

DIVISIÓN DE INGENIERÍA MECATRÓNICA

**TÍTULO DE TESIS**

**REINGENIERÍA EN UNA TARJETA DE CONTROL**

**ELECTRÓNICA DE UN SISTEMA INTELIGENTE DE BATERÍAS  
INDUSTRIALES**

**TESIS**

QUE PARA OBTENER TÍTULO DE:

**INGENIERO MECATRÓNICO**

PRESENTA:

**C. RUIZ MONDRAGÓN GEOVANY BEN-HUR**

DIRECTOR

**DR. MARIO IBAÑEZ OLVERA**

ASESOR

**DR. JUAN NABOR BALDERAS GUTIÉRREZ**

Tianguistenco de Galeana, Estado de México

# Índice

I. DEDICATORIA.....	144
II. AGRADECIMIENTOS .....	15
III. RESUMEN .....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.7
IV. ABSTRACT.....	19
V. INTRODUCCIÓN.....	200
VI. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	222
VII. JUSTIFICACIÓN.....	24
VIII. OBJETIVOS.....	25
Objetivo general .....	25
Objetivos específicos .....	25
CAPITULO I GENERALIDADES .....	26
1.1. Antecedentes .....	26
1.2. Marco historico .....	28
1.3. Marco conceptual .....	31
1.3.1 Cargador industrial de baterias .....	31

1.3.2	Tiristor.....	31
1.3.3	Activación y desactivación de un tiristor SCR en corriente continua .....	31
1.3.4	Diodo .....	32
1.3.5	Material semiconductor .....	32
1.3.6	Rectificación de onda completa .....	<b>¡Error! Marcador no definido.2</b>
1.3.7	Amplificador operacional .....	<b>¡Error! Marcador no definido.2</b>
1.3.8	Amplificador inversor .....	34
1.3.9	Compuertas lógicas .....	36
1.3.10	Opto acoplador .....	<b>¡Error! Marcador no definido.8</b>
CAPITULO II METODOLOGIA .....		39
2.1	Proceso .....	<b>¡Error! Marcador no definido.0</b>
2.2	Solución .....	<b>¡Error! Marcador no definido.0</b>
2.3	Posproceso .....	<b>¡Error! Marcador no definido.1</b>
CAPITULO III RESULTADOS, rediseño del circuito electrónico de la tarjeta de control de un cargador del sistema de carga.....		41
3.1	Desarrollo de la problemática.....	41
3.2	Curva de carga $W_a$ (simple pendiente).....	42
3.3	Instalación del cargador.....	43
3.4	Vista interna del cargador .....	43
3.5	Selección de voltaje de corriente alterna.....	<b>¡Error! Marcador no definido.4</b>
3.5.1	Alimentación de corriente alterna (CA) .....	<b>¡Error! Marcador no definido.4</b>

3.5.2 Configuración de alimentación 208/240/480 voltios – Entrada tres fases	¡Error! Marcador no definido.5
3.5.3 Conexión a tierra .....	47
3.6 Aplicación .....	48
3.7 Funcionamiento de cargador .....	48
3.7.1 Funciones de los LED .....	48
3.7.2 Botón de paro .....	49
3.7.3 Operación de carga de la batería .....	49
3.7.4 Etapa de carga de refresco .....	49
3.7.5 Tiempo de carga .....	49
3.7.6 Fallo de alimentación de CA .....	¡Error! Marcador no definido.0
3.8 Plano esquemático eléctrico .....	¡Error! Marcador no definido.1
3.8.1 Interpretación del diagrama .....	¡Error! Marcador no definido.2
3.9 Empleo del amplificador operacional con el filtro pasa altas y pasa bajas	¡Error! Marcador no definido.3
CAPITULO IV DISCUSIÓN Y DESCRIPCIÓN FINAL.....	60
4.1 Desarrollo de los objetivos.....	60
4.1.1 Representación de señal en osciloscopio físico .....	60
4.2 Conclusiones.....	67
REFERENCIAS.....	69
ANEXOS .....	70

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquema de tiristor SCR .....	33
Figura 2. Simbolo de diodo.....	33
Figura 3. Modelo de un amplificador .....	34
Figura 4. Amplificador Operacional inversor.....	35
Figura 5. Señal cuadrada con voltaje de entrada conectado a una ganancia de -2 .....	36
Figura 6. Compuerta AND.....	37
Figura 7. Compuerta NOT.....	37
Figura 8. Composición interna de MOC-Optoacoplador.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Figura 9. Curva de carga $W_a$ .....	<b>¡Error! Marcador no definido.3</b>
Figura 10. Vista posterior del cargador.....	44
Figura 11. Vista frontal del cargador.....	<b>¡Error! Marcador no definido.4</b>
Figura 12. Configuración 208 VAC 60 HZ (208/240/480 V alimentación). <b>¡Error! Marcador no definido.6</b>	
Figura 13. Configuración 240 VAC 60 HZ (208/240/480 V alimentación) .....	46
Figura 14. Configuración 480 VAC 60 HZ (208/240/480 V alimentación) .....	47
Figura 15. Selección de tensión de entrada .....	<b>¡Error! Marcador no definido.7</b>
Figura 16. Método de conexión a tierra.....	48
Figura 17. Diagrama del cargador . .....	<b>¡Error! Marcador no definido.1</b>
Figura 18. Señal del amplificador operacional.....	<b>¡Error! Marcador no definido.3</b>
Figura 19. Filtro pasa altas.....	<b>¡Error! Marcador no definido.4</b>
Figura 20. Filtro pasa bajas.....	<b>¡Error! Marcador no definido.4</b>
Figura 21. Señal del osciloscopio del filtro pasa altas.....	55
Figura 22. Señal del osciloscopio del filtro pasa bajas.....	55
Figura 23. Señal del osciloscopio comparadas.....	<b>¡Error! Marcador no definido.56</b>
Figura 24. Circuito de amplificador con filtro pasa altas.....	57

<i>Figura 25. Señal de osciloscopio del filtro pasa altas con trigger.....</i>	<i>57</i>
<i>Figura 26. Circuito de amplificador con filtro pasa altas.....</i>	<i>58</i>
<i>Figura 27. Señal de osciloscopio del filtro pasa bajas con trigger.....</i>	<i>58</i>
<i>Figura 28. Comparación de las señales.....</i>	<i>59</i>
<i>Figura 29. Circuito completo.....</i>	<i>59</i>
<i>Figura 30. Comparación de señales.....</i>	<i>60</i>
<i>Figura 31. Obtención de señales a través de osciloscopio.....</i>	<i>61</i>
<i>Figura 32. Monitoreo y obtención de señal de la onda de disparo de SCR .....</i>	<i>62</i>
<i>Figura 33. Medición de corriente mínima de disparo de SCR .....</i>	<i>63</i>
<i>Figura 34. Circuito de control inicial del cargador, encargado del test.....</i>	<i>64</i>
<i>Figura 35. Circuito de potencia- disparo de SCR. Prueba de simulación con motor de AC .....</i>	<i>64</i>
<i>Figura 36. Simulación de ambos circuitos, verificación de no errores .....</i>	<i>65</i>
<i>Figura 37. Disparo de voltaje hacia la compuerta (prueba física).....</i>	<i>65</i>
<i>Figura 38. Valor de voltaje hacia la compuerta, ya con cargador energizado y conectado a batería.....</i>	<i>66</i>
<i>Figura 39. Obtención de suministro de corriente hacia la batería (prueba física).....</i>	<i>¡Error!</i>

**Marcador no definido.**

## I. Dedicatoria

Con mucho cariño y respeto principalmente **a mi familia, mamá** debo dar las gracias, a ellos por su incondicional apoyo moral y económico en cada elección de mi vida, que han estado en todo momento. Gracias a Dios por darme la oportunidad de tener una preparación profesional y personal, así mismo a obtener una carrera para mi futuro y por confiar en mí, aunque pasamos momentos difíciles siempre han estado para apoyarme y brindarme su amor, por todo esto y más les agradezco de todo corazón que estén a mi lado.

A mis **asesores, compañeros y docentes** por estar siempre presentes en el camino de preparación académica, acompañándome y por el apoyo moral, que me brindaron a lo largo de esta etapa no existe un pago por todo ello, muchas gracias.

A mi **novia** por apoyarme en esta etapa sumamente importante en mi vida, por su amor, cariño, comprensión, tolerancia, muchas gracias por todo el apoyo, en todo momento.

## II. Agradecimientos

No tengo palabras para expresar mi amor y mi gratitud por mi madre, mi familia y mi novia, por su fe, su generosidad, y su incansable ayuda en todo momento, gracias a ellos he llegado a culminar un peldaño más de mi vida.

