

**TECNOLÓGICO UNIVERSITARIO**

**VIDA NUEVA**

**SEDE MATRIZ**



**TECNOLOGÍA SUPERIOR EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ**

**TEMA**

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN MÓDULO PROGRAMABLE EN CICLOPARA  
DESCARGA Y CARGA AUTOMÁTICAS PARA BATERÍAS HÍBRIDAS DE  
NÍQUEL METAL**

**PRESENTADO POR:**

**PILAPANTA CHAGMANA CHRISTIAN GABRIEL**

**TUTOR:**

**ING. GUACHAMIN BONILLA CRISTIAN SANTIAGO MG.**

**FECHA:**

**JUNIO 2023**

**QUITO – ECUADOR**

---

**Tecnología Superior en Mecánica Automotriz**

---

**Certificación del tutor**

En mi calidad de tutor del proyecto de aplicación práctica con el tema: “Diseño y construcción de un módulo programable en ciclos para descarga y carga automáticas para baterías híbridas de níquel metal”, presentado por el ciudadano Pilapanta Chagmana Christian Gabriel, para optar por el título de Tecnólogo Superior en Mecánica Automotriz, certifico que dicho proyecto ha sido revisado en todas sus partes y considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del tribunal examinador que se designe.

En la ciudad de Quito, del mes de junio de 2023

\_\_\_\_\_  
Tutor: Ing. Guachamin Bonilla Cristian Santiago Mg.

C.I.: 1718905647

---

**Tecnología Superior en Mecánica Automotriz**

---

**Aprobación del tribunal**

Los miembros del tribunal aprueban el Proyecto de Aplicación Práctica, con el tema:  
“Diseño y construcción de un módulo programable en ciclos para descarga y cargas automáticas para baterías híbridas de níquel metal”, presentado por el ciudadano Pilapanta Chagmana Christian Gabriel, facultado en la carrera Tecnología Superior en Mecánica Automotriz.

Para constancia firman:

---

Ing.  
C.I.:  
**DOCENTE TUVN**

---

Ing.  
C.I.:  
**DOCENTE TUVN**

---

Ing.  
C.I.:  
**DOCENTE TUVN**

---

Ing.  
C.I.:  
**DOCENTE TUVN**

---

**Tecnología Superior en Mecánica Automotriz**

---

**Cesión de derechos de autor**

Yo, Pilapanta Chagmana Christian Gabriel portador de la cédula de ciudadanía 1805477880, facultado en la carrera Tecnología Superior en Mecánica Automotriz, autor de esta obra, certifico y proveo al Tecnológico Universitario Vida Nueva usar plenamente el contenido de este proyecto de aplicación práctica con el tema “ Diseño y construcción de un módulo programable en ciclos para descarga y carga automáticas para baterías híbridas de níquel metal”, con el objeto de aportar y promover la cultura investigativa, autorizando la publicación de mi proyecto en la colección digital del repositorio institucional, bajo la licencia Creative Commons: Atribución-No Comercial-Sin Derivadas.

En la ciudad de Quito, del mes de junio de 2023.

---

Pilapanta Chagmana Christian Gabriel

C.I.: 1805477880

## **Dedicatoria**

Este proyecto técnico está especialmente dedicado a toda la generación de estudiantes de Mecánica Automotriz del Tecnológico Universitario Vida Nueva, con este módulo podrán realizar las pruebas para descargar y cargar de baterías híbridas y así pueden aprender más y tener conocimientos de cómo es que trabaja un vehículo híbrido.

Como no dedicar también a mis queridos padres, que admiro enormemente porque han sido los pilares básicos de mi vida que me han ayudado y han dado fuerza para cumplir con mis objetivos. De manera similar a mi hermana que siempre sin importar las consecuencias de la vida ha estado siempre conmigo, por su consejo y para ayudarme a cambiar mis errores y así ser una gran persona.

De igual manera a mis abuelos que siempre me han aconsejado que continúe y no me desmaye y que pueda culminar con mis estudios y sea una persona de bien y sobre todo ser el orgullo de la casa. Gracias a toda mi familia y amigos que me apoyaron sin importar nada siempre estuvieron conmigo en las buenas y malas dándome apoyo incondicional para poder llegar a triunfar en la vida profesional que nos espera luego de graduarnos.

## **Agradecimiento**

Agradezco a Dios por ponerme como guía a mis padres, a quienes guardo una gran gratitud por siempre estar en todo momento corrigiéndome y brindándome su apoyo incondicional y que gracias a ellos he alcanzado un logro más en mi vida profesional.

A mi hermana Anahí ya que es parte fundamental en la vida y soy un ejemplo a seguir de ella, a más de haber estado conmigo en todo momento agradezco por tenerte a mi lado hoy y siempre y así poderte ayudar en lo que necesites, agradezco a la vida por regalarme alguien como tú que siempre estás conmigo más en los malos momentos porque en los buenos están todos y en las malas están los verdaderos que te quieren ver triunfar.

Un sincero agradecimiento a las autoridades del Instituto Universitario Vida Nueva en especial al Ingeniero Cristian Guachamin quien fue parte fundamental en este proyecto, por su enseñanza, incluso en horario extracurricular para compartir su conocimiento y apoyo en cada momento del desarrollo del proyecto módulo para descarga y carga de baterías híbridas y sus consejos para ser un profesional de éxito.

**Tabla de contenido**

Resumen	10
Abstract	11
Introducción	12
Antecedentes	14
Justificación	16
Objetivos	17
Objetivo General	17
Objetivos Específicos	17
Marco Teórico	18
Definición de Términos Básicos	20
Vehículos Híbridos	20
Baterías Ni-MH	20
Baterías Híbridas	20
SOC (State of Charge)	21
DOD (Deep of Discharge)	21
Auto Descarga	22
Efecto Memoria	22
Ciclo de Carga	22

Conexiones de la Batería	22
Metodología y Desarrollo del Proyecto	23
Control de Carga	25
Control de Descarga	25
Control de Balanceo	26
Diseño del Módulo en la Herramienta Proteus 8	26
Procedimiento para Implementar los Circuitos en una Placa de Baquelita y en el Respectivo Módulo	32
Procedimiento de Pruebas del Módulo para Descarga y Carga de Baterías Híbridas	40
Propuesta	43
Diseño de Módulos de Corriente Continua para Descarga y Carga de Baterías Híbridas	43
Levantamiento de Requerimientos para el Módulo de Corriente Continua	43
Datos iniciales	43
Análisis del Módulo de la Batería de Alta Tensión del Vehículo Toyota Prius	44
Circuitos del Módulo de Corriente Continua para una Batería Completa	44
Funcionamiento del Circuito del Módulo de Carga para Baterías de 150 V	44
Cálculo para la Selección de Elementos Eléctricos	45
Voltaje máximo	45
Funcionamiento del Circuito del Módulo de Corriente Continua para Baterías de Hasta 20V	55
Descripción del Funcionamiento	55



	9
Conclusiones	57
Recomendaciones	58
Referencias	59
Anexos	62

## Resumen

El presente proyecto se realizó mediante el diseño de un módulo de descarga y carga de las respectivas baterías híbridas de níquel metal del Instituto Universitario Vida Nueva, Con la finalidad de verificar el comportamiento eléctrico de las baterías híbridas en su fase de carga y descarga según su funcionamiento, con el diseño que se realizó en la aplicación PROTEUS se procederá a seleccionar los respectivos elementos que se utilizaran para el respectivo módulo.

El objetivo de este proyecto consistió en desarrollar un sistema para controlar los valores de potencia y temperatura de las baterías híbridas durante los procesos de carga y descarga. Para lograr esta meta, se utilizó el sistema de Arduino para monitorear y controlar tanto el potencial como la temperatura de una sola batería durante los procesos de carga y descarga. De esta manera, se pudo observar el proceso que el módulo llevaría a cabo en el banco de pruebas.

Finalmente, se construyó el circuito de descarga y carga de las baterías híbridas, esto a través de una impresión en papel foto el cual se pasó a una baquelita la cual se sumergió en cloruro férrico para marcar los canales del circuito que permitirá el control del módulo, la programación para el módulo se desarrolló en Arduino el mismo que fue programado en la placa a través de una computadora el mismo que permite cargar módulos de baterías de alta tensión individualmente con una energía constante que se ajusta al inicio de la prueba. Esta corriente se puede establecer entre 0.7 A y 2.5 A para módulos de hasta 20 voltios.

**PALABRAS CLAVE:** ARDUINO, NÍQUEL, AUTOS HÍBRIDOS, PROTECCIÓN, MEDIO AMBIENTE.

### **Abstract**

This project was carried out through the design of a discharge and charge module for the respective nickel metal hybrid batteries of Instituto Universitario Vida Nueva. With the purpose of verifying the electrical behavior of the hybrid batteries in their charge and discharge phase according to their operation, with the design that was carried out in the PROTEUS application, we will proceed to select the respective elements that will be used for the respective module.

The goal of this project was to develop a system to control the power and temperature values of hybrid batteries during the charge and discharge processes. To achieve this goal, the Arduino system was used to monitor and control both the potential and temperature of a single battery during the charge and discharge processes. In this way, it was possible to observe the process that the module would carry out on the test bench.

Finally, the discharge and charge circuit of the hybrid batteries was built, this through a printing on photo paper which was passed to a Bakelite which was immersed in ferric chloride to mark the channels of the circuit that will allow the control of the module, the programming for the module was developed in Arduino which was programmed on the board through a computer which allows charging high voltaje battery modules individually with a constant energy that is set at the start of the test. This current can be set between 0.7 A and 2.5 A for modules up to 20 volts.

**KEYWORDS:** ARDUINO, NICKEL, HYBRID CARS, ENVIRONMENTAL, PROTECTION, ENVIRONMENT

## Introducción

Actualmente el uso de las baterías híbridas de níquel metal en los vehículos de transporte ha sido uno de los avances más grandes que ha tenido el área de mecánica automotriz pero con ello ha provocado que cada vez busque mejores en las baterías de los vehículos es así que se plantea el desarrollo de un módulo programable en ciclos que permita la carga y descarga de estas baterías, permitiendo que el mundo automotriz pueda mejorar los sistemas eléctricos de los vehículos y disminuyendo la contaminación que provocaban las baterías tradicionales (Cueva Sánchez et al., 2018).

Es así como los estudiantes del Tecnológico Universitario Vida Nueva cada vez se van enfocando en estos temas de gran relevancia para la mecánica automotriz, siendo este el caso donde se propone un diseño y construcción de un módulo programable en ciclos para descarga y carga automática para baterías híbridas de níquel metal.

La problemática que se pretende dar resolución es la falta de un módulo programable en ciclos para descarga y carga automática de las baterías híbridas de níquel metal, que ayude en la correcta utilización de las baterías y alargue la vida de estas, esto se realizara a través de la utilización de un banco de pruebas con Arduino para emitir un mejor diagnostico en baterías en mal estado. En el presente proyecto se diseñará y construirá un módulo programable en ciclos para la carga y descarga de las baterías híbridas de níquel metal, este proyecto está estructurado de la siguiente forma. Planteando como objetivo diseñar y construir un módulo programable de descarga y carga de una batería híbrida, mediante la utilización de un banco de pruebas con Arduino, para un correcto diagnóstico de las baterías en mal estado.

Justificación: Este método presenta múltiples beneficios que han generado una demanda por parte de los clientes, lo que ha a su vez creado un nuevo campo laboral. En la actualidad, la tecnología más utilizada en las baterías de los vehículos híbridos es la tecnología NiMH (Níquel-Hidruro Metálico). Una de las ventajas de esta tecnología es su baja sensibilidad al efecto de memoria, así como su buena relación entre energía y peso y su alta seguridad. Sin embargo, uno de los inconvenientes de esta tecnología es que la sobrecarga puede tener efectos negativos y puede ser difícil detectar cuándo se ha alcanzado la carga final.

Marco teórico: En este capítulo se realizará una investigación documental para argumentar teóricamente el tema propuesto que ayude entender de mejor manera el correcto funcionamiento de las baterías híbridas de níquel, Además se hará una breve explicación de los vehículos híbridos y la evolución continua de la tecnología en la industria automotriz.

