11.46
125	11.19	11.29	11.25	11.33	11.34	11.5
130	11.23	11.33	11.26	11.38	11.36	11.54
135	11.24	11.34	11.3	11.39	11.39	11.55
140	11.26	11.37	11.31	11.43	11.41	11.59
145	11.29	11.4	11.34	11.44	11.44	11.62
150	11.33	11.43	11.37	11.49	11.48	11.66
155	11.34	11.45	11.39	11.49	11.5	11.66
160	11.35	11.45	11.41	11.53	11.51	11.66
165	11.36	11.46	11.43	11.54	11.53	11.69
170	11.39	11.5	11.45	11.54	11.55	11.69
175	11.4	11.5	11.47	11.57	11.55	11.71
180	11.4	11.52	11.47	11.59	11.59	11.71
185	11.37	11.5	11.45	11.55	11.55	11.67

**Anexo 13**  
**Voltajes de la 2º Descarga Bloque 2 Paquetes 7 - 12**

Tiempo	Pack7	Pack8	Pack9	Pack10	Pack11	Pack12
0	11.37	11.5	11.46	11.55	11.55	11.66
5	11.24	11.29	11.27	11.33	11.34	11.41
10	11.13	11.19	11.15	11.22	11.23	11.27
15	11.03	11.08	11.05	11.11	11.12	11.12
20	10.98	11.02	10.98	11.02	11.03	11.02
25	10.91	10.91	10.91	10.95	10.96	10.91
30	10.84	10.84	10.83	10.85	10.88	10.8
35	10.79	10.77	10.77	10.79	10.81	10.72
40	10.72	10.7	10.72	10.73	10.74	10.64
45	10.66	10.65	10.66	10.67	10.69	10.53
50	10.6	10.59	10.61	10.6	10.62	10.46
55	10.56	10.54	10.55	10.53	10.54	10.37
60	10.49	10.47	10.47	10.46	10.48	10.26
65	10.44	10.4	10.41	10.41	10.42	10.18
70	10.38	10.33	10.35	10.35	10.37	10.07
75	10.33	10.27	10.29	10.29	10.31	9.98
80	10.27	10.22	10.26	10.21	10.25	9.88
85	10.22	10.16	10.18	10.14	10.18	9.77
90	10.16	10.1	10.13	10.09	10.1	9.67
95	10.11	10.02	10.07	10.03	10.05	9.56
100	10.06	9.95	10.02	9.94	9.99	9.45
105	10	9.89	9.96	9.87	9.93	9.33
110	9.95	9.84	9.91	9.82	9.84	9.21
115	9.9	9.78	9.86	9.75	9.78	9.1
120	9.84	9.7	9.79	9.67	9.72	8.98
125	9.77	9.63	9.74	9.62	9.67	8.87
130	9.73	9.57	9.68	9.55	9.6	8.76
135	9.68	9.52	9.63	9.5	9.55	8.61
140	9.63	9.47	9.58	9.44	9.5	8.46
145	9.58	9.43	9.53	9.39	9.45	8.19
150	9.54	9.38	9.48	9.34	9.4	7.26
155	9.52	9.34	9.43	9.28	9.35	7.15
160	9.47	9.28	9.39	9.23	9.29	6.99
165	9.41	9.23	9.34	9.17	9.24	6.78
170	9.37	9.18	9.3	9.12	9.18	5.88
175	9.33	9.12	9.26	9.05	9.12	5.82
180	9.3	9.04	9.21	8.96	9.05	5.73
185	9.25	8.98	9.14	8.9	8.97	5.6

190	9.2	8.91	9.09	8.83	8.92	5.41
195	9.14	8.84	9.01	8.76	8.86	4.54
200	9.09	8.8	8.97	8.71	8.81	4.48
205	9.08	8.76	8.94	8.69	8.76	4.38
210	9.07	8.76	8.94	8.69	8.76	4.37