A mis asesores, sin ellos y su apoyo, su paciencia y constancia este trabajo no lo hubiese logrado. Sus consejos fueron siempre útiles cuando no salían de mi pensamiento las ideas escribir y llevar a la práctica lo que hoy he logrado. Ustedes formaron parte importante de esta historia con sus aportes profesionales que lo caracterizan. Muchas gracias por sus múltiples palabras de aliento, cuando más las necesite; por estar allí cuando mis horas de trabajo se hacían confusas y se tornaban frustrantes. Gracias por sus orientaciones. A los docentes, sus palabras fueron muy sabias, sus particulares conocimientos rigurosos y precisos, a ustedes profesores y profesoras, les debo mis conocimientos. A donde quiera que vaya, los llevare conmigo en mi transitar profesional. Su semilla de conocimientos sembrada en cada una de las aulas, germino en el alma y espíritu profesional de esta institución. Gracias por su paciencia, por compartir sus conocimientos de manera profesional e invaluable, por su dedicada perseverancia y tolerancia en cada sesión de clase.

A mi madre, mi familia y mi novia Fernanda ustedes han sido el motor que impulsa mis sueños, esperanzas y hambre de éxito, quienes han estado siempre a mi lado en mis días buenos y difíciles. Siempre han sido mis mejores guías de vida. Hoy cuando concluyo esta etapa de universidad, les dedico a ustedes este logro, como una meta más conquistada. Orgulloso de tenerlos en mi vida y en este momento tan importante. Gracias por ser quienes son y por creer en mí.

A mis compañeros, amistades y compañeros de viaje, hemos culminado esta maravillosa aventura, y no puedo dejar de recordar las horas de trabajo a lo largo de nuestra formación. Nos toca cerrar un ciclo más en esta vida, agradezco el apoyo y constancia, al estar en las horas más complicadas y compartir tantas horas de estudio.

### III. Resumen

El presente proyecto se basa en el rediseño del circuito electrónico de control de los cargadores de baterías industriales tipo SCR's (Rectificador Controlado de Silicio) el principal enfoque tiene como prioridad la etapa de control cuyo funcionamiento consiste en el suministro de energía a través del disparo en la compuerta (gate) del SCR; Este proceso libera cierta cantidad de corriente energía en corriente directa (DC) hacia la salida del cargador suministrando un ciclo de carga de la batería. Determina una prueba del estado de la batería, es decir, la capacidad de voltaje y amperaje requerido para su ciclo de operación.

El cargador comprende tres etapas que son: etapa de alimentación, de control/potencia, y de salida, la primera etapa consiste en la alimentación de los transformadores, la entrada de voltaje va desde los 125 a 480 voltios de corriente alterna (VCA) de acuerdo con la configuración de los transformadores. La segunda etapa permite el diagnóstico del nivel de carga de la batería, para ello se desarrolló un circuito electrónico compuesto de amplificadores operacionales que detectan el voltaje de la batería, posteriormente se trabajó con un circuito de potencia aislando el voltaje de control ya que este involucra el control de voltaje de corriente directa (VCD) y voltaje de corriente alterna (VCA), su función principal es el control y manejo de la cantidad de amperes que le será suministrada para su ciclo de carga completo, en este caso solo la corriente necesaria será asignada por el sistema para la excitación de la compuerta del SCR que liberara la corriente que llegar a la última etapa del sistema. La tercera etapa se encarga de rectificar el voltaje y la corriente que generan los transformadores y a su vez

determinan el tiempo de carga que se requiere, esto en un lapso de tiempo aproximadamente de 8 horas según sea requerida por la batería para completar su ciclo de carga.

Palabras clave: Control, suministración, circuito electrónico, ciclo de carga.

#### IV. Abstract

The present project is based on the redesign of the electronic control circuit of industrial battery chargers type SCR's (Silicon Controlled Rectifier). The main focus has as priority the control stage whose operation consists of the supply of energy through firing in the SCR gate; This process releases a certain amount of direct current (DC) energy to the output of the charger providing one charging cycle of the battery. Determines a test of the condition of the battery, that is, the voltage and amperage capacity required for its operating cycle.

The charger comprises three stages: power supply, control/power, and output stage. The first stage consists of powering the transformers. The input voltage ranges from 125 to 480 volts of alternating current (VAC). according to the configuration of the transformers. The second stage allows the diagnosis of the battery charge level, for this an electronic circuit composed of operational amplifiers that detect the battery voltage was developed, later we worked with a power circuit isolating the control voltage since this involves the control of direct current voltage (VCD) and alternating current voltage (VCA), its main function is the control and management of the amount of amperes that will be supplied for its complete charge cycle, in this case only the necessary current It will be assigned by the system for the excitation of the SCR gate that will release the current that reaches the last stage of the system. The third stage is responsible for rectifying the voltage and current generated by the transformers and in turn determine the charging time required, this in a period of approximately 8 hours as required by the battery to complete its charging cycle. .

Keywords: Control, supply, electronic circuit, charging cycle.

## V. Introducción

Debido a la demanda de servicios de mantenimiento industrial con equipos de carga, como carretillas de carga (montacargas), que para su uso correcto y operación comprende de tres componentes básicos: batería, cargador, montacargas; este proyecto se enfoca en el cargador, que de acuerdo con sus parámetros de uso y especificaciones surgen daños hacia las baterías como a las tarjetas de control por la supervisión del equipo al ejecutar su operación. El cargador carece de un control de carga que regule corriente-tiempo a la salida del cargador SCR (Rectificador controlado de silicio) hacia la batería durante un ciclo de carga programado por un usuario y no de manera predeterminada. En la empresa APCOSA S.A de C.V surge la necesidad de controlar el suministro de voltaje y corriente a la salida de sus cargadores SCR, con finalidad de proporcionar el voltaje requerido de 36 voltios de corriente directa (VDC) para la carga completa de las baterías, Los parámetros de carga varían entre 40 – 200 Amperes en un tiempo estimado de 8 horas de carga. El cargador cuenta con sensor que permiten realizar las prueba de diagnóstico al momento de comenzar el periodo de carga, ya que para comenzar el proceso se debe obtener un análisis estadístico de la batería para poder determinar la cantidad de corriente necesaria de suministro, el cual consiste en detectar el voltaje presente en la batería antes de comenzar el proceso de carga, un sensor es encargado de verificar el estatus de las celdas de la batería, ya que para el estudio de carga total de las celdas debe encontrarse en buen estado, para percibir el cambio de carga que pasa a través de la conversión de la corriente con el ácido sulfúrico que contiene cada una de las celdas. Otro de los puntos importantes es verificar la

configuración de voltaje de alimentación, este puede ser de 208/240/480 Voltios de corriente alterna AC.

## VI. Planteamiento del problema

La empresa APCOSA S.A de C.V presenta una problemática en el control de Amperaje a la salida de sus cargadores, los cuales están basados en circuitos integraos SCR, y se utilizan para cargar baterías de montacargas de 36 voltios de corriente continua (VDC) durante su ciclo de carga correspondiente. El inconveniente radica en que los parámetros de carga varían entre 40 - 200 Amperios, por lo que no ha sido posible regular la demanda de amperaje de salida ni establecer un tiempo definido para el ciclo de carga, lo que podría ocasionar daños a las baterías si no reciben la carga adecuada.

El control de amperaje y el tiempo de carga de las baterías son parámetros importantes que deben considerarse para evitar daños y prolongar la vida útil de las mismas. Es por ello que, el presente trabajo tiene como finalidad el rediseño de una tarjeta de control electrónico que posea la capacidad de regular la corriente de salida en función del tiempo. Se busca implementar un sistema inteligente de carga de baterías que permita la regulación de carga de las baterías de plomo-ácido y permita realizar nuevas configuraciones de carga de las baterías basadas en los requerimientos y necesidades de estas. En base a los requerimientos de carga se pretende:

- Controlar de forma eficiente señales de disparo del SCR para regular la demanda de corriente de carga.
- Evaluar los parámetros y condiciones de la batería para llevar a cabo el ciclo de carga adecuado.
- Controlar los parámetros de la corriente y el voltaje de salida del cargador SCR con relación al ciclo de carga de las baterías de 36VDC de los montacargas.
- Optimizar el tiempo de uso del cargador en función de la asignación de un operador.

Respecto a los puntos establecidos se busca mejorar el funcionamiento de la tarjeta

de control, con el fin de ser adaptado a las diversas demandas de operación, asegurando una carga eficiente y precisa de las baterías, con lo que se busca optimizar la utilización del cargador bajo la supervisión del operador correspondiente.



## VII. Justificación

Actualmente en la empresa APCOSA S.A de C.V que se dedica a renta, reparación y mantenimiento de equipos de carga (montacargas, apiladores, patinetas y patines eléctricos) a compañías industriales. Hoy en día se hace uso de la aplicación de cargadores de baterías industriales para los montacargas eléctricos de 36 Voltios de corriente directa (VDC). Existen tres tipos de cargadores operando en la empresa entre ellos se encuentran: tipo ferromagnéticos controlados a través de SCR tipo contactor que controla la etapa de arranque de los transformadores, tipo conmutados que son equipos más compactos y ligeros según el giro de la empresa que dedican a supervisar y administrar servicios de mantenimiento industrial.