Metodología y desarrollo del proyecto: en el presente capítulo se detalla la metodología utilizada para el desarrollo siendo esta una investigación bibliográfica que se aplicara mediante una revisión de documentos de las diferentes bases de datos digitales que ayuden a determinar requerimientos de diseño, de igual forma se utilizó una investigación de campo con el fin de identificar la problemática y necesidades presentes en la institución que motive a la construcción del módulo. Además, se utilizó una investigación exploratoria para conocer los antecedentes y tendencias, siendo esta investigación de tipo experimental, puesto que las variables serán sometidas a que se pueda cumplir con los objetivos planteados.

Propuesta: Finalmente, en este capítulo se desarrolla la propuesta y el diseño para la construcción del módulo programable en ciclos para descarga y cargas automáticas para baterías híbridas de níquel metal.

## Antecedentes

La tecnología híbrida nace por la necesidad de disminuir emisiones nocivas ocasionadas por automotores, combinando el motor de combustión interna con motores impulsados por generadores eléctricos, optimizando las condiciones de propulsión (Erazo & Quiroz, 2017). En Ecuador, a nivel nacional el número de vehículos híbridos y eléctricos bordea las 6.000 unidades, sin embargo, con una tendencia a disminuir el crecimiento de ventas por políticas tributarias del país. Según la investigación desarrollada por Vélez Salazar & Caiza Caiza (2017) indica que el costo de reemplazo de la batería de alto voltaje de los vehículos híbridos y eléctricos es alto, considerando que aproximadamente la vida útil de las baterías es de 200.000 km. Ramírez Arévalo, (2022) en su trabajo de investigación demuestra en el territorio no existe plantas de reciclaje de tipo de baterías lo que genera una gran cantidad de desechos al ambiente.

Desde el punto de vista de Rabié Durán (2013) propone diseñar e implementar un sistema de adquisición de datos para llevar a cabo pruebas de carga y descarga en baterías de ion-litio. El autor destaca la creciente importancia de los dispositivos de almacenamiento de energía en diversas áreas de la ingeniería en los últimos años, lo que hace fundamental comprender el comportamiento de las baterías en diferentes condiciones de operación., es así como con el desarrollo de esta investigación se obtuvieron los datos precios de voltaje, corriente y temperatura y son utilizados para el análisis del estado de las baterías cuando están cargadas, en buen funcionamiento o descargadas. El reto principal radica en que las mediciones están sujetas a perturbaciones Gaussianas con una media de cero, por lo que se ha desarrollado un filtro de paso bajo para minimizar estas fluctuaciones.

Considerando la investigación propuesta por Martínez Morales (2019) en su investigación propone el desarrollo de un sistema de control de potencial y temperatura de baterías durante el proceso de carga y descarga indica que el proyecto crea un sistema monitorizado de baterías a través de la plataforma Arduino, con el cual se controlara temperatura, voltaje y capacidad de las baterías en el proceso de carga y en su funcionamiento. Este trabajo tiene como finalidad el desarrollo de un sistema de control para monitorear los valores medios de potencia y temperatura de las baterías durante los procesos de carga y descarga. Para alcanzar este objetivo, se implementó el sistema de Arduino, el cual permitió controlar tanto el potencial como la temperatura de una sola batería durante los procesos de carga y descarga.

Según Escudero-Quintero (2021) en su trabajo de investigación propone la utilización de una metodología de control digital para reducir el rizado en la corriente que se suministra a las baterías a través de los vertedores que procesan la energía de carga y descarga. La finalidad de esta metodología es identificar y minimizar la disminución del tiempo de vida de las baterías.

Para alcanzar esta meta, se propone el diseño e implementación de un convertidor entrelazado en cuatro etapas: (1) modelado del sistema que comprende la batería, el convertidor y la carga, (2) diseño del control digital basado en el modelo, (3) implementación práctica de la plataforma de instrumentación utilizando un dispositivo embebido, y (4) validación del funcionamiento de la estrategia presentada y la reducción del rizado inyectado en la batería. De esta manera, se podrá identificar el correcto desempeño de la batería con el control digital para su óptimo funcionamiento.

## Justificación

En el país existe un alto número de vehículos electrónicos e híbridos circulantes, por consecuente el uso de baterías de alto voltaje, de la misma manera existen escasos centros especializados de servicio y personal capacitado. Adicionalmente, es frecuente disponer de información limitada por parte de los fabricantes sobre los sistemas de control y mantenimiento, ocasionando que se desechen las baterías y su consecuente impacto negativo en el medio ambiente; a este su suma el alto costo de las baterías nuevas (García, 2022). Por lo tanto, el dispone de un diagnóstico oportuno y adecuado del estado de descarga y carga permitirá brindar mantenimiento oportuno y con ello solucionar los posibles problemas que ocasionen un desecho anticipado o en un tiempo menos al esperado, como, el daño de uno de los paquetes o el efecto memoria. El disponer de un módulo programable para diagnosticar el estado de carga y descargarde las baterías híbridas de alto voltaje Ni. Hm permitirá disponer de información del voltaje de cada paquete de la batería, para saber si uno de estos está en mal estado y si fuese necesario remplazarlo.

Este método presenta múltiples beneficios que han generado una demanda por parte de los clientes, lo que ha a su vez creado un nuevo campo laboral. En la actualidad, la tecnología más utilizada en las baterías de los vehículos híbridos es la tecnología NiMH (Níquel-Hidruro Metálico). Una de las ventajas de esta tecnología es su baja sensibilidad al efecto de memoria, así como su buena relación entre energía y peso y su alta seguridad. Sin embargo, uno de los inconvenientes de esta tecnología es que la sobrecarga puede tener efectos negativos y puede ser difícil detectar cuándo se ha alcanzado la carga final.



## Objetivos

### Objetivo General

Diseñar y construir un módulo programable de descarga y carga de una batería híbrida, mediante la utilización de un banco de pruebas con Arduino, para un correcto diagnóstico de las baterías en mal estado.

### Objetivos Específicos

- Diseñar circuitos eléctricos y electrónicos del módulo de descarga y carga automático controlado con Arduino, para la simulación de su funcionamiento y obtención de valores de magnitudes eléctricas.
- Construir un módulo de descarga y carga de baterías híbridas controladas automáticamente con Arduino para la aplicación de procesos de mantenimiento y diagnóstico.
- Aplicar pruebas de funcionamiento del módulo de descarga y carga de baterías híbridas, obteniendo fichas de comportamiento determinando parámetros de funcionalidad.

## Marco Teórico

En estudios anteriores realizados en los últimos años se termina que las baterías híbridas permiten, mejorar significativamente en los automotores en la actualidad, disminuyendo contaminaciones nocivas que son provocadas por vehículos con baterías tradicionales, de la misma forma mejorar el rendimiento de la autonomía de las baterías y recorridos que realiza el vehículo (Ambrosio & Ticianelli, 2001). A continuación, se describe las principales investigaciones realizadas sobre baterías híbridas:

Considerando la investigación desarrollada por Ortega Ortega & Peralta Arce (2020) en la cual proporcionó un sistema electrónico que pueda diagnosticar con precisión y confiabilidad el estado funcional de cada una de las celdas que conforman las baterías de un vehículo híbrido. Además, este sistema podrá regenerar y controlar los parámetros necesarios, devolviendo la vida útil de la batería de manera automatizada y a bajo costo de operación. Asimismo, el sistema proporcionará información detallada en tiempo real del proceso y el estado de cada una de las celdas de la batería a través de una interfaz gráfica.

En la investigación desarrollada por Saavedra Guarderas et al. (2018) busca reacondicionar las baterías de níquel-hidruro metálico de los vehículos híbridos a través de la adquisición de datos y análisis mediante un algoritmo en LabVIEW. El objetivo es detectar el estado actual de la batería y encontrar celdas defectuosas durante el proceso de reacondicionamiento. Para lograrlo, se utiliza un Arduino Mega y un software en LabVIEW para obtener las señales de cada par de celdas de la batería del vehículo híbrido.

En la investigación de Núñez Sánchez & Ortiz Lemache (2021) propone el "Diseño y construcción de una `plataforma que contribuye a realizar un diagnóstico de las baterías que ya han sido utilizadas en vehículos eléctricos e híbridos", desarrollando un sistema para el diagnóstico de baterías que permite determinar el estado de carga, salud y eficiencia combinada de

las celdas de las baterías. El sistema se compone de dos bloques fundamentales: carga y descarga, y se añadieron diferentes módulos necesarios para ajustar la corriente y el voltaje dependiendo de las diferentes necesidades que poseen las baterías.

El modelado de esta propuesta para el diagnóstico se realizó a través del uso del software SolidWorks, recopilación de cálculos, visualización y datos se realizó en LabVIEW, con ayuda del complemento NI-VISA para la comunicación entre el ordenador y la tarjeta de desarrollo utilizada. En la investigación de esta tesis doctoral realizada por De la Peña (2021), Se desarrolló un nuevo método para determinar el estado de salud de una batería a través de la medición del rizado de corriente producido por el rizado de tensión impuesto por su cargador. De esta manera, se pudo disponer de un sistema que indicara de forma autónoma si una batería tenía indicios de estar deteriorada y, por lo tanto, era necesaria una intervención del personal de mantenimiento.

Según Erazo & Quiroz (2017) en su investigación propone el desarrollo de un equipo genérico para la verificación y mantenimiento de las baterías de los vehículos híbridos. Su objetivo era presentar información experimental relevante acerca de las baterías de alta tensión HV que se utilizan en los vehículos híbridos, considerando los parámetros y características de operación para realizar el diseño y fabricación de un equipo genérico de pruebas y mantenimiento que elevase el tiempo de vida útil de las mismas, así como reducir los costos de reparación. Para ello, establecieron los cálculos pertinentes para la selección de los componentes en las diferentes etapas de medición, control y potencia.

Considerando la investigación desarrollada por Camacás Tenganán, (2020) propuso el desarrollo de un dispositivo de diagnóstico para módulos de batería de vehículos híbridos y eléctricos, con el fin de diagnosticar de forma individual los módulos que componen las baterías de alto voltaje. El objetivo era crear una metodología para realizar dos tipos de diagnóstico: carga y descarga de los módulos, y diagnóstico basado en el valor de la resistencia interna. El proyecto

se limitó desde la fabricación del dispositivo hasta el desarrollo de la metodología de diagnóstico. Se empleó un Arduino junto con sensores de voltaje y amperaje para medir el voltaje y la corriente durante la descarga, lo que permitió calcular la resistencia interna. Además, se utilizó una pantalla LCD 16x4 para mostrar las variables.

Para la carga, se implementó una fuente conmutada y un regulador de voltaje y amperaje XL4015, que incorporaba un multímetro amperímetro y potenciómetros de precisión de 10K. También se recopiló información de manuales de diferentes vehículos para establecer una metodología de desmontaje de las baterías de alto voltaje. El proyecto tuvo como objetivo crear un dispositivo de diagnóstico y una metodología para el diagnóstico individual de los módulos de batería de vehículos híbridos y eléctricos, lo que permitiría un mantenimiento más eficiente de estas baterías.

## **Definición de Términos Básicos**

### **Vehículos Híbridos**

Considerando la investigación desarrollada por (Pérez Sepa, 2022) el cual indica que los vehículos híbridos son una clase de medios de transporte de propulsión mixto, con una combinación de uno o varios motores eléctricos y un motor de combustión que producen el movimiento.

### **Baterías Ni-MH**

De acuerdo con el estudio realizado por Rey Moreno y Valencia Ospina (2022), las baterías recargables tienen al hidrógeno como ánodo, al óxido de níquel como cátodo y al hidróxido de potasio como electrolito. Se descubrió que la densidad de energía producida por las baterías Ni-MH es el doble de la producida por las baterías Ni-Cd, a pesar de que ambos tipos de baterías operan a voltajes similares.

### **Baterías Híbridas**

Hoy en día las baterías híbridas de alta tensión proveen un voltaje de 201.6 voltios, las

mismas que son utilizadas en los motores trifásicos y componentes de los vehículos, este voltaje es regenerado y monitoreado de manera frecuente por la ECU de la batería, adicionalmente, la temperatura no debe exceder la temperatura ideal de trabajo (AUTOMOTIVE, 2018).