**Anexo 14**  
**Voltajes de la 1º Carga Bloque 2 Paquete 12**

<b>Tiempo</b>	<b>Pack12</b>
0	8.37
5	9
10	9.26
15	9.46
20	9.66
25	9.8
30	9.96
35	10.07
40	10.18
45	10.29
50	10.4
55	10.5
60	10.6
65	10.69
70	10.79
75	10.88
80	10.96
85	11.06
90	11.13
95	11.19
100	11.25
105	11.3
110	11.34
115	11.38
120	11.42
125	11.44
130	11.48
135	11.5
140	11.54
145	11.55
150	11.6
155	11.6
160	11.61
165	11.63
170	11.65
175	11.65
180	11.66
185	11.69

190	11.69
195	11.7
200	11.7
205	11.69

**Anexo 15**  
**Voltajes de la 1º Descarga Bloque 2 Paquete 12**

<b>Tiempo</b>	<b>Pack12</b>
0	11.38
5	11.28
10	11.18
15	11.11
20	11.04
25	10.98
30	10.92
35	10.87
40	10.8
45	10.74
50	10.69
55	10.65
60	10.6
65	10.55
70	10.51
75	10.47
80	10.42
85	10.37
90	10.31
95	10.26
100	10.21
105	10.16
110	10.11
115	10.05
120	10.01
125	9.95
130	9.9
135	9.84
140	9.78
145	9.73
150	9.67
155	9.61
160	9.55
165	9.48
170	9.41
175	9.35
180	9.28



185	9.2
190	9.13
195	9.03
200	8.96
205	8.91

**Anexo 16**  
**Voltajes de la 2º Carga Bloque 2 Paquete 12**

<b>Tiempo</b>	<b>PacK12</b>
0	9.18
5	9.58
10	9.79
15	9.97
20	10.14
25	10.28
30	10.42
35	10.53
40	10.65
45	10.77
50	10.88
55	10.97
60	11.06
65	11.15
70	11.22
75	11.29
80	11.36
85	11.39
90	11.44
95	11.49
100	11.52
105	11.55
110	11.6
115	11.63
120	11.65
125	11.67
130	11.7
135	11.71
140	11.71
145	11.74
150	11.74
155	11.78

**Anexo 17**  
**Voltajes de la 3º Descarga Bloque 2 Paquetes 7 - 12**

<b>Tiempo</b>	<b>Pack7</b>	<b>Pack8</b>	<b>Pack9</b>	<b>Pack10</b>	<b>Pack11</b>	<b>Pack12</b>
0	11.08	11.17	11.14	11.17	11.18	11.2
5	10.94	10.92	10.93	10.94	10.96	11.01
10	10.81	10.77	10.78	10.78	10.8	10.91
15	10.7	10.64	10.66	10.63	10.68	10.8
20	10.6	10.51	10.56	10.52	10.55	10.74
25	10.54	10.42	10.47	10.41	10.45	10.69
30	10.44	10.28	10.35	10.29	10.33	10.6
35	10.33	10.19	10.27	10.19	10.24	10.54
40	10.26	10.1	10.18	10.09	10.15	10.48
45	10.17	10	10.08	9.98	10.05	10.42
50	10.11	9.92	10.07	9.93	9.99	10.41
55	10.01	9.83	9.93	9.93	9.88	10.31
60	9.95	9.74	9.86	9.76	9.8	10.25
65	9.86	9.68	9.8	9.66	9.72	10.16
70	9.79	9.59	9.7	9.6	9.62	10.1
75	9.73	9.52	9.64	9.5	9.56	10.02
80	9.67	9.46	9.59	9.45	9.5	9.94
85	9.6	9.37	9.52	9.37	9.41	9.88
90	9.52	9.28	9.43	9.28	9.3	9.78
95	9.42	9.18	9.33	9.15	9.19	9.68
100	9.36	9.06	9.22	9.01	9.09	9.6
105	9.26	8.94	9.11	8.89	8.97	9.51
110	9.19	8.82	9.04	8.78	8.86	9.4
115	9.14	8.77	8.97	8.69	8.8	9.29
120	9.09	8.72	8.93	8.64	8.75	9.14
125	9.09	8.72	8.93	8.64	8.75	9.14