El presente trabajo pretende realizar de forma adecuada el control de amperaje en la salida de los cargadores ferromagnéticos con SCR (Rectificador Controlado de Silicio), hacia las baterías de montacargas de 36 VDC, dado que los parámetros de carga en la salida oscilan en un rango de 40 - 200 amperios. A partir de esto se busca no dañar el rendimiento de las baterías y preservar la vida útil de las celdas.

## Objetivos

## **Objetivo general**

Rediseñar el circuito eléctrico del sistema de carga para supervisar la corriente de salida de un cargador SCR (Rectificador Controlado de Silicio) destinado a la carga de baterías industriales utilizadas en montacargas eléctricos de 36 V de corriente continua. Esto se logrará mediante la implementación de un control ON/OFF que regulará el ciclo de carga de manera efectiva.

## **Objetivos específicos**

- Utilizar instrumentación eléctrica y electrónica para adquirir información de la señal del SCR, así mismo implementar un control ON/OFF.
- Interpretar las señales eléctricas del SCR mediante el uso de un osciloscopio para realizar un diagnóstico preciso y de manera física.
- Realizar simulaciones de circuitos eléctricos para el control del SCR en el cargador, y obtener representaciones gráficas de las señales y su comportamiento en ISIS-Proteus.

# CAPITULO I GENERALIDADES

## 1.1 Antecedentes

Gaston Plante fabrico la primera batería que podía usar corriente direccional inversa para recargar la batería, es decir, la batería de plomo-ácido, que no solo fue la primera batería recargable, además de ser la primera invención del proceso inteligente para carga de baterías. [2]

El concepto de cargar baterías se inventó a mediados del siglo XIX. Era la época del descubrimiento de las baterías de plomo-ácido. Antes de este momento, todas las baterías perdían energía permanente después de un solo uso porque no existía el concepto de recargar baterías. Con las baterías de plomo-ácido, se introdujo el concepto de recarga haciendo pasar una corriente inversa a través de la batería.

Aunque el concepto de cargar baterías se inventó por el año de 1859, la primera producción comercial tomo más de un siglo de investigación y trabajo. En 1991, Sony presento la primera batería recargable comercial, fue entonces cuando se resolvieron muchos problemas de la electrónica.

El crecimiento de la industria en México y la demanda de montacargas ha dado pauta al crecimiento de esta necesidad y en su conjunto el equipamiento que comprende un equipo de carga (montacargas, batería y cargador). Además de la competencia en el mercado, por ello el propósito de este proyecto es rediseñar un circuito de control de cargadores de SCR para baterías de 36V el cual se obtenga minimizar gastos y que su funcionalidad sea óptima para su aplicación.

Los cargadores de la marca GNB-SCR cuentan con respiradores tipo ventiladores, por otra parte, son controlados con un microprocesador de estado sólido que interactúa principalmente por los Rectificadores Controlados de Silicio (SCR's) que hacen más fácil el ciclo de carga de la batería. Suelen ser específicamente fabricados para la carga de baterías de plomo-ácido con válvula reguladora, pero se pueden configurar para cargar baterías de placa plana, tubulares GNB, Tubular-HP, o baterías inundadas en plomo-ácido marca Liberator a cargo del centro de servicio de GNB Industrial Power. El cargador tiene un programa interno inteligente de auto revisión y diagnóstico para controlar todas las funciones, efectuar el monitoreo de la calidad de carga y la revisión sus propias condiciones de seguridad. [1]

Un circuito digital y/o circuito lógico parten de la rama de la electrónica que se ocupa de las señales digitales para realizar diversas tareas y cumplir con los diversos requisitos en particular. Una señal de entrada aplicada a estos circuitos es de forma digital, que se representa en formato de lenguaje binario de 0 y 1.

Estos circuitos están diseñados mediante el uso de compuertas lógicas como las compuertas AND, OR, NOT, NAND, NOR, XOR que realizan operaciones lógicas. Esta representación ayuda al circuito a cambiar de un estado a otro para proporcionar una salida precisa.

Los sistemas de circuitos digitales están diseñados principalmente para superar la desventaja de los sistemas analógicos que son más lentos y los datos de salida que se obtienen pueden contener un error.

## 1.2 Marco histórico

Viscaino y colaboradores en su trabajo titulado "Desarrollo y automatización de un cargador de baterías de uso industrial, implementaron la automatización de un cargador de baterías con la finalidad de mitigar pérdidas de disipación de energía. En general los equipos de carga de baterías, y los demás equipos eléctricos poseen una electrónica análoga lo que algunos los vuelven obsoletos a mejoras. El cargador de baterías es uno de sus principales productos de fabricación por lo que muchos de sus clientes exigen un funcionamiento más óptimo a partir de un microcontrolador, en el presente proyecto se implementa el funcionamiento del equipo mediante un microcontrolador y el diseño de una interfaz virtual para visualización de datos, dicha interfaz virtual comprende del uso de control mediante software de programación, y así obteniendo aplicar la metodología por medio de circuitos electrónicos de automatización industrial.

Proyecto titulado: Inversor trifásico controlado por SCR's de Vázquez Vázquez, Adrián y González Rodríguez Aarón, en su proyecto menciona a grandes rasgos el objetivo principal que en la actualidad la elaboración de algunos circuitos que conviertan la corriente directa en corriente alterna se ha dejado fuera del mercado y la utilización de SCR's ya que al utilizarlos se encuentran con un problema para llevarlo al estado de apagado (estado on-off), con ello se hace más fácil el ocupar otros dispositivos menos complicados para dicha aplicación e invertir más recursos en equipos menos complejos.

Sánchez Galindo Ricardo Alberto, en su proyecto denominado análisis comparativo de las corrientes de arranque de motor trifásico hasta una potencia de 5 hp con circuito de relés (contactor) y circuito electrónico (scr), haciendo mención de la

metodología y fundamento del proyecto consiste en el análisis comparativo que se realiza en este trabajo de investigación tiene como principio el rectificador controlado de Silicio (SCR), para controlar electrónicamente la tensión de entrada al momento del arranque y detención en el motor, lo que permite reducir la intensidad de corriente y el esfuerzo mecánico de una máquina eléctrica. Con el uso del tiristor como interruptor, se pueden conectar y desconectar cargas a la red eléctrica local a alta velocidad de forma silenciosa sin producir arcos eléctricos, ni desgastes mecánicos y así garantizar un mejor funcionamiento, cuyas delimitaciones fueron o carencias fueron tener un poco de deficiencia en la parte de control electrónica ya que el comparador del contactor no garantiza una buena comunicación, el mecanismo suele tener un poco de retardo en el accionamiento para enclavar y desactivarlo.

Reducción de consumo eléctrico de cargadores industriales en vfi Honduras. Con la automatización para el ahorro de energía eléctrica en los cargadores de baterías para montacargas de esa empresa y supervisar la planeación y el manejo del consumo eléctrico de la empresa y gastos que corren por parte de ella para atender nuevas oportunidades y mejoras de procesos del autor Brizuela Mejía, Ricardo David, obteniendo como finalidad y propósito es conseguir que la empresa obtenga óptimos resultados. Así como, el diseño y la planeación de la empresa, también debe estar atento a todas las soluciones u oportunidades de mejora que sucedan durante estos procesos, para así satisfacer las necesidades que van surgiendo y estar completamente actualizados con todas las novedades que van apareciendo en el mercado. Uno de los temas principales a resolver en este tipo de industria es la planificación y gestión de la producción: asignación

de tareas a máquinas, diseño del layout de la planta, sistemas flexibles que fabriquen diversos productos, políticas de planificación cercanas a la optimización, etc.

Tarjetas de control de cargador de baterías con rectificador controlado monofásico de Gómez Pérez, F. Javier, refiere a algunos tipos de batería que existen y se aplican dentro de la industria y equipo de carga eléctricos, para este proyecto se ha elegido especialmente una batería de plomo ácido. Las baterías de plomo son un tipo de batería muy común en vehículos convencionales, no híbridos. Suelen dar 6V, 12V, 24v u otro múltiplo, pero la tensión que suministra cada celda es de 2 v. Tomaremos un valor de 48 voltios. El cual presenta sistema un problema en la realización de un cargador de baterías con una potencia de mil quinientos vatios, basado en un rectificador controlado, ya que hay valores altos de corriente pertinentes para el uso dentro de la industria, aptos en baterías de 36V y demás múltiplos bajos, es decir, menores a 36V.