### **SOC (State of Charge)**

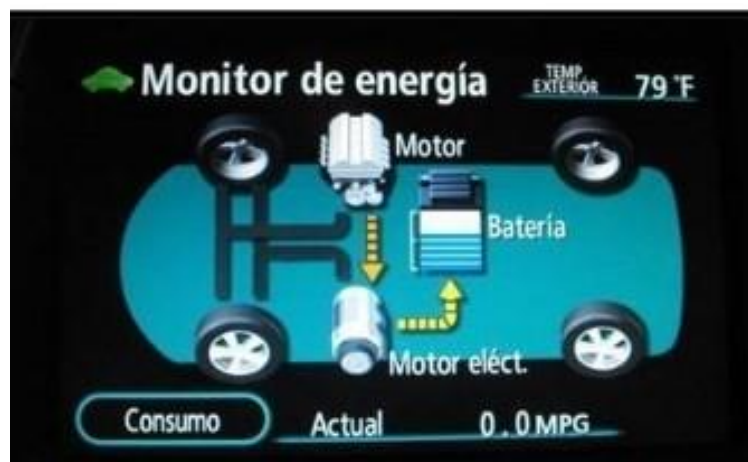
Como expresa (He et al., 2017) en su artículo de investigación en el cual indica que el State of Charge es el estado de carga de la batería es el nivel de carga que tiene, y viene expresado como porcentaje en relación de la capacidad total de carga que tiene dicha batería.

### **DOD (Deep of Discharge)**

De acuerdo con (Ebrahimi et al., 2014) La descarga profunda es el grado de descarga de una batería, lo que significa que el 30% del SOC es equivalente al 70% del DOD. En el caso de un vehículo híbrido que está detenido y tiene una batería con un SOC del 40%, el motor se activará hasta que la batería se cargue hasta el 50% del SOC.

### **Figura 1**

#### *Monitor de energía*



*Nota.* Baterías híbridas sirven de gran ayuda en la actualidad. Reproducido de Estado de carga SOC, por Ebrahimi, 2014 (<http://www.cise.com/portal/notas-tecnicas/item/583-estado-de-carga-soc-state-of-charge.html>)

Es posible evidenciar el estado de carga de la batería que es determinada por 5 segmentos los cuales refleja un 60% del estado de carga aproximadamente en la figura uno. En un vehículo híbrido detenido empezara la carga cuando sea menor al 40% a través del motor de combustión MCI y se detendrá cuando este llegue al 50%

### **Auto Descarga**

En la opinión de Méndez Caiche (2015) el auto descarga es un proceso de deterioro que ocurre como consecuencia del envejecimiento de las baterías de los vehículos híbridos. Con el tiempo de uso, el estado de carga de las baterías se ve afectado, lo que significa que se pueden descargar automáticamente hasta un 3% por debajo del nivel deseado.

### **Efecto Memoria**

Según la investigación desarrollada por Saavedra y Sibri (2018) indica que el efecto memoria es el principio por el cual pasan las cargas incompletas para disminuir la capacidad de carga almacenada en las baterías.

### **Ciclo de Carga**

En esta fase los iones y electrones regresan a su estado original gracias al aporte de una energía externa, además, se genera una corriente eléctrica la cual es idónea para realizar el movimiento del motor eléctrico que es impulsado el vehículo (Escudero, 2021).

### **Conexiones de la Batería**

De acuerdo con Saavedra Guarderas y Sibri (2018) para alcanzar el voltaje nominal requerido, es necesario establecer conexiones entre las baterías. Para lograr esto, las baterías se pueden unir en configuraciones de paralelo, serie o mixtas, lo que les proporciona características únicas en términos de voltaje y amperaje requeridos.

## **Metodología y Desarrollo del Proyecto**

Para la presente investigación se ha desarrollado un estudio en tres etapas, en la primera se utilizó una investigación exploratoria que ayude en la recolección de la información mediante una revisión bibliográfica para determinar los requerimientos de diseño de un módulo programable en ciclos para descarga y carga automáticas para baterías híbridas de níquel metal de la misma forma se utilizara una investigación de campo a fin de verificar el problema y la necesidad de construir el módulo programable, además una investigación exploratoria para conocer los antecedentes y tendencias, datos técnicos importantes para la construcción del módulo programable.

Para el desarrollo de la segunda etapa se utilizó una investigación descriptiva, con la cual se realizó la definición de los términos utilizados en el trabajo investigativo. Finalmente, mediante el uso de la investigación experimental, se manipulará las variables por el investigador para cumplir el objetivo planteado y construcción del módulo programable de descarga y carga de una batería híbrida, mediante la utilización de un banco de pruebas con ARDUINO, para un correcto diagnóstico de las baterías en mal estado.

Adicionalmente se aplica el método comparativo para establecer variaciones de los parámetros característicos (voltaje, estado de vida, SOC, amperaje, temperatura). El análisis de datos se aplicará una estadística descriptiva con mediciones antes y después de aplicar el módulo programable.

El proyecto pretende medir de forma precisa, fiable y constante, para poder controlar los ciclos de descarga y carga de las baterías híbridas mediante la placa de control del BMS de las baterías mixtas y enviarlos a la placa de control del BMS. Esto permitirá un control óptimo de los parámetros de las baterías, asegurando que se mantengan siempre en valores óptimos. Para lograr esto, se deben considerar las características y especificaciones de los distintos tipos de celdas de

batería con los que se trabajará, lo que se detallará a continuación.

**Tabla 1**

*Valores para descarga y carga de baterías híbridas*

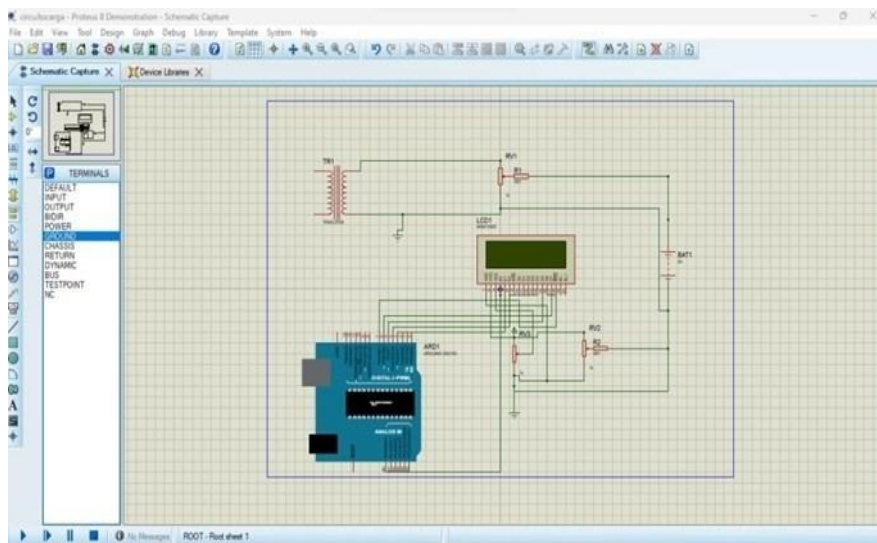
Descripción	Valores
Carga de voltaje	102 V
Rango de voltaje por celda	7.6 V
Descarga de voltaje	15.4 V

*Nota.* En la tabla se muestra los voltajes para la descarga y carga de nuestra batería híbrida.

La medición del voltaje es crucial en el sistema de carga y descarga que se está desarrollando, junto con la medición de la entrada y salida de voltaje del bloque de baterías. Estos valores permitirán al BMS regular el voltaje y mantenerlo siempre en valores óptimos, asegurando así un funcionamiento eficiente y una estimación precisa de la carga restante en la batería.

**Figura 2**

*Medición de voltaje*



*Nota.* En la figura se observa los parámetros para descarga y carga de las baterías híbridas.



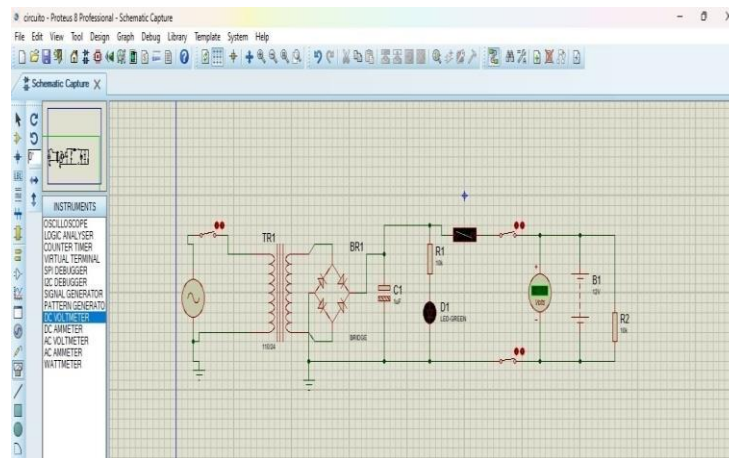
Para poder adaptarse a la cantidad de celdas y hacer que el proyecto sea más fiable se ha dividido el circuito en tres componentes poniendo a depender el circuito de carga el circuito de descarga y la combinación de estos que formarían el circuito de balance de cargas

### Control de Carga

El sistema de carga presenta ciertos parámetros como es la utilización de una fuente RS.-25-48 Además se encuentra el circuito compuesto por un transformador, resistencias diodos una batería, swich LED y una placa Arduino. Este circuito pretende reconocer cuando la batería se encuentre menor a 7 voltios y lograr que su carga voltaica aumente.

### Figura 3

*Sistema de carga*



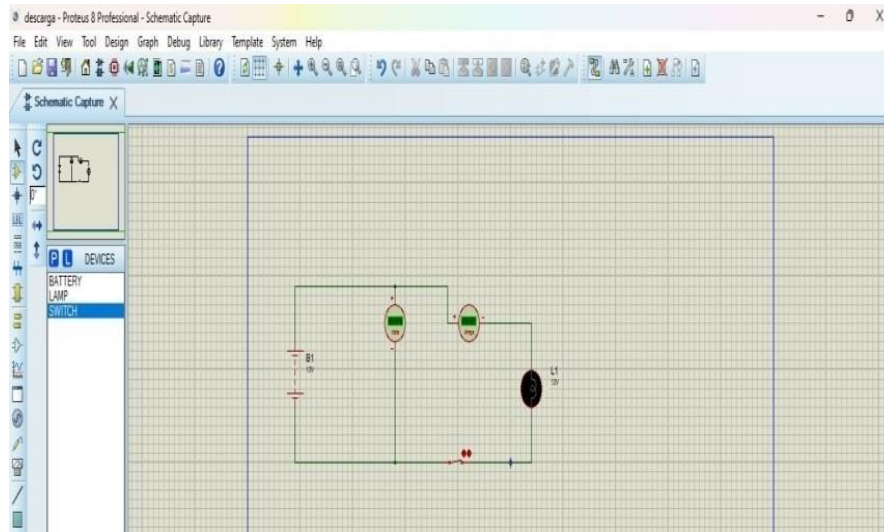
*Nota.* En la figura se puede observar cuando el voltaje se encuentra menor a 7 V.

### Control de Descarga

Para el circuito de descarga se ha establecido los principios de funcionamiento muy similares al anterior el objetivo principal de este circuito es consumir la energía en este caso mediante la utilización de resistencias los cuales transformarán la energía en calor adicional a ello se ha instalado swich como interruptores que regularán la cantidad de energía a consumirse.

## Figura 4

### *Sistema de descarga*



*Nota.* En la figura se puede observar el circuito de descarga de una batería híbrida.

### **Control de Balanceo**

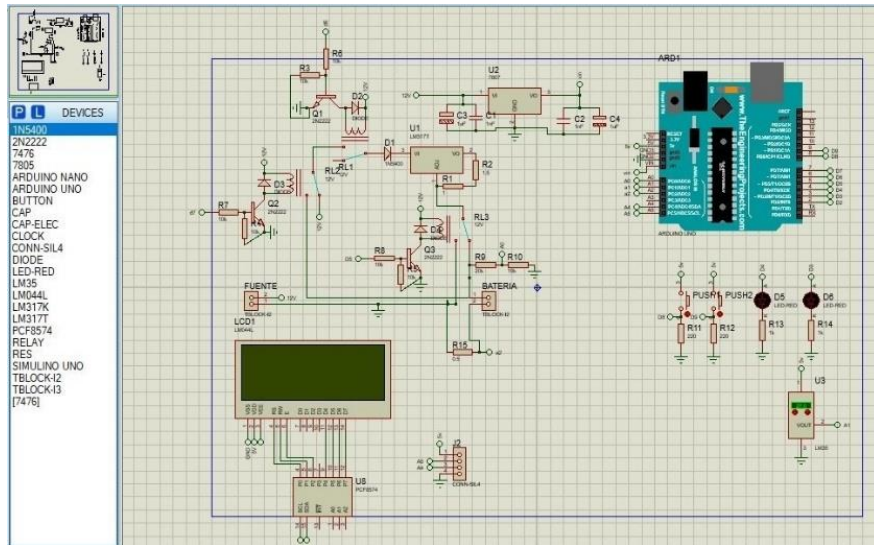
El método de balanceo es la combinación de los dos circuitos anteriores, ya que permite testear medir la vida útil de mi batería y nivelarlos a un valor deseado.

### **Diseño del Módulo en la Herramienta Proteus 8**

Mediante el uso del software Proteus 8 se ha llevado a diseñado el módulo programable en ciclos para descarga y cargas automáticas de las baterías híbridas de níquel, en este software se han utilizado todos los componentes que tendrá el circuito por lo tanto se ha visualizado su funcionamiento, identificando posibles fallas en el módulo y pueda ser corregido antes de su impresión en la baquelita para la construcción final de la presente figura.

**Figura 5**

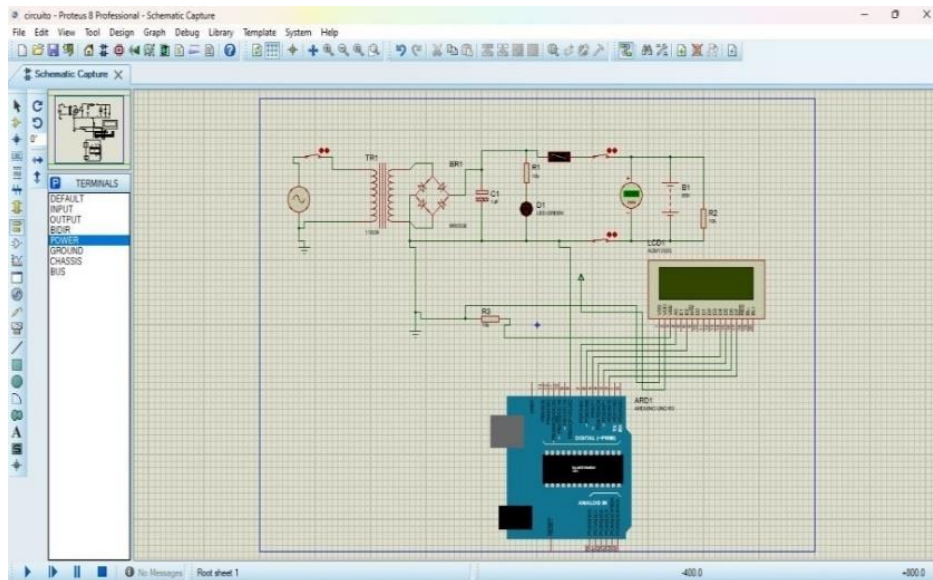
*Módulo de carga y descarga en la herramienta Proteus 8*



*Nota.* Circuito diseñado en la herramienta Proteus 8.

**Figura 6**

*Circuito para descarga y carga de baterías híbridas*



*Nota.* En la figura se observa el circuito para descargar y cargar los packs de baterías híbridas realizada en Proteus 8.

Este módulo tiene 8 canales normales y 4 diferenciales además de que soportan los canales una entrada máxima de 5.5 voltios en cada uno debido a estos valores de tensión se manejarán celdas de aproximadamente de 9 a 12 v según la necesidad para ellos se conecta la entrada a los canales al cmp3304 que reduce su voltaje a 4.5 voltios permitiéndole así también la comunicación al SPI con la placa de control facilitando la transmisión y monitoreo del voltaje. A continuación, en la tabla 2 se presentan la lista de materiales utilizados para el desarrollo del proyecto construcción de un módulo para descarga y carga de las baterías híbridas de níquel metal.

**Tabla 2**

*Lista de materiales para módulo de descarga y carga de baterías híbridas*

<b>Material</b>	<b>Cantidad</b>
Baterías TBLOCK	2
Enchufe con 3 cables	1
Switch	3
Diodo 1N5400	1
Diodo 10A6 mic	3
Condensador 4700 Uf 50V	2
CONN-SIL4	1
Diodo LED-RED	2
Capacitor	4
Resistencias 1k	5
Resistencias 220v	2
Resistencias 10k	7
Resistencia 20k	1

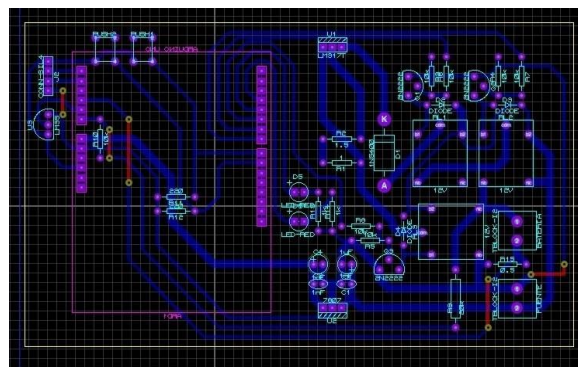
Cables N16 negro y rojo	1m
Piezas eléctricas	2
Fusible 10 A	2
Arduino mega/uno	1
Display LCD, de 16x2 o LCD 20x4, 12C	1
Potenciómetro de 10k	2
Cables Arduino macho – hembra	1 juego
Multímetro	1

*Nota.* En este cuadro se observa los materiales a utilizar para realizar el módulo descarga y carga de baterías híbridas.

Una vez concluido en diseño en la herramienta Proteus 8 se realiza una revisión total y se analiza que todos los circuitos del módulo se encuentren conectados de manera correcta para pasar al proceso de impresión. En la figura 7 se puede visualizar el circuito del módulo antes de ser impreso, para la construcción del módulo de descarga y carga de baterías híbridas compuesta por níquel metal.

### Figura 7

*Prototipo final para la impresión del módulo*



*Nota.* En la figura se puede observar en circuito completo de como trabajara el módulo en físico.

A continuación, se muestra la lista de la programación que se utilizó para el diseño del módulo, los mismos que serán puestos en funcionamiento una vez que el circuito sea impreso en la baquelita. La programación se ha desarrollado en el mismo lenguaje de programación de Arduino que es utilizado en la electrónica, como una forma de traducir a líneas de código las tareas automatizadas que se requiere que el módulo realice, esto es en función de las necesidades de las personas, la programación en el lenguaje del Arduino es potente y sencilla, contando con todas las librerías necesarias para compilar y grabar la programación en la placa.

### Figura 8

#### *Programación en ARDUINO*

```

23 #include <LiquidCrystal_I2C.h>
22 LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);
 1 int puls1 = 8;
 2 int puls2 = 9;
21 int rel1 = 5;
20 int rel2 = 6;
 3 int rel3 = 7;
 6 int led1 = 3;
 9 int led2 = 4;
 5 int bat = A0;
19 int lm35 = A1;
 4
 8 int zumba = 10;
 7 int corriente = A2;
41
42 int selector = false;
13 int p_p = false;
12
11 float v_min = 6.5;
16 float v_max = 8.4;
10

```

*Nota.* En la figura se observa la respectiva programación en la aplicación Arduino IDE.

En esta ventana se muestra la declaración de las variables que serán utilizadas en el módulo y los valores que tiene cada una de ellas.

## Figura 9

### Programación de las alertas

```

10
18 Voltio flotante[5];
17
22
23 Configuración vacía () {
14
15   pinMode(rel2, SALIDA);
21   digitalWrite(rel2, 0);
2   pinMode(zumba, OUTPUT);
1   digitalWrite(zumba, 0);
20
3   Serie. begin(9600);
6   retraso(50);
9   Serie. println("INICIO");
5
19 Pantalla LCD. Init();
4   Pantalla LCD. Luz de fondo();
8
7
41
42
13   pinMode(rel1, SALIDA);

```

*Nota.* En la figura se puede observar la programación de las alertas de seguridad para la batería.

A continuación, tenemos la lista de materiales que se utilizó en la aplicación de Proteus para así poder realizar todas las simulaciones y proceder a realizar en la baquelita impresa.

## Figura 10

### Lista de materiales utilizados en el módulo

View	Search	Reference	Type	Value	Package	Group	Placement
▶		BATERIA (TBLOCK-I2)	TBLOCK-I2	TBLOCK-I2	TBLOCK-I2		Top Copper
▶		C1 (1nF)	CAP	1nF	CAP10		Top Copper
▶		C2 (1nF)	CAP	1nF	CAP10		Top Copper
▶		C3 (1uF)	CAP-ELEC	1uF	ELEC-RAD10		Top Copper
▶		C4 (1uF)	CAP-ELEC	1uF	ELEC-RAD10		Top Copper
▶		D1 (1N5400)	1N5400	1N5400	DO201AD		Top Copper
▶		D2 (DIODE)	DIODE	DIODE	DIODE30		Top Copper
▶		D3 (DIODE)	DIODE	DIODE	DIODE30		Top Copper
▶		D4 (DIODE)	DIODE	DIODE	DIODE30		Top Copper
▶		D5 (LED-RED)	LED-RED	LED-RED	LED		Top Copper
▶		D6 (LED-RED)	LED-RED	LED-RED	LED		Top Copper
▶		FUENTE (TBLOCK-I2)	TBLOCK-I2	TBLOCK-I2	TBLOCK-I2		Top Copper
▶		J2 (CONN-SIL4)	CONN-SIL4	CONN-SIL4	CONN-SIL4		Top Copper
▶		LCD1 (LM044L)	LM044L	LM044L	CONN-DIL14		Not Placed
▶		PUSH1	BUTTON		PUSH		Top Copper
▶		PUSH2	BUTTON		PUSH		Top Copper
▶		Q1 (2N2222)	2N2222	2N2222	TO92/5		Top Copper
▶		Q2 (2N2222)	2N2222	2N2222	TO92/5		Top Copper
▶		Q3 (2N2222)	2N2222	2N2222	TO92/5		Top Copper

*Nota.* En la figura se puede observar los materiales que se utilizaron para el módulo.

## Figura 11

### Listado de materiales utilizados en el módulo

Reference	Type	Value	Package	Group	Placement
R5 (10k)	RES	10k	RES40		Top Copper
R6 (1k)	RES	1k	RES40		Top Copper
R7 (1k)	RES	1k	RES40		Top Copper
R8 (1k)	RES	1k	RES40		Top Copper
R9 (20k)	RES	20k	RES60		Top Copper
R10 (10k)	RES	10k	RES40		Top Copper
R11 (220)	RES	220	RES40		Top Copper
R12 (220)	RES	220	RES40		Top Copper
R13 (1k)	RES	1k	RES40		Top Copper
R14 (1k)	RES	1k	RES40		Top Copper
RL1 (12V)	RELAY	12V	RELAY_MOD		Top Copper
RL2 (12V)	RELAY	12V	RELAY_MOD		Top Copper
RL3 (12V)	RELAY	12V	RELAY_MOD		Top Copper
SIM1 (ARDUINO NANO)	ARDUIN...	ARDUINO ...	ARDUINO-N...		Top Copper
U1 (LM317T)	LM317T	LM317T	TO220		Top Copper
U2 (7807)	7805	7807	P1		Top Copper
U3 (LM35)	LM35	LM35	TO92-100		Top Copper
U8 (PCF8574)	PCF8574	PCF8574	DIL16		Not Placed

*Nota.* En la figura se observa las listas de materiales para el módulo de baterías híbridas.

En si para poder realizar el módulo se requiere de un cajón de metal el cual se utilizará para poder realizar las respectivas programaciones, con una fuente de poder transformador de 110 V el cual nos ayude a que la batería híbrida pueda cargarse mucho más rápido que en 10 a 15 minutos por finalizada la carga de igual manera también en nuestro ARDUINO debemos programarla para que la descarga que por lo general dependiendo de los módulos de la batería puede demorarse de 15 a 20 minutos. Además, para la protección de las baterías se tiene rangos de descarga de 8.4 voltios en subida y 6.5 voltios en descarga, después de ello el sistema se detiene de manera automática para evitar daños en las celdas.