### **1.3 Marco conceptual**

#### **1.3.1 Cargador industrial de baterías.**

Un cargador de baterías es un dispositivo utilizado para cargar una batería descargada mediante la circulación de corriente continua con un voltaje ligeramente superior al voltaje de la propia batería, en dirección opuesta a la corriente de descarga. De esta forma se logra la reconversión del sulfato de plomo en las placas, devolviendo el ácido sulfúrico a la solución electrolítica, lo que aumenta su peso específico [8].

#### **1.3.2 Tiristor.**

El tiristor, es un componente electrónico equivalente de estado sólido para reemplazar al tiratrón a gas (figura 1), se ha impuesto rápidamente en toda una serie de dominios de los que los más importantes son, a parte de la conmutación pura y simple, la variación de velocidad de motores y la graduación de la luz. En efecto, el tiristor permanece normalmente bloqueado hasta el momento en que se hace conducir actuando sobre su electrodo de disparo. Puesto que ese momento se puede fijar con toda precisión, es posible gobernar a la voluntad del paso de intensidades de corriente (o potencias) en su valor medio [9].

### 1.3.3 Activación y Desactivación de un Tiristor SCR en corriente continua.

El tiristor genera un circuito abierto hasta que se activa la Gate (puerta) con un pulso de tensión la cual causa una pequeña corriente. El tiristor conduce y se mantiene conduciendo, no necesitando de ninguna señal adicional para mantener la conducción. No es posible desactivar el tiristor, evitando que deje de conducir con la compuerta. Normalmente la Gate (puerta) no tiene control sobre el tiristor una vez que este está conduciendo [11].



Figura 1. Esquema de tiristor SCR

### 1.3.4 Diodo.

Es un dispositivo de dos terminales, que conducirá corriente en la dirección definida por la polaridad, sólo permite la conducción en una sola dirección.

En la figura 2, se muestra el símbolo electrónico del diodo en el software de ISIS Proteus



**Figura 2. Símbolo de diodo**

### **1.3.5 Material semiconductor.**

La denominación conductora advierte en si misma sus características. El prefijo semi es aplicado normalmente a un rango de nivel entre dos límites. Por lo tanto, es un material que posee un nivel de conductividad que se localiza entre los extremos de un dieléctrico y de un conductor.

### **1.3.6 Rectificación de onda completa.**

Puente de diodos, el nivel de dc (corriente directa) obtenido de una entrada senoidal se puede mejorar un cien por ciento mediante la utilización de un proceso llamado rectificación de onda completa.

### **1.3.7 Amplificador operacional.**

Es un amplificador de muy alta ganancia que posee una alta impedancia de entrada y baja impedancia de salida. Por lo general, el amplificador operacional se utiliza para proporcionar cambios en la amplitud de voltaje (amplitud y polaridad).

Es un circuito integrado que mediante componentes externos permite crear una gran variedad de circuitos. Entre los circuitos construidos mediante amplificadores operacionales y componentes externos se encuentran los siguientes que se utilizaron en la aplicación del rediseño de la tarjeta de control del cargador:

- Inversores.
- No inversores.

Lo ideal de un amplificador es que aumente la amplitud de una señal sin afectar otras variables.

En la siguiente figura 3, se muestra el modelo de un amplificador, como se puede observar tiene dos puertas o conexiones, una conexión correspondiente al voltaje de entrada y una conexión correspondiente al voltaje de salida, las dos conexiones están referidas a tierra.

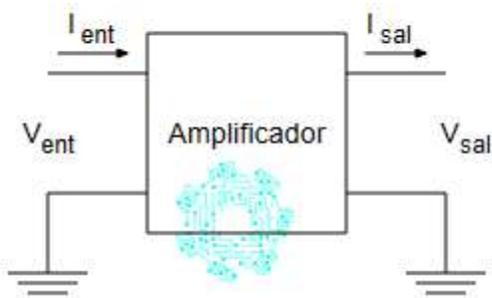


Figura 3. Modelo de un amplificador

### 1.3.8 Amplificador inversor.

El circuito amplificador con ganancia constante que se utiliza más comúnmente es el amplificador inversor. La salida se obtiene al multiplicar la entrada

por una ganancia fija o constante (E-1), establecida por el resistor de entrada (R1) y por el resistor de retroalimentación (Rf) (esta salida también se invierte a partir de la entrada)[10].

$$V_o = -R_f/R_1 V_1$$

1

### E-1. Multiplicador inversor de ganancia constante

La razón por la que está configuración de circuito se le llama amplificador inversor es debido a que invierte la polaridad de la señal de entrada, por lo tanto, invierte y amplifica el voltaje de entrada. La resistencia R<sub>f</sub> forma el lazo de retroalimentación, el lazo debe estar conectado de la salida a la entrada inversora del amplificador operacional, esto implica la retroalimentación negativa, tal como se visualiza en la figura 4.

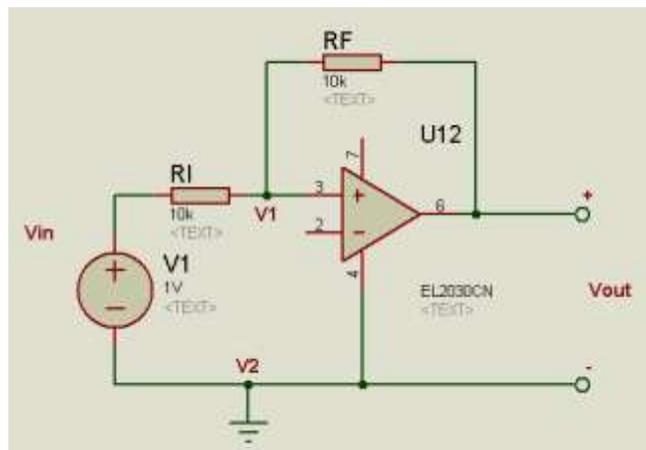


Figura 4. Amplificador operacional inversor

Otra consideración es que la corriente entre N<sub>1</sub> y GND es igual a cero ecuación 2, esto es debido al modelo ideal de un amplificador operacional ya que tiene impedancia infinita en ambas entradas, por lo tanto, no extrae corriente de los circuitos de entrada .

$$V_{N1} = V_{GND} = 0 \quad 1$$

Analizando el circuito del amplificador inversor por el método de nodos en el nodo  $N_1$  se tiene que:

$$\frac{V_{ent} - V_{N1}}{R} = \frac{V_{N1} - V_{sal}}{R_f} \quad 2$$

Simplificando al igualar  $V_{N1} = 0$ , se tiene:

$$\frac{V_{ent}}{R} = \frac{-V_{sal}}{R_f} \quad 3$$

Realizando los despejes correspondientes:

$$\frac{V_{sal}}{V_{ent}} = -\frac{R_f}{R} \quad 4$$

Como se puede observar en la ecuación anterior, la ganancia del voltaje del amplificador es determinado por los resistores  $R_f$  y  $R$ , y considerando con signo negativo ya que está invirtiendo la señal de entrada.

Un ejemplo muy básico y claro es mediante una señal cuadrada como voltaje de entrada ( $V_{ent}$ ), al conectar un amplificador inversor con una ganancia de -2, se obtiene en la salida una señal invertida y amplificada ( $V_{sal}$ ).

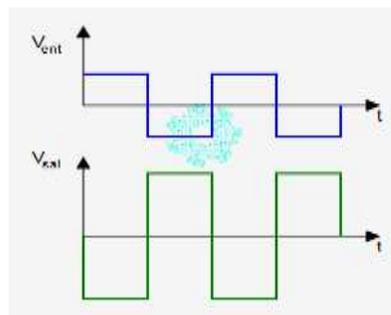


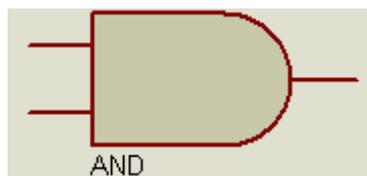
Figura 5. Señal cuadrada con voltaje de entrada conectado a una ganancia de -2

En resumen, un amplificador inversor como resultado aumenta la amplitud y tiene un desfase de  $180^\circ$  con relación a la señal de entrada [3].

### 1.3.9 Compuertas lógicas

Son pequeños dispositivos electrónicos digitales que realizan una función booleana con dos entradas y proporcionan una salida. En los datos son los binarios, el valor lógico 1 es positivo y el 0 lógico es negativo. Según la compuerta lógica, la operación lógica difiere y la salida varía. Cada compuerta lógica sigue una tabla de verdad que da las posibles combinaciones de entrada y la respectiva salida obtenida.

Compuerta AND. Realiza la multiplicación o la operación Punto ( $\cdot$ ) en las entradas lógicas. Como se puede ver A y B son las dos entradas alimentadas a los terminales y O se mantiene como la salida. Cuando se observa cuidadosamente la tabla de verdad de la compuerta AND, la salida es verdadero (1) sólo cuando ambas entradas son verdaderas, en otros casos, la salida es falso (0).