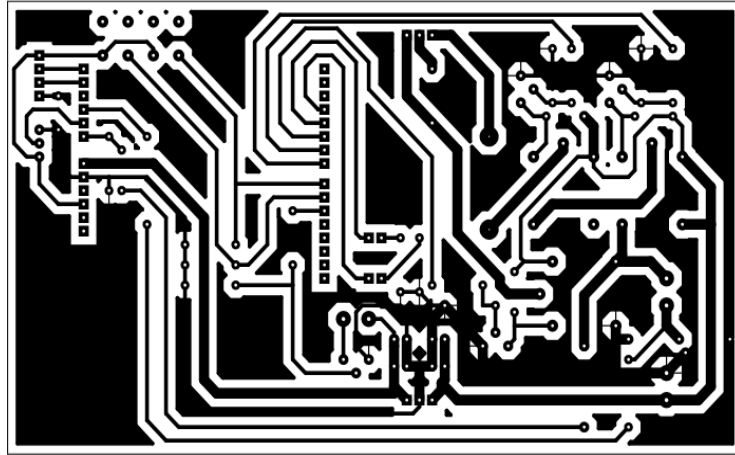
### Procedimiento para Implementar los Circuitos en una Placa de Baquelita y en el Respectivo Módulo

1. Exportar las simulaciones de los circuitos a un software de diseño de circuitos impresos (PCB).



**Figura 12**

*Exportación del circuito*

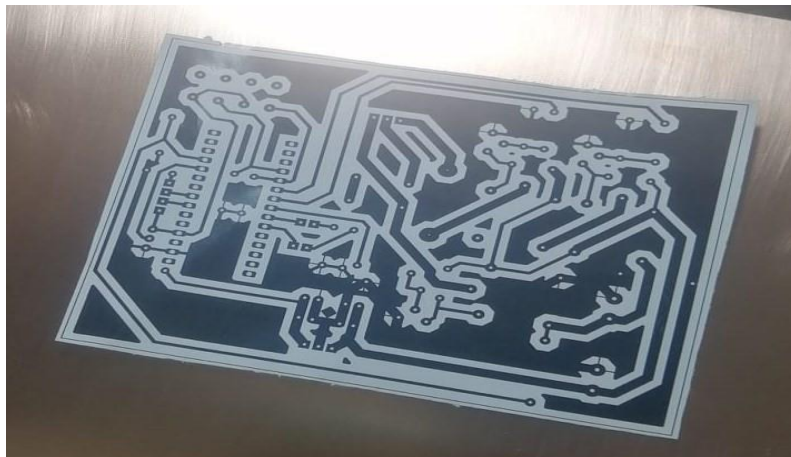


*Nota.* En la figura se observa la exportación del circuito.

2. Imprimir el diseño del circuito en papel fotográfico utilizando una impresora láser.

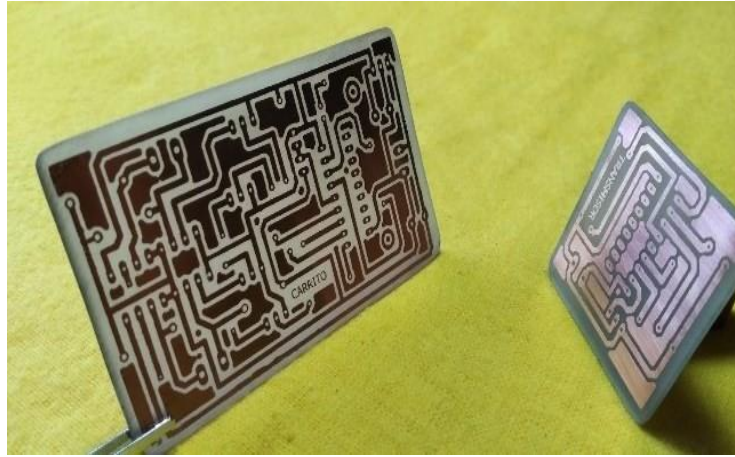
**Figura 13**

*Impresión del circuito*



*Nota.* Se puede observar la impresión del circuito.

3. Cortar la placa de baquelita según las dimensiones del circuito diseñado.

**Figura 14***Corte de la baquelita*

*Nota.* Se observa el corte de la baquelita.

4. Limpiar la placa de baquelita con una lija de grano 1000 y luego con alcohol para eliminar cualquier impureza.

**Figura 15***Limpieza de la baquelita*

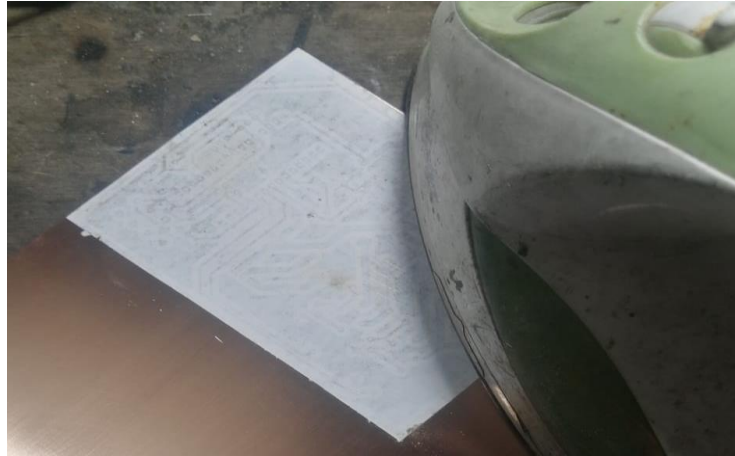
*Nota.* En la figura se observa la limpieza respectiva de la baquelita.

5. Colocar el diseño del circuito impreso sobre el lado de cobre de la placa de baquelita y asegurarlo con cinta adhesiva.

6. Calentar una plancha y aplicarla sobre el circuito impreso durante 8 minutos.

### **Figura 16**

*Aplicación de la impresión en la baquelita*



*Nota.* En la figura 16 se observa la impresión de la baquelita.

7. Sumergir la placa de baquelita con el circuito impreso en un recipiente de plástico lleno de agua hasta la mitad.

### **Figura 17**

*Derretir el papel de foto de la baquelita*

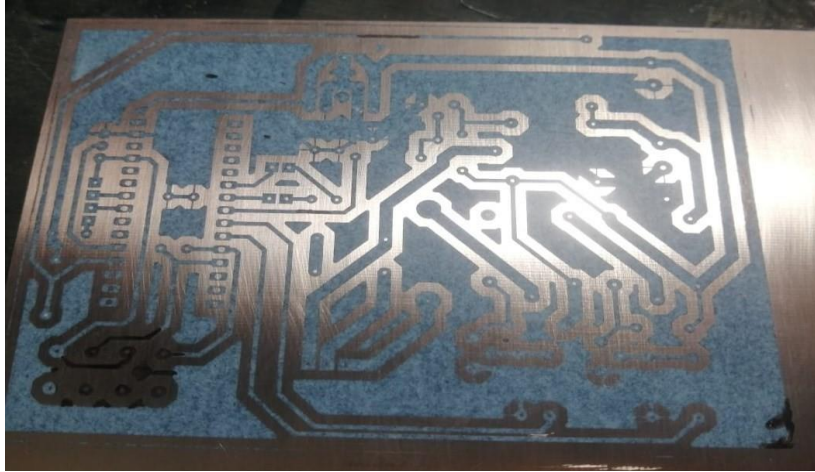


*Nota.* En la figura 17 se puede observar cómo se derrite el papel de foto de la baquelita.

- Retirar cuidadosamente el papel fotográfico sin tocar la placa de baquelita para evitar que las líneas del circuito se borren.

### Figura 18

*Limpiar el papel restante*



*Nota.* En la figura 18 se observa la limpieza del papel restante.

- Para grabar la baquelita, preparar una solución de agua con cloruro férrico.

### Figura 19

*Sumergir la baquelita con cloruro férrico*

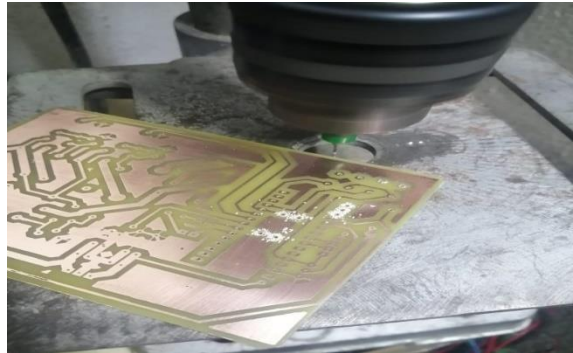


*Nota.* En la figura 19 se observa sumergir la baquelita con cloruro férrico.

10. Se procedió a perforar la placa de baquelita para permitir la instalación de los componentes eléctricos necesarios.

### **Figura 20**

#### *Perforación de la baquelita*

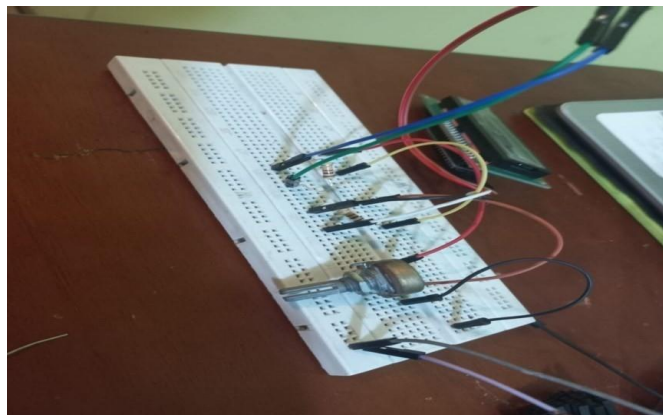


*Nota.* En la figura 20 se observa la perforación de la baquelita.

11. Una vez obtenida la placa se procede hacer todas las conexiones necesarias para en si dar vida al módulo para descarga y carga de baterías híbridas comenzamos con una prueba en Protoboard para así verificar si la programación es la adecuada para el módulo.

### **Figura 21**

#### *Prueba en Protoboard*



*Nota.* En la figura 21 se observa la prueba en Protoboard.

12. Se realizó las pruebas necesarias de todo el circuito ya con su respectivo Arduino en la caja de metal, así ya para poder hacer las respectivas pruebas con uno de los módulos de la batería híbrida.

### Figura 22

*Circuito en Caja metálica*



*Nota.* En la figura se observa el circuito en la caja metálica.

13. Finalmente se realiza la comprobación con la batería, si cumple su función según se planteó el proyecto, en si el módulo mide voltaje de descarga y carga, temperatura y amperaje de la batería.

### Figura 23

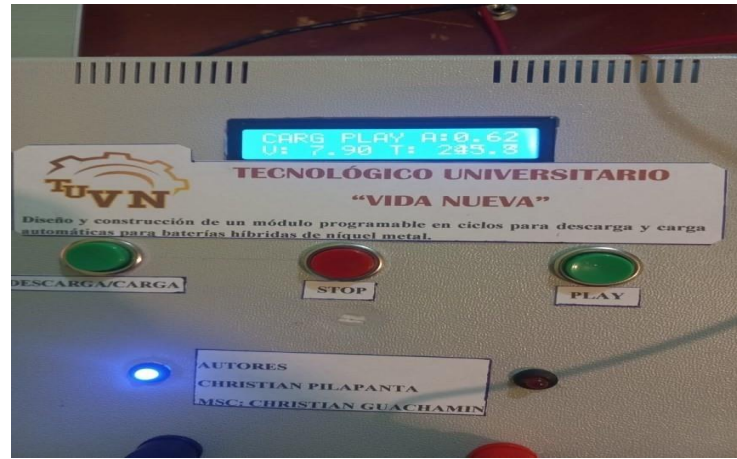
*Proceso de descarga del módulo*



*Nota.* En la figura observa el proceso de descarga de la batería.

## Figura 24

*Proceso de carga del módulo*



*Nota.* En la figura se observa la carga de la batería híbrida y su respectivo funcionamiento.

## Figura 25

*Módulo para descarga y carga de batería híbrida*



*Nota.* En la figura 25 se observa el módulo para descarga y carga finalizada.

Luego de la aplicación de diversas pruebas es posible mencionar que fue necesario la implementación de carga y descargas por celdas y no en conjunto dado que, al descargar el juego de celdas completo, disminuye significativamente el tiempo de vida útil de las baterías, por más de una hora y media no debe ser sometida la batería a este proceso, el dispositivo no solamente se

utiliza para la carga y descarga si no también, miden el nivel de temperatura y amperaje.

### **Procedimiento de Pruebas del Módulo para Descarga y Carga de Baterías Híbridas**

En si para obtener las pruebas necesarias se procedió a colocar el módulo en posición carga y descarga de la batería híbrida de un vehículo Toyota Prius que junto a nuestro módulo se pudo observarlos voltajes que reflejaban cada uno de ellos, con duración de una hora en tiempo de descarga y una hora media en tiempo de carga.

**Tabla 3**

*Valores obtenidos por el módulo para descarga y carga de baterías híbridas.*

<b>Número</b>	<b>Voltaje Inicial</b>	<b>Voltaje Final</b>	<b>Voltaje Mínimo</b>	<b>Temperatura</b>	<b>Peso (G)</b>
1	6.99	5.60	5.23	240.60	1040.00
2	7.32	6.54	5.12	231.60	1010.00
3	7.65	6.31	5.31	250.70	1031.00
4	7.17	6.10	5.30	225.80	1021.00
5	7.19	6.27	5.60	204.30	1030.00
6	7.36	6.16	4.30	214.00	1041.00
7	6.20	5.90	5.26	260.00	1038.00
8	6.45	6.35	5.50	211.30	1039.00
9	7.34	5,40	4.71	215.20	1038.00
10	7.12	7.63	4.29	260.50	1036.00
11	6.30	6.30	5.80	245.70	1036.00
12	7.50	6.10	5.37	254.30	1040.00

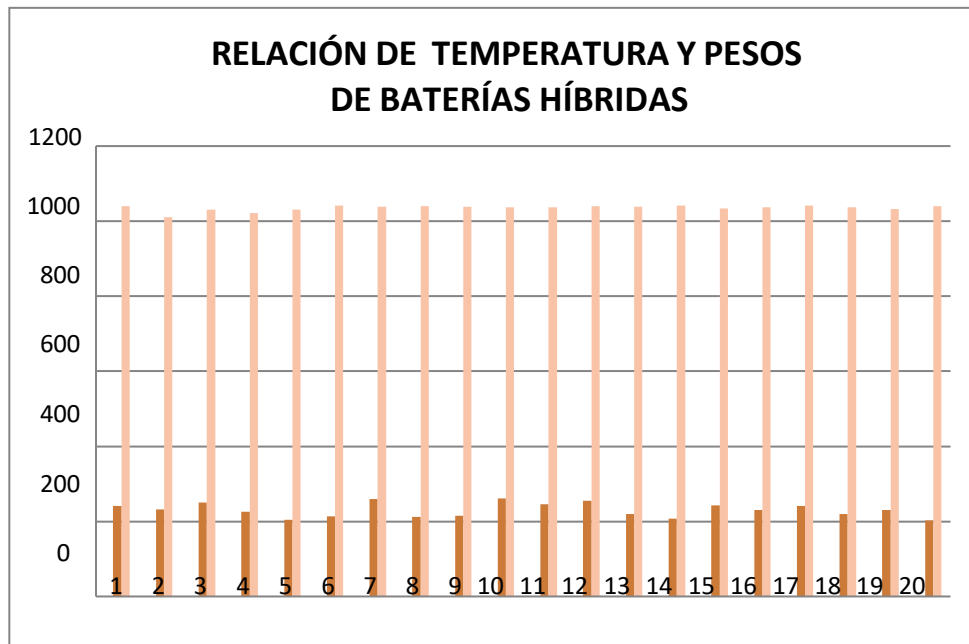


13	7.20	6.30	4.74	219.50	1038.00
14	6.50	5.92	5.14	207.40	1041.00
15	7.40	5.33	5.30	242.30	1033.00
16	7.21	6.70	5.20	229.70	1036.00
17	7.51	6.60	5,40	240.50	1041.00
18	7.40	5.48	4.80	219.40	1036.00
19	7.38	5.60	5.30	230.10	1032.00
20	6.60	6.20	5.80	203.40	1039.00

*Nota.* En la tabla se observa los valores reflejados por el módulo para descarga y carga de baterías híbridas.

### Figura 26

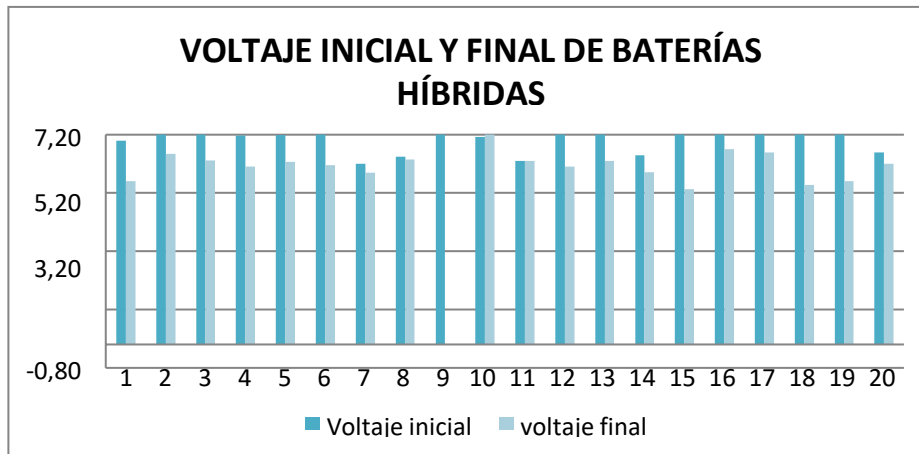
*Gráfica de relación de temperatura y peso*



*Nota.* En esta figura se puede observar la relación de la temperatura y el peso de nuestra batería.

### Figura 27

Gráfica de voltaje inicial y final



*Nota.* En esta figura se puede observar los valores tanto en voltaje inicial y voltaje final de nuestra batería híbrida de níquel metal.

## Propuesta

### Diseño de Módulos de Corriente Continua para Descarga y Carga de Baterías Híbridas

En el presente capítulo se describe cómo se llevaron a cabo los cálculos y el proceso de diseño, incluyendo la selección de materiales, la creación de diagramas eléctricos y la construcción del circuito final constituido por 2 módulos de corriente continua para celdas con un rango de voltaje desde 0 hasta 18 voltios, así como para baterías completas de hasta 150 voltios.

### Levantamiento de Requerimientos para el Módulo de Corriente Continua

#### Datos iniciales

La Tabla 4 proporciona información detallada sobre los aspectos iniciales necesarios para construir el módulo de corriente continua.

**Tabla 4**

*Datos iniciales de la batería HV del vehículo Toyota Prius*

Parámetro	Valor
Tensión del conjunto de la batería	201.6 voltios
Voltaje total del conjunto (*20%)	241.9 voltios
Numero de celdas de baterías Ni MH que forma el paquete	28
Peso del conjunto de la batería	36 Kg (86 libras)
Tensión del módulo de batería de Ni MH	7.2 voltios
Dimensiones del módulo de la batería de Ni MH	276 x 20 x 106 mm 11 x 1 x 4in
Peso del módulo de la batería de Ni MH	1.040 gramos (2.3 libras)

*Nota.* En la tabla 4 se observa los datos iniciales de la batería HV.

### **Análisis del Módulo de la Batería de Alta Tensión del Vehículo Toyota Prius**

Según Toyota Motor Corporación en 2014, la batería del vehículo híbrido está protegida en una caja metálica que se encuentra fijada al travesaño de la bandeja del piso del compartimento de equipajes. Esta caja está aislada de la alta tensión y se encuentra cubierta por una capa de tela para mayor seguridad.

En cuanto al electrolito utilizado en los módulos de baterías de Ni MH, este es una mezcla alcalina compuesta por hidróxido de sodio y potasio que es absorbido por las placas de las celdas de la batería, formando un gel que reduce significativamente el riesgo de fuga incluso en situaciones de colisión.

### **Circuitos del Módulo de Corriente Continua para una Batería Completa**

El circuito diseñado para cargar baterías de hasta 150 voltios se conecta a una red eléctrica de corriente alterna de 110 voltios. Se pueden seleccionar dos opciones de carga: una carga rápida de 1.5 amperios o una carga normal de 1 amperio

Es importante hacer los cálculos necesarios para el diseño del circuito y consultar los valores técnicos necesarios en el mercado. Si algún componente específico no está disponible, se debe elegir uno con características similares.

### **Funcionamiento del Circuito del Módulo de Carga para Baterías de 150 V**

El circuito está formado por los siguientes componentes:

- Puente rectificador de diodos
- Condensador 220uF, 400V
- 1 Condensador de 1000uF, 50 V
- 5 Resistencias de 20W/1 Ohm
- 1 Transformador de 11 O a 12 V

- 1 Relé de 12 voltios
- Puente de diodos
- 1 Regulador de voltaje L7812
- 1 Display medidor de corriente de 5A a 300 V
- 2 Ventiladores

### **Cálculo para la Selección de Elementos Eléctricos**

Para diseñar un cargador de baterías, es importante considerar la relación entre el voltaje de entrada de 110 VCA y su correspondiente corriente de 8.1 amperios. Es esencial realizar cálculos para establecer los rangos de operación y determinar las dimensiones de los componentes del módulo de voltaje continuo.

#### **Voltaje máximo**

En este proceso, se debe calcular el voltaje máximo o pico, tomando en cuenta el voltaje de alimentación del módulo de corriente continua.

#### **Figura 28**

Voltaje de alimentación para el cargador

$$V_{rms} = \frac{V_p}{\sqrt{2}}$$

$$V_p = \sqrt{2} * \bar{V}_{rms}$$

*Nota.* Esta ecuación sirve para medir el voltaje de alimentación requerido según el caso.

#### **Donde:**

$V_{rms}$  = Voltaje de alimentación

$V_p$  = Voltaje pico de carga

El voltaje  $V_{rms}$  es la alimentación de 110 VAC que va a ingresar al sistema eléctrico del módulo de corriente continua.

### Figura 29

*Desarrollo de la ecuación para determinar el voltaje de alimentación para el cargador*

$$V_p = \sqrt{2} * 100 \text{ v}$$

$$V_p = 155.563 \text{ v}$$

*Nota.* Esta imagen muestra el desarrollo de la ecuación

Dado que la corriente es alterna, el voltaje se presenta en una curva con forma senoidal, por lo que el voltaje pico ( $V_p$ ) corresponde al valor máximo positivo de dicha curva. El cargador por construir necesita una fuente de alimentación de corriente continua, por lo que se utiliza un puente rectificador de diodos que introduce una caída de voltaje de aproximadamente 1.4V. A partir de este valor, se puede calcular el voltaje de carga en corriente continua necesaria para cargar la batería. A continuación la ecuación de voltaje de corriente continúa

$$V_{cc} = V_p - V_D$$

### Dónde:

$V_{cc}$  = Voltaje continua

$V_p$  = Voltaje pico

$V_D$  = Voltaje del diodo que compone el puente rectificador

$$V_{cc} = 155.563 \text{ V} - 1.4 \text{ V}$$

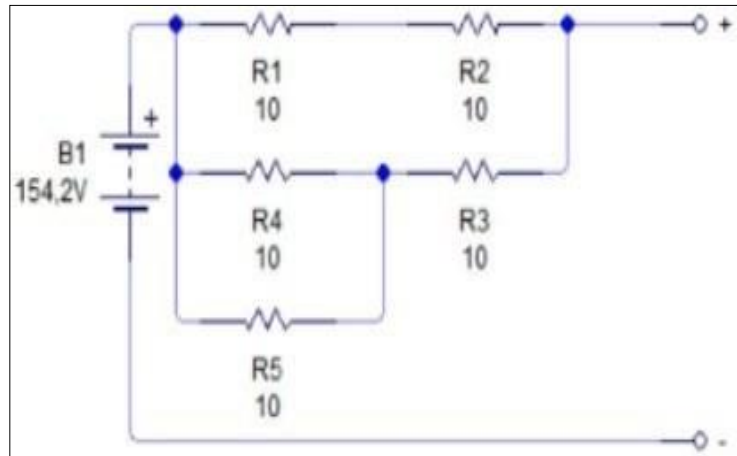
$$V_{cc} = 154.163 \text{ V}$$

El voltaje obtenido será utilizado para cargar un conjunto de módulos con el mismo voltaje. Para regular la corriente de carga, se emplean resistencias de potencia llamadas "Tiza", que pueden

disipar grandes cantidades de calor. También es necesario diseñar dos circuitos para permitir la selección entre una carga normal o una carga rápida mediante un selector. En esta etapa se determinará el circuito necesario para una carga normal.

### Figura 30

*Circuito de carga normal*



*Nota.* En la figura se observa el circuito realizado en LiveWire.

En el proceso de carga normal, se emplean cinco resistencias conectadas en serie y paralelo, según se ilustra en la figura. Es necesario realizar cálculos para obtener la resistencia equivalente del circuito.