**Figura 6. Compuerta AND**

Compuerta NOT. La compuerta NOT Realiza una operación de inversión sobre la única entrada. En NOT sólo hay un terminal, si la entrada es 1, la salida es 0, y si la entrada es 0, la salida es 1.

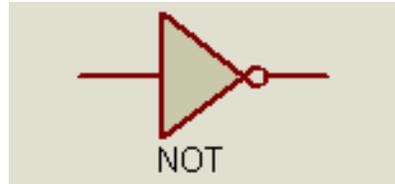


Figura 7. Compuerta NOT

### 1.3.10 Opto acoplador

También llamado optoaislador o aislador acoplado ópticamente, es un dispositivo de emisión y recepción que funciona como un interruptor activado mediante la luz emitida por un diodo LED que satura un componente opto electrónico, normalmente en forma de fototransistor o fototriac. De este modo se combinan en un solo dispositivo semiconductor, un foto-emisor y un foto receptora cuya conexión entre ambos es óptica. Estos elementos se encuentran dentro de un encapsulado que por lo general es del tipo DIP. Se suelen utilizar para aislar eléctricamente a dispositivos muy sensibles.

El MOC3010-M es un optoacoplador con salida de controlador Triac de fase aleatoria de 250V, DIP, 6 pines y 1 canal que contiene un diodo emisor de infrarrojos GaAs y un interruptor bilateral de silicio activado de luz, que funciona como un triac. Este optoacoplador de salida triac es un dispositivo controlador aislado ópticamente y está diseñado para ser la interfaz entre los controles electrónicos y los triacs de potencia que controle cargas resistivas e inductivas con niveles de voltaje de 115 VCA [12].

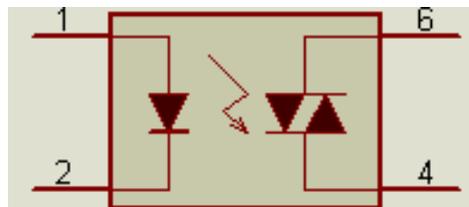


Figura 8. Composición interna de MOC-Optoacoplador

## CAPITULO II METODOLOGIA

El procedimiento aplicado en este proyecto consiste en hacer uso de la interpretación y procesamiento de señales que implican convertir/ transformar datos de manera tal que permita ver e interpretar la visualización de gráficas y ondas que mandan las señales y que a su vez no son posibles de obtener a través de la observación directa sin hacer uso de instrumentos o herramientas de medición electrónica. El procesamiento de señales permite a los ingenieros y científicos analizar, optimizar y corregir señales, incluidos datos científicos, transmisiones de audio, imágenes y video.

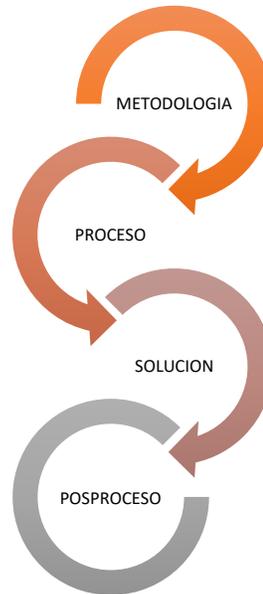
Para la interpretación de las señales eléctricas acerca del comportamiento de los componentes electrónicos, se empleó un osciloscopio, una vez interpretadas las señales y gráficas se parte a implementar el rediseño del circuito de control de carga de las baterías por medio de componentes electrónicos que activan el trabajo de los transformadores, es decir, controlar el ciclo de carga.

En este trabajo, aprenderá sobre el procesamiento de señales con suficiente detalle para:

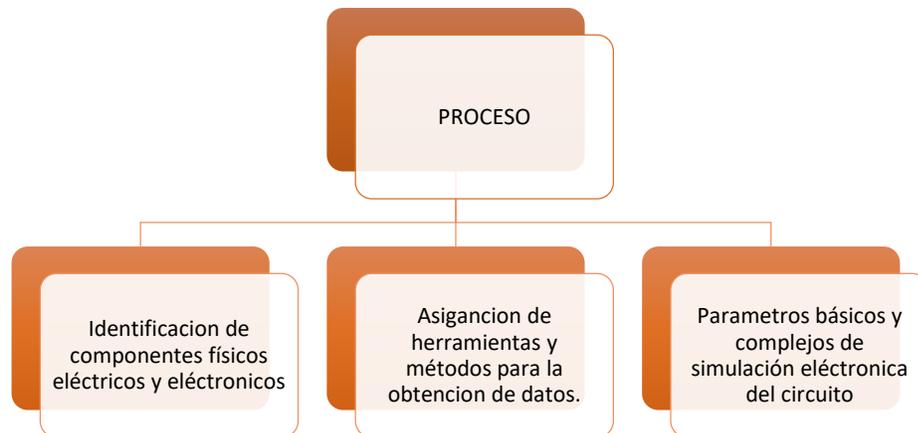
Comprender qué es el procesamiento de señales en el nivel superior

Aprender cómo se realiza el procesamiento de señales e interpretar las gráficas del osciloscopio

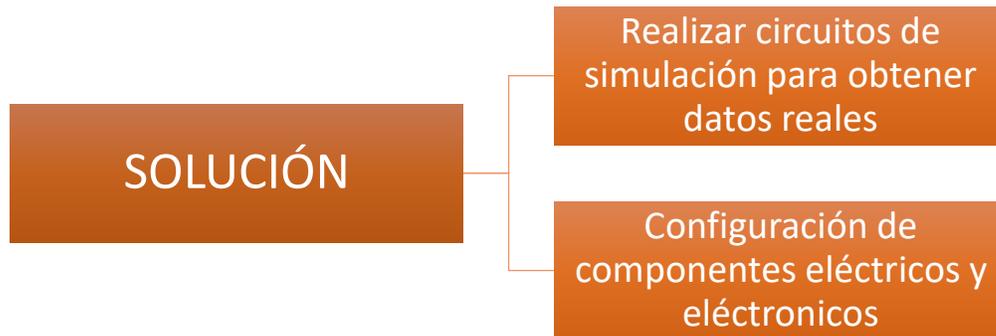
Ver cómo se aplica el procesamiento de señales en las aplicaciones DAQ  
(adquisición de datos)



**2.1 Proceso:** Es la parte inicial de la metodología que se encarga del análisis e identificación del proceso de rediseño de la tarjeta electrónica de control del sistema de carga de baterías industriales.



**2.2 Solución:** Es la parte que se encarga de observar a detalle el análisis de circuitos electrónicos para realizar cálculos que permitan la obtención de componentes eléctricos que permita el buen funcionamiento de la tarjeta de control.



**2.3 Postproceso:** El Postproceso es la parte final de la metodología, en ella se arrojan los resultados y los gráficos que se generan al concluir la simulación para posteriormente interpretar dichos resultados



# Capítulo III RESULTADOS

## Rediseño del circuito electrónico de la tarjeta de control de un cargador del sistema de carga.

### 3.1 Desarrollo de la problemática

El control adecuado de la carga de las baterías se realizó a partir del control de suministro de corriente y manteniendo constante el voltaje de entrada. Se pudo observar que, conforme la batería se va cargando la demanda de corriente de carga va disminuyendo linealmente con respecto al tiempo dependiendo del estado de carga de esta. Debido a este fenómeno se tuvo la necesidad de regular la cantidad de voltaje suministrado hacia la batería, para lo cual se utilizó un amplificador operacional configurado para trabajar como un filtro pasa altas y pasa bajas con el objetivo de dejar pasar los pulsos de mando enviados por el microcontrolador.

Una de las características de los cargadores es la operación del SCR, que debido a su función mantiene una frecuencia constante de 60Hz durante el proceso de carga. Durante el proceso de carga debe considerarse el voltaje de la batería, ya que en estado de reposo el voltaje es de 34-36 Voltios de corriente directa (VDC) o entre 38-40.5V como máximo, siempre y cuando la batería cumpla con las condiciones apropiadas del funcionamiento de las celdas que la constituyen. La batería se compone de 18 celdas, cada una posee un voltaje de entre 2 – 2.15 VDC cuando están descargadas, pero en

buenas condiciones En el caso en que el voltaje de la celda sea menor a este valor establecido significa que la batería esta dañada, lo que podría complicar el proceso de carga.

### 3.2 Curva de carga Wa (simple pendiente)

Para el empleo de este tipo de cargadores, se induce corriente de carga que sigue una curva decreciente, mientras que el voltaje de la batería aumenta, es decir, mientras el voltaje incrementa la corriente disminuye y viceversa, esto aplica según sea el estado de carga con el que se encuentre la batería al aplicar su ciclo de carga.

El cargador debe empezar con un nivel de corriente de aproximadamente un 16% de la capacidad de la batería después de haber dado uso de ella y terminar su ciclo de trabajo. Después de 8 horas, cuando el voltaje de la batería alcanza el valor de 2.40 voltios por celda, el nivel de la corriente debe de estar alrededor del 50% de la corriente inicial. Cuando el voltaje de la batería alcanza el valor de 2.65 – 2.70 voltios por celda, el nivel de la corriente debe de ser alrededor del 25% de la corriente inicial. En este punto la carga esta completada como se muestra en la figura 9.

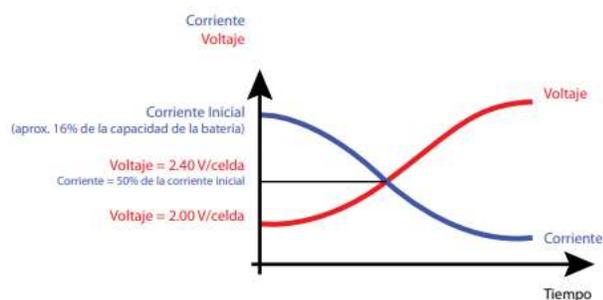


Figura 9. Curva de carga Wa

### 3.3 Instalación del cargador

Condiciones de uso:

- Temperatura de funcionamiento: 5°C a 45°C
- Temperatura de almacenaje: -20°C a 60°C
- Humedad relativa: menos de 75%

### 3.4 Vista interna del cargador

El cargador debe ser conectado con la entrada (Corriente alterna) AC trifásica a un voltaje de 120-600 Voltios de corriente alterna (VAC) usando un cable y enchufe adecuados con las especificaciones requeridas por la instalación eléctrica asignada.

- El cable rojo, blanco y negro son de alimentación y estos van conectados a los fusibles o a un interruptor termomagnético.
- El cable de color verde es tierra física, está conectado al chasis del cargador, para proteger el sistema ante una falla a tierra.

En la figura 10 y figura 11 se muestran las vistas para apreciar algunos componentes físicos que componen al cargador que se utilizó.

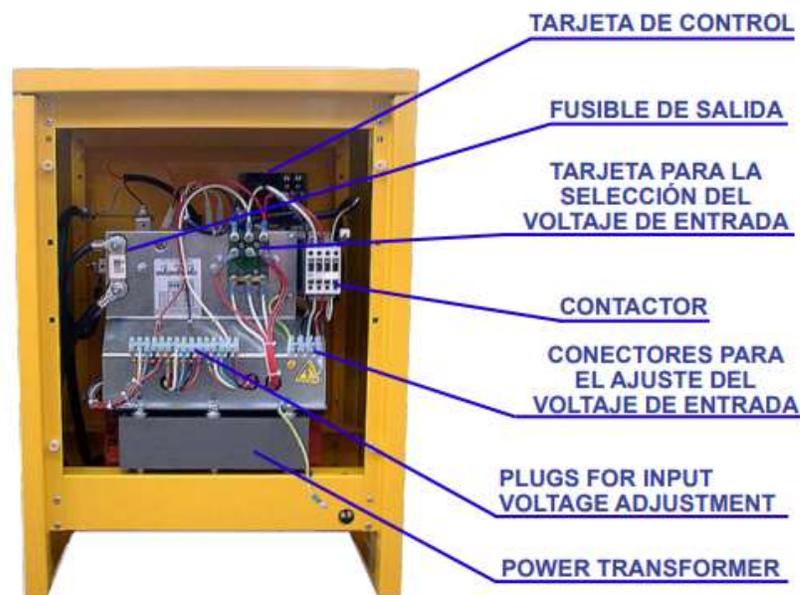


Figura 10. Vista posterior del cargador



Figura 11. Vista frontal del cargador

### 3.5 Selección de voltaje de corriente alterna

#### 3.5.1 Alimentación de corriente alterna (AC)

El cargador puede ser conectado a una o tres fases, 60 Hertz (+-2%). Los cargadores de tres fases no pueden conectarse a una línea de una fase por recomendaciones y seguridad de operación, estos valores de las fases van de los 120 a 600 voltaje de corriente alterna (VAC). En la tabla 1 se clasifican los parámetros de configuración de los transformadores del voltaje de alimentación para el cargador.

Tabla 1. Opciones del transformador

Una fase	Tres fases
----------	------------

120/208/240 VAC 60 Hz	208/240/480 VAC 60 Hz
208/240/408 VAC 60 Hz	240/408 VAC 60 Hz
240/480 VAC 60 Hz	480 VAC 60 Hz
600 VAC 60 Hz	600 VAC 60 Hz

Solo se puede cambiar la configuración de la alimentación de entrada de Corriente Alterna (AC) para cargadores de entradas múltiples. Seguir la Figura 1 (página 6) para alimentación de una fase con transformadores de - 120/208/240 Voltios - Figura 2 (página 7) para alimentación de una fase con transformadores de 208/240/480 voltios - o la Figura 3 (página 8) para la alimentación de transformadores de tres fases del manual de cargadores GBN

Usar la configuración de 208/240/480 para transformadores 240/480. Se elimina la entrada de 208 voltios del cargador como selección. Un contratista eléctrico y capacitado debe de hacer este ajuste.

Circuito de protección.

El cargador viene con un dispositivo protector interno complementario para acomodar la máxima corriente y voltaje de acuerdo con el modelo.

### **3.5.2 Configuración de alimentación 208/240/480 voltios – Entrada tres fases**

Advertencia: una configuración o conexión errónea de los cables de alimentación puede causar daños severos al cargador y la batería.

NOTA: Los cables azul y café (PCB) NO deben alterarse, deben de permanecer tal y como llegan de fábrica según observaciones del fabricante. A continuación se

muestran las siguientes figuras para identificar los colores y la configuración de los transformadores según sea el voltaje de alimentación asignada o requerida por el usuario.

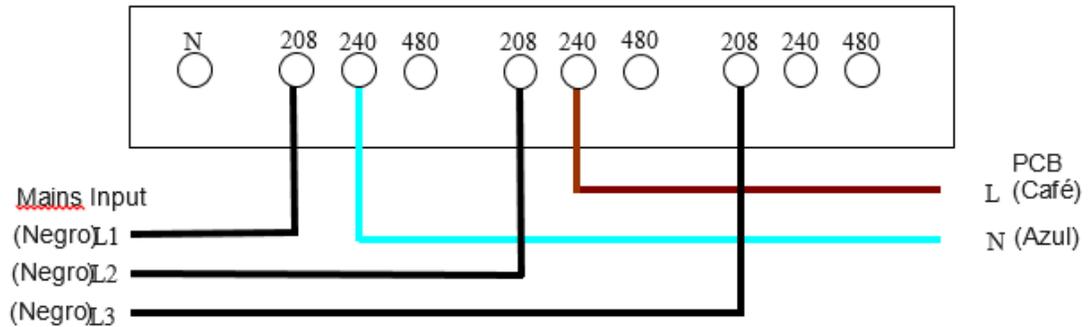


Figura 12. Configuración 208 VAC 60 HZ (208/240/480 V alimentación)



Figura 13. Configuración 240 VAC 60 HZ (208/240/480 V alimentación)

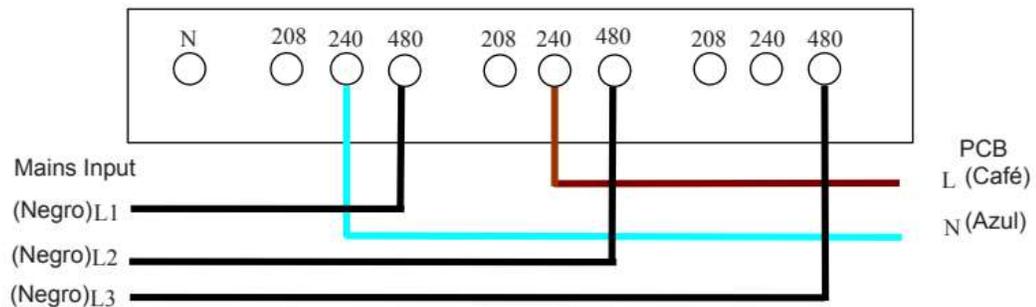
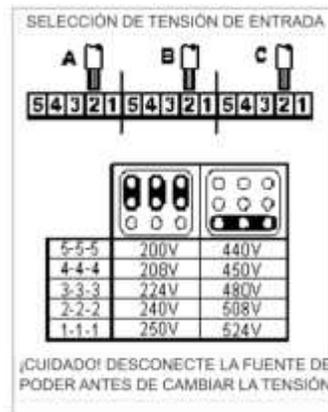


Figura 14. Configuración 480 VAC 60 HZ (208/240/480 V alimentación)

El ajuste de la tensión de entrada del cargador se realiza mediante dos dispositivos:

1. Tarjeta para la selección del voltaje de entrada  
(dos rangos seleccionables: 200-250v o 440-524v)
2. Conectores para el ajuste del voltaje de entrada  
(cinco conectores dentro del rango seleccionado)

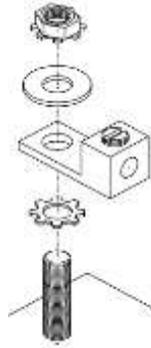


**Figura 15. Selección de tensión de entrada**

La tarjeta permite la selección del voltaje de entrada a través de tres barras metálicas, para poder ser conectadas en una de las dos configuraciones del cargador.

### 3.5.3 Conexión a tierra

El chasis deberá estar conectado a tierra física mientras el cargador se encuentre operando el ciclo de carga o no esté operando, a continuación, se muestra en la figura 16 la conexión establecida hacia el manual de operaciones.



**Figura 16. Método de conexión a tierra.**

### 3.6 Aplicación

El equipo iniciará el ciclo de carga de una batería de forma automática siempre que se configure el Ampere-hora (Ah) establecido por el fabricante.

### 3.7 Funcionamiento del cargador

En este punto se dará una breve descripción de cada LED, pulsador, y la función de retardo del cargador. Panel de control frontal del cargador.

**3.7.1 Funciones de los LED.** El color de los LED nos indica la etapa de carga en que se encuentra el cargador como se muestra en la siguiente tabla (Tabla 2):

**Tabla 2. Indicadores de LED**

Color del LED	Descripción de la etapa
Amarillo parpadeando	Alimentación de corriente alta
Amarillo sin parpadear	80% de carga

Verde parpadeando		Enfriamiento de la batería
Verde parpadear	sin	Carga completa
Rojo		Falla

Tablero indicador (DISPLAY)

El display por defecto muestra la corriente de carga durante el ciclo de carga. También puede cambiarse para mostrar voltaje, tiempo o los Amperes-Hora con presionar el botón de Fuction. El tablero puede mostrar mensajes adicionales según avance el ciclo de carga o que ocurra una falla.

### 3.7.2 Botón de paro

Este botón parara el ciclo de carga, después podremos desenchufar la batería con seguridad. El LED rojo se encenderá para indicar que el ciclo de carga fue interrumpido

### 3.7.3 Operación de enfriamiento de la batería

Se incorporará un periodo de enfriamiento en el ciclo de carga. Esta etapa sirve para enfriar la batería antes de colocarla en un montacargas. Durante este tiempo la pantalla mostrara “COOL” y tiempo restante de esta etapa.

### 3.7.4 Etapa de carga de refresco

Si se deja una batería conectada al cargador después del enfriamiento, el cargador entrara en un modo de carga de actualización. Esto significa que 24 horas después de terminar la carga, la batería obtendrá una carga de actualización

### **3.7.5 Tiempo de carga**

La cantidad de tiempo que una batería se carga variara dependiendo en el retraso de descarga. Una vez que la batería haya alcanzado el 80% de carga, el ciclo terminara en 3horas (en caso de un tiempo de carga de 8 horas). Los ciclos de carga normales promediaran unas 8 horas en total.

### **3.7.6 Fallo de alimentación de CA**

Si falla la alimentación de CA durante un ciclo de carga, el cargador reanudara la operación en curso lo más rápido posible una vez detectada la alimentación CA.

## **3.8 Plano esquemático eléctrico**

### **3.8.1 Interpretación del diagrama**

Los cargadores de montacargas consta de una serie de partes, las cuales en conjunto conllevan el trabajo de carga, lo primero que nos encontramos en el diagrama es la alimentación, la cual es trifásica a 240 o 480, esto dependerá de la instalación eléctrica, después encontramos unas pastillas termomagnéticas o fusibles, esto nos ayudará a proteger el cargador en caso de un corto circuito, enseguida se ubica un contactor, este mismo es activado por un transformador de control y una tarjeta programada para analizar

el porcentaje de carga de la batería, si está en buenas condiciones o si esta fue conectada correctamente, cuando todo esto es cumplido manda una señal para que se cierre el circuito y a través del transformador de control energice la compuerta del SCR o lo cierre según sea el caso, una vez llevado a cabo esto el siguiente componente son los transformadores, en estos puede llevar una configuración estrella en la bobina primaria y en la secundaria un arreglo delta, o se puede tener el arreglo inverso, tener delta en la bobina primaria y estrella en la bobina secundaria, en nuestro cargador ocuparemos el arreglo delta en bobina primaria y estrella en la bobina secundaria, con una configuración de voltaje a 240 volts en la bobina primaria y 48 volts en la bobina secundaria, quiere decir que nuestro transformador es un transformador de bajada, entre medio del transformador se ubican los capacitores, estos tienen la finalidad de aumentar la corriente máxima que puede arrojar el cargador, esto quiere decir que a mayor capacitancia mayor será la corriente que nos puede proporcionar el cargador, esto es inversamente proporcional, después de los transformadores sigue un puente de diodos, el cual lleva el trabajo de convertir la corriente AC en DC, a la salida de esos se ubicara un fusible de galleta en el polo negativo y una resistencia schunt en el polo positivo, esta nos sirve para medir el voltaje de la batería y ver en qué porcentaje de carga se encuentra.

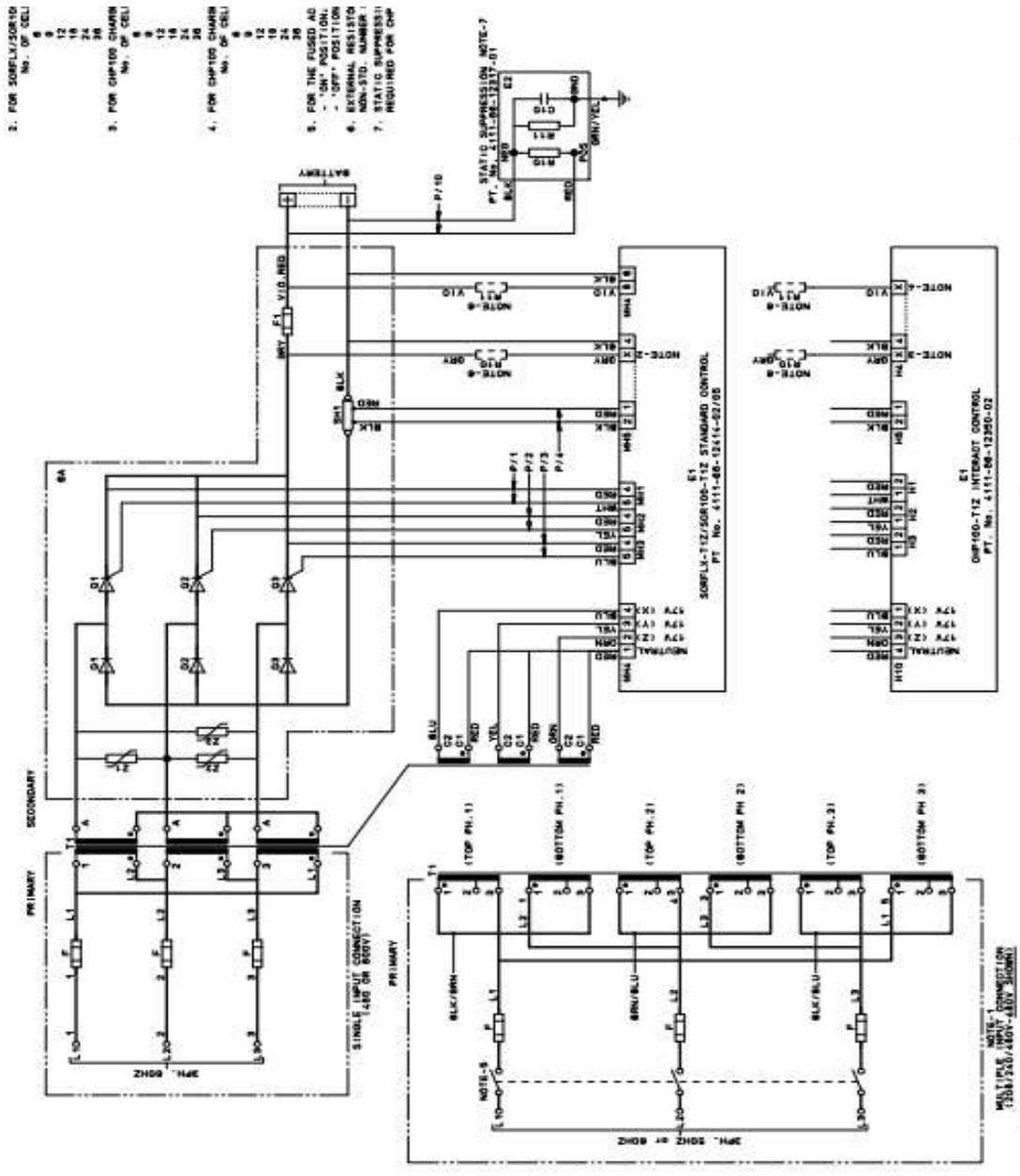
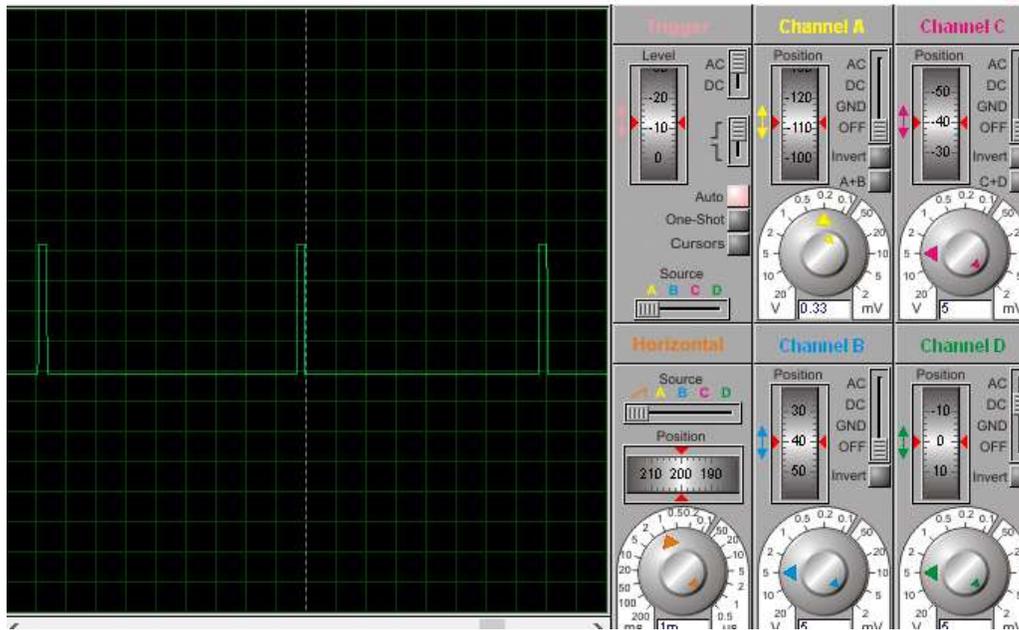


Figura 17. Diseño de diagrama del cargador

### 3.9 Empleo del amplificador operacional con el filtro pasa altas y pasa bajas.

El circuito integrado será alimentado a una corriente alterna de 12 volts, tendrá + 12 y -12 volts en Vs, dando como resultado arroja una señal el cruce por cero de 12 o -12 volts, como se puede ver en la siguiente figura.



**Figura 18. Señal del amplificador operacional**

Una vez alimentado el amplificador operacional y analizando la señal se observó que se requiere implementar un filtro pasa altas y pasa bajas para retirar el resto de la señal y solo obtener el pulso del cruce por cero para mandar esta señal al micro controlador.

La aplicación de dicho filtro se diseñó usando componentes electrónicos como: capacitor cerámico con el valor de un nano Faradio, resistencia de 20 kilo ohmios y diodo conectando a la entrada el positivo para el filtro pasa altas, caso contrario con el filtro pasa bajas el diodo se conectó al negativo para obtener el pulso negativo, se puede ver el diseño del circuito en las siguientes figuras.

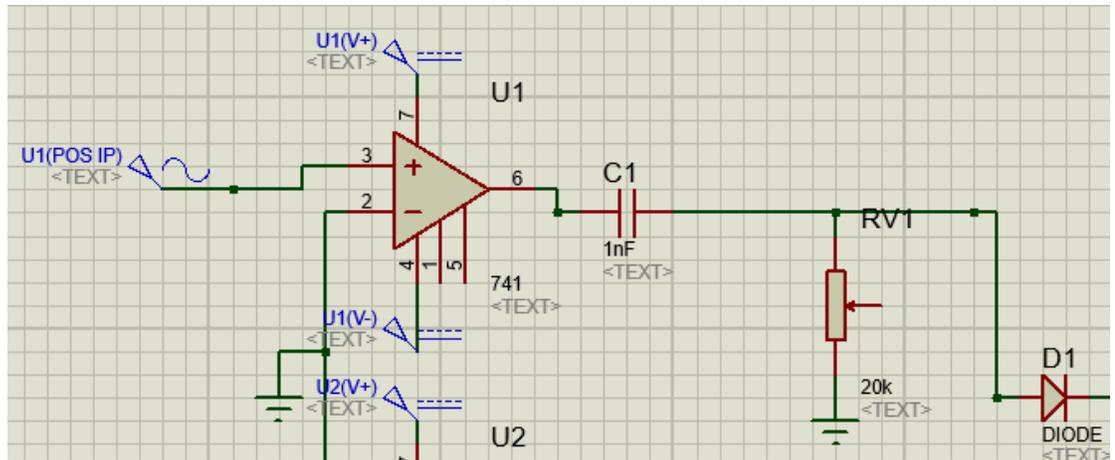


Figura 19. Filtro pasa altas

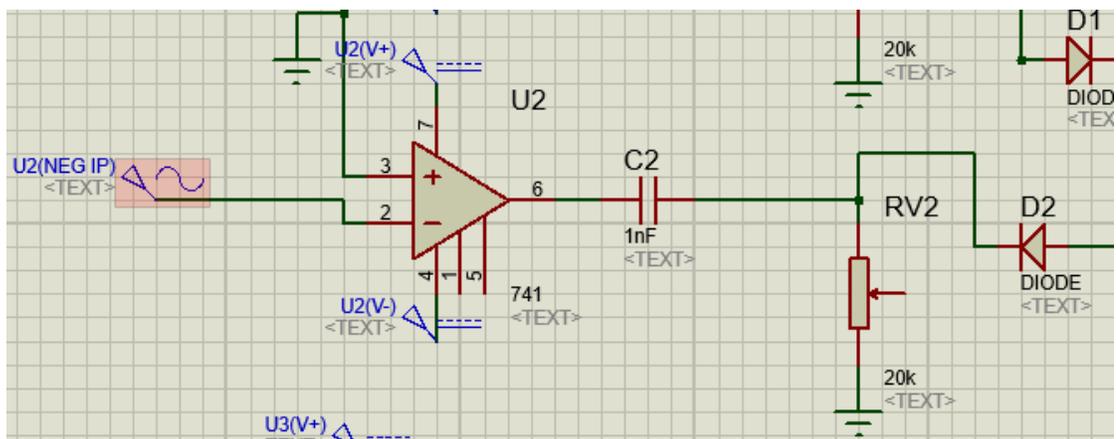


Figura 20. Filtro pasa bajas

Una vez simulando el circuito y conectándolo al osciloscopio, da los pulsos de las señales correctos en cada cruce por cero de la onda sinodal, como se muestra en las siguientes gráficas de la figura 21 y figura 22.

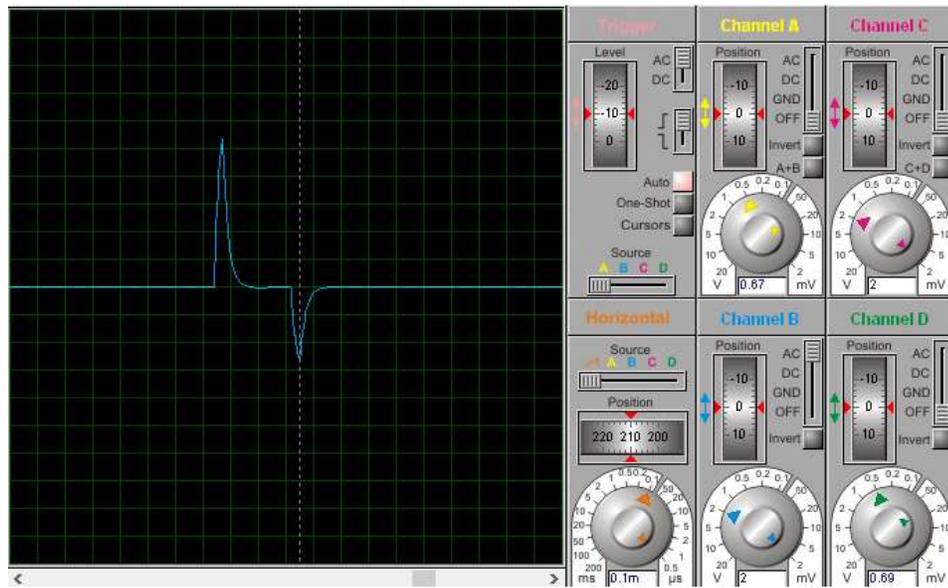


Figura 21. Señal del osciloscopio del filtro pasa altas