### Figura 31

Resistencia equivalente de las resistencias en paralelo

$$\frac{1}{R_{\text{eq}}} = \frac{1}{R_4} + \frac{1}{R_5}$$

*Nota.* Esta imagen muestra resistencia equivalente del circuito.

**Dónde:**

RT1 = Resistencia equivalente de las resistencias en paralelo

$R_4 - R_5 =$  Resistencias del circuito de 10 ohm

### Figura 32

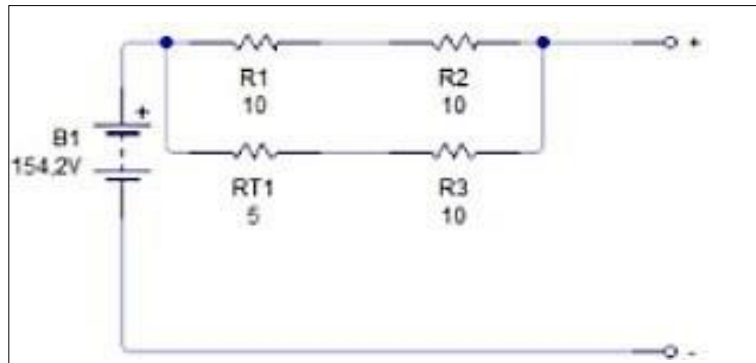
*Desarrollo de la ecuación para determinar las resistencias en paralelo*

$$R_{r1} = \frac{1}{\frac{1}{10} + \frac{1}{10}}$$

*Nota.* Esta imagen muestra el desarrollo de la ecuación

### Figura 33

*Reducción y resolución de circuito*



*Nota.* En la figura se observa la reducción y resolución del circuito.

$$R_{r2} = R_{r1} + R_3$$

$$R_{r2} = 5 + 10$$

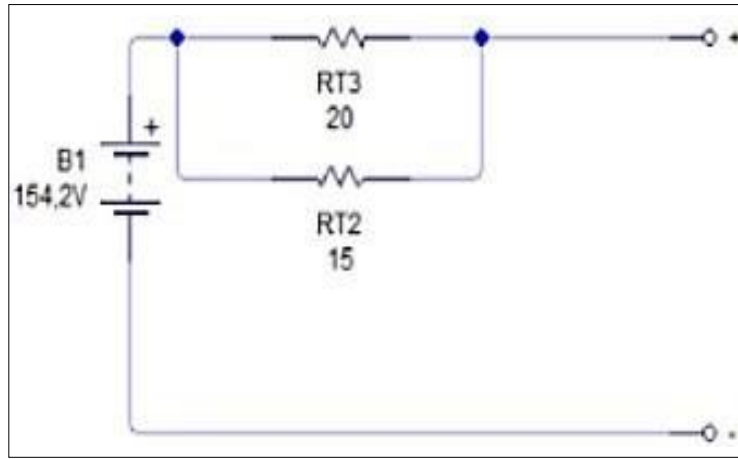
$$R_{r2} = 15\Omega$$

$$R_{r3} = R_{r1} + R_2$$

$$R_{r3} = 10 + 10$$

$$R_{r3} = 20\Omega$$



**Figura 34***Reducción y resolución de circuito*

*Nota.* Se observa la reducción del circuito en sus resistencias.

**Figura 35***Desarrollo de la ecuación planteada*

$$R_{T4} \quad \frac{11}{r_2} = \frac{1}{r_3} +$$

$$R_{T4} \quad \frac{1}{\quad} = \frac{1}{15} + 20$$

$$R_{T4} \quad \frac{71}{\quad} = 60$$

$$R_{T4} = 8.57\Omega$$

*Nota.* Esta imagen muestra el desarrollo de la ecuación

Con divisores de tensión se obtiene los siguientes resultados partiendo de la figura.

**Figura 36**

*Voltaje que cae en la resistencia total 1*

$$V_{RT1} = \frac{R_{RT1}}{R_{T1} + R_3} V_{cc}$$

*Nota.* Esta imagen muestra la fórmula para mostrar el voltaje que cae en la resistencia

**Dónde:**

$V_{RT1}$  = Voltaje que cae en la resistencia equivalente 1

$V_{cc}$  = Voltaje de corriente continua

$R_{T1} - R_3$  = Resistencias utilizadas de 10 ohm

**Figura 37**

*Desarrollo de la ecuación planteada*

$$V_{RT1} = \frac{5}{5 + 10} * 154.163V$$

$$V_{RT1} = 51.39V$$

*Nota.* Esta imagen muestra el desarrollo de la ecuación

En este momento se busca conocer el valor del voltaje que se encuentra en la resistencia

R3.

**Figura 38**

*Ecuación para determinar el voltaje de la resistencia R3*

$$V = \frac{R_3 * V_{RT1}}{R_{T1} + R_3}$$

$$V_3 = \frac{5 + 10}{5 + 10} * 51.39V$$

$$V_3 = 34.26V$$

*Nota.* Esta imagen muestra la fórmula y la resolución

El valor del voltaje de carga puede ser calculado utilizando la ley de Ohm.

**Figura 39**

*Ecuación para calcular el voltaje de carga usando la Ley de Ohm*

$$I = \frac{V}{R}$$

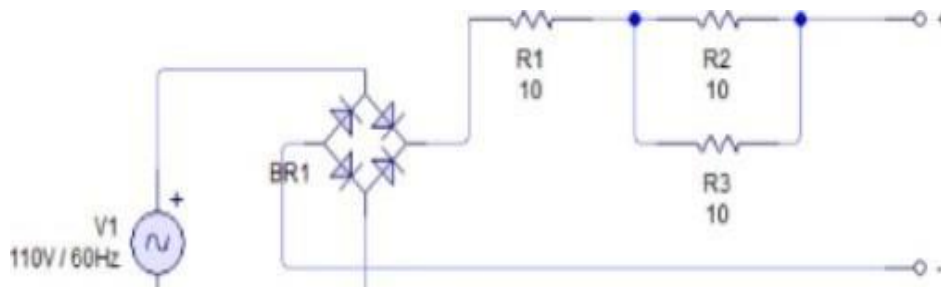
$$I = \frac{34.26V}{4 * 8.57}$$

$$I = 1A$$

*Nota.* Esta imagen muestra la fórmula y la resolución usando la Ley de Ohm

**Figura 40**

*Configuración del circuito para una carga rápida*



*Nota.* Se observa la configuración del circuito para la descarga rápida.

Ilustra la configuración del circuito para una carga rápida.

### Figura 41

*Resistencia resultante de resistencias en paralelo*

$$\frac{1}{R_{T1}} = \frac{1}{2} + \frac{1}{3}$$

$$\frac{1}{R_{T1}} = \frac{1}{10} + \frac{1}{10}$$

$$\frac{1}{R_{T1}} = \frac{2}{10}$$

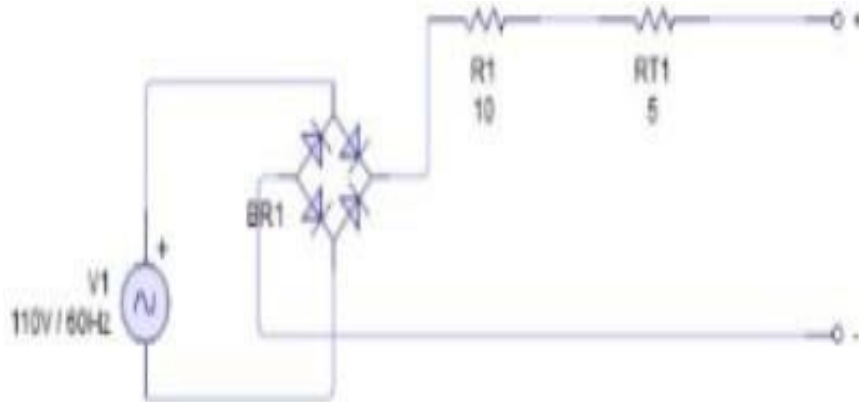
$$\frac{1}{R_{T1}} = \frac{1}{5}$$

$$R_{T1} = 5\Omega$$

*Nota.* Esta imagen muestra la fórmula y la resolución

### Figura 42

*Resolución de las resistencias en paralelo del circuito*



*Nota.* En la figura se observa el circuito en paralelo.

La resistencia resultante de las resistencias en serie

$$R_{T2} = R1 + R_{T1}$$

$$R_{T2} = 10 + 5$$

$$R_{T2} = 15\Omega$$

En este momento, es necesario calcular el voltaje que se está suministrando en la salida del cargador. Este valor será obtenido utilizando las ecuaciones siguientes.

### Figura 43

*Ecuación para calcular el voltaje*

$$V_1 = \frac{R_1}{R_1 + R_{T1}} * V_{CC}$$

*Nota.* Ecuación para calcular el voltaje que se está suministrando en la salida del cargador

Mientras que el voltaje que cae en la resistencia total 1 ( $R_n$ ) es determinada por la siguiente ecuación.

### Donde:

$V_1$  = Voltaje que cae en la resistencia 1

$(V)R_1$  = Resistencia 1 (Ohm)

$R_{T1}$  = Resistencia total 1 (Ohm)

$V_{CC}$  = Voltaje de corriente continua

$$V_1 = \frac{10\Omega}{(10 + 5)\Omega} * 154.163 V$$

$$V_1 = 102.77 V$$

Reemplazando los valores donde se obtiene el siguiente resultado:

$$V_2 = \frac{5\Omega}{(10 + 5)\Omega} * 102.77 V = 34.26 V$$



## **Funcionamiento del Circuito del Módulo de Corriente Continua para Baterías de Hasta 20V**

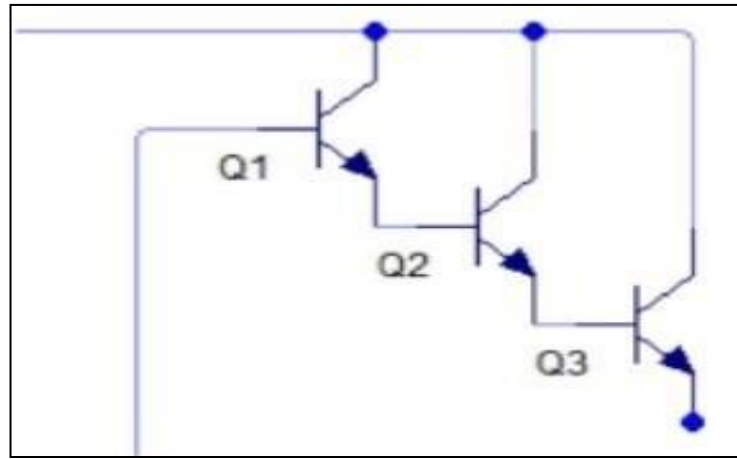
El circuito del módulo de corriente continua tiene como objetivo cargar los módulos de baterías de alta tensión de manera individual con una corriente constante que se adapta al inicio de la prueba. La corriente puede ser establecida en un rango de 0.7 A a 2.5 A para los módulos de hasta 20 voltios.

El circuito está compuesto de los siguientes elementos:

- 1 adaptador universal AC/DC
- 1 transistor de potencia 2N3055
- 2 transistores 2N3904
- 1 amplificador operacional LM358
- 2 resistencias de 5W/220ohm
- 1 Display voltímetro amperímetro de corriente continua
- 1 potenciómetro
- 1 ventilador de 12 V

### **Descripción del Funcionamiento**

El circuito opera con un amplificador operacional que ajusta la entrada de voltaje mientras la batería se carga, lo que permite mantener una corriente estable. Debido a que este es un circuito de carga, es necesario aumentar el voltaje, lo que se logra mediante la configuración de Darlington. Esta configuración implica conectar varios transistores, como se muestra en la figura, y la ganancia total del Darlington es el resultado de la multiplicación de las ganancias individuales de los transistores.

**Figura 46***Circuito Darlington*

*Nota.* En la figura se observa el circuito Darlington para la descarga y carga de la batería híbrida.



## Conclusiones

Se puede concluir que el proceso de diseño y cálculo de módulos de corriente continua para carga y descarga de baterías híbridas se ha logrado diseñar de manera correcta para desempeñarse de una manera correcta el diagnóstico de las baterías con alguna falla.

Como conclusión se puede mencionar que el módulo de corriente continua en las baterías de alta tensión con una corriente continua que se ajusta así inicio de la prueba y esta se establece entre 0.7 A y 2.5 A para los módulos de hasta 20 voltios.

Se puede concluir que a través de la plataforma de ARDUINO el cual controla la temperatura, el voltaje y la capacidad de las baterías en el proceso de cargas y en su funcionamiento el cual desarrolla el sistema de control para monitoreo de los valores medios de potencia y temperatura de las baterías durante los procesos de carga y descarga.

Como conclusión se puede mencionar que el comportamiento de las baterías en diferentes condiciones de operación se utiliza para el análisis del estado de la batería cuando se están cargando, estén en correcto funcionamiento o a su vez en una descarga total.

### **Recomendaciones**

Se recomienda dar continuidad a este tipo de investigación con el objetivo de adquirir mayores conocimientos de diseño y construcción de módulos de descarga y carga de baterías híbridas, desarrollando nuevas alternativas y cualidades en el módulo.

Para que la carga se mantenga dentro de las baterías se recomienda que se cargue y se descargue las baterías de manera lenta, así evitar daños prematuros en las baterías.

Realizar un diseño más estructurado con mejoras en el módulo desarrollado en el presente trabajo de investigación.

Se recomienda usar guantes de protección para el manejo y construcción de la baquelita mediante el uso de agua con cloruro férrico.

Se recomienda capacitar a los estudiantes del Instituto Universitario Vida Nueva para la correcta manipulación del módulo de descarga y carga para las baterías híbridas.

## Referencias

- Ambrosio, R. C., & Ticianelli, E. A. (2001). *Baterías híbridas de níquel metall-hidreto metálico, una alternativa para las baterías de níquel-cádmio*. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422001000200015>
- Automotive, H. (2018). *Hybrid automotive*. <https://hybridautomotive.com/sd>
- Chamacas T. (2020). *Implementación de un dispositivo de diagnóstico para módulos de batería de vehículos híbridos y eléctricos*. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/10870>
- Cueva Sánchez, E. J., Lucero, J., Guzman, A., Rocha, J., & Espinoza, L. (2018). *Revisión del estado del arte de baterías para aplicaciones automotrices. Enfoque UTE, 166–176*. <https://doi.org/10.2974/ENFOQUEUTE.V7.20>
- De la Peña, J. (2021). *Diagnóstico continuo del estado de una batería mediante la medición en línea de su resistencia interna*. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=288214&info=resumen&idioma=SPA>
- Ebrahimi, S., Tagliavi, M., Tahami, F., & Oraee, H. (2014). *A single-phase integrated bi directional plug in hybrid electric Conference*, 1137–1142. <https://doi.org/10.1109/IECON.2014.7048645>
- Escudero-Quintero, C., Acevedo, S., Villegas-Ceballos, J. P., González-Montoya, D., & Serna-Garcés, S. I. (2021). *Diseño y control digital de un convertidor elevador entrelazado para sistemas de carga/descarga de baterías. Tecnológicas, 24(50), 4–21*. <https://doi.org/10.22430/22565337.1556>
- Gómez M. (2011). *El primer híbrido de Audi la marca alemana estrena su tecnología más eficiente en el Q5 - reúne dos motores, gasolina y eléctrico, y baterías de ion-litio*. <https://www.proquest.com/newspapers/el-primer-hibrido-de-audi-la-marca-alemana/docview/872307910/se-2>.

- He, H., Fu, Y., Zhao, T., Gao, X., Xing, L., Zhang, Y., & Xue, X. (2017). *All-solid-state flexible self-charging power cell basing on piezo-electrolyte for harvesting/storing body-motion energy and powering wearable electronics*. *Nano Energy*, 39, 590–600.  
<https://doi.org/10.1016/J.NANOEN.2017.07.033>
- Jaramillo C. (2005). *Módulo de baterías híbridas y un pequeño motor de combustión interna de gasolina*. <https://www.proquest.com/newspapers/arman-primeros-hibridos/docview/307566775/se-2>.
- Martínez Morales, J. A. (2019). *Sistema de control de potencial y temperatura de baterías durante el proceso de carga y descarga*. <https://repositorio.upct.es/handle/10317/7932>
- Mendez Caiche, R. E. (2015). *Estudio y análisis del conjunto de baterías del vehículo híbrido Toyota Prius Modelo A*. <http://repositorio.uide.edu.ec/handle/37000/826>
- Núñez Sánchez, S. D., & Ortiz Lemache, A. S. (2021). *Diseño y construcción de un banco para diagnóstico de baterías utilizadas en vehículos híbridos y eléctricos, para el taller “Electromecánica Gamboa”*. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/16052>
- Ortega Ortega, O. S., & Peralta Arce, W. P. (2020). Recuperado el 30 de marzo del 2023.  
Desarrollo de un sistema de diagnóstico y recuperación de baterías de alto voltaje de vehículos híbridos [Universidad Politécnica Salesiana].  
<http://dspace.ups.edu.ec/handle/125>
- Pérez Sepa, M. A., Angueta Ponce, A. V., Guasumba Maila, J. E., & Calero Torres, D. A. (2022). *Estimación de la vida útil de las baterías de los vehículos híbridos causas y consecuencias*. *Dominio de Las Ciencias*. <https://doi.org/10.23857/dc.v8i2.2674>
- Rabié Durán, R. S. (2013). *Diseño e implementación de un sistema de adquisición de datos para pruebas de carga y descarga de baterías de ion-litio*.  
<https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/114590>

Ramírez Arévalo, N. S. (2022). *Reaprovechamiento de las baterías Recargables utilizadas en los vehículos eléctricos de la ciudad de Bogotá basado en el enfoque de análisis del ciclo de Vida*. Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD.

Revista Energía Mecánica Innovación y Futuro. *Vehicle Battery View Project*.

<https://www.researchgate.net/publication/534>

Rey Moreno, D. M., & Valencia Ospina, A. (2022). *Estudio eléctrico y análisis termográfico de los motores eléctricos y baterías del autobús marca BYD B13S01 del SITP de la ciudad de Bogotá*. <http://repositorio.uan.edu.co/handle/123456789/7256>

Saavedra Guarderas, J. A., & Sibri Lazo, J. G. (2018). *Análisis del comportamiento de baterías usadas en vehículos híbridos durante el proceso de recuperación*.

<http://dspace.ups.edu.ec/handle/12/45>.

Soto J. (2020). *Taller líder de reparaciones de vehículos híbridos de San Juan, Puerto Rico, anuncia nuevo servicio ecológico y de vanguardia mediante su asociación con The Hybrid Shop*.

<https://www.proquest.com/docview/1442456130/abstract/1823DFF5BA84F95PQ/1?accountid=176817>

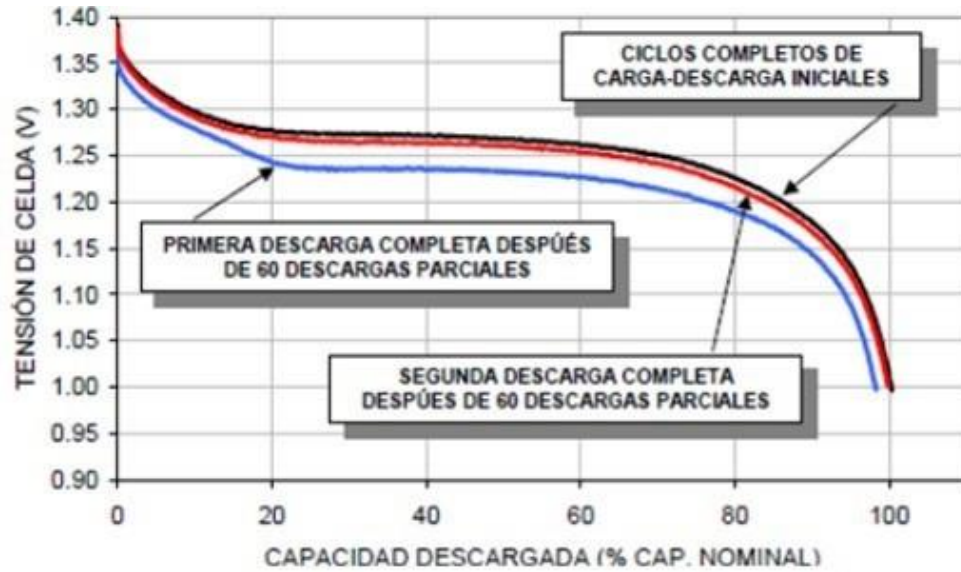
Vélez Salazar, B. D., & Caiza Caiza, O. L. (2017). *Investigación del diagnóstico por imagen del grupo Inversor-Propulsor de vehículos híbridos*.

<http://repositorio.espe.edu.ec/jspui/handle/21000/13962>.

## Anexos

### Anexo 1

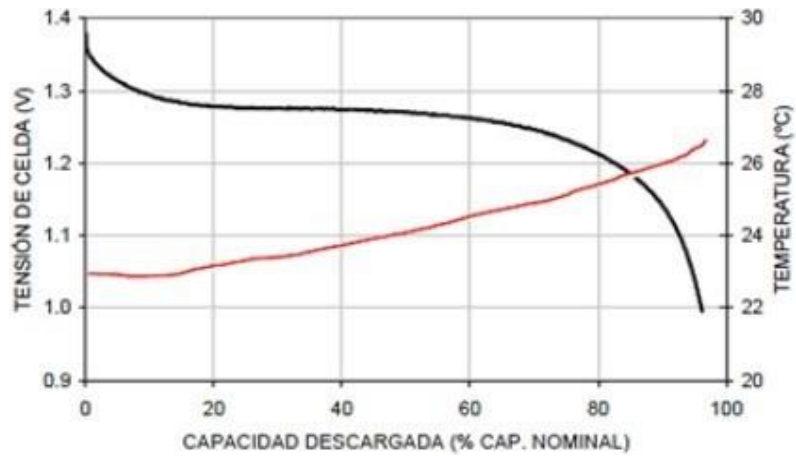
#### *Ciclos de carga y descarga de baterías híbridas*



*Nota.* Por lo general el ciclo de carga y descarga lo tenemos en tensión por celdas. Reproducido de Diseño y Construcción de un Cargador Automatizado de Baterías de Vehículos Híbridos, por Quirós, L., 2017 (<http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/9121/1/AC-ESPEL-MAI-0486.pdf>)

## Anexo 2

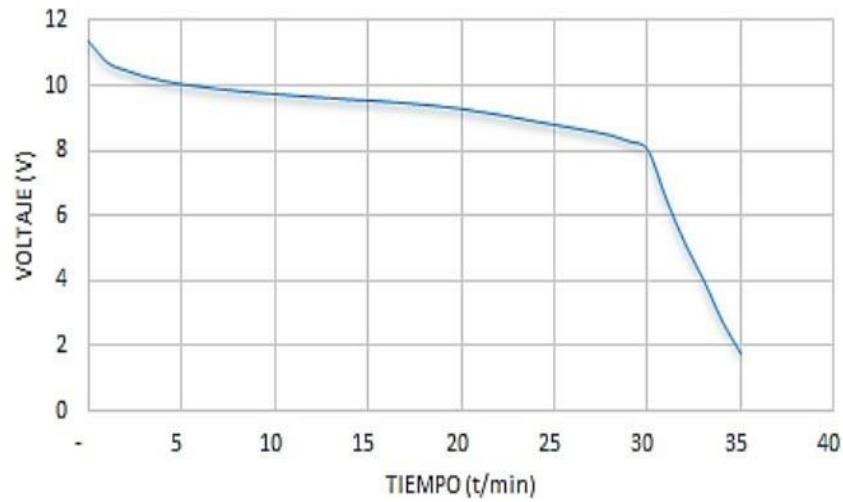
### Capacidad de descarga y temperatura de la batería



*Nota.* Es necesario saber la temperatura que conlleva la batería híbrida. Reproducido de Diseño y Construcción de un Cargador Automatizado de Baterías de Vehículos Híbridos, por Quirós, L., 2017 (<http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/9121/1/AC-ESPEL-MAI-0486.pdf>)

### Anexo 3

#### *Proceso de descarga de una batería híbrida*



*Nota.* Se debe tener en cuenta que al no saber manejar el voltaje de las baterías podemos tener una tensión grande en los módulos. Reproducido de Diseño y Construcción de un Cargador

Automatizado de Baterías de Vehículos Híbridos, por Quirós, L., 2017

(<http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/9121/1/AC-ESPEL-MAI-0486.pdf>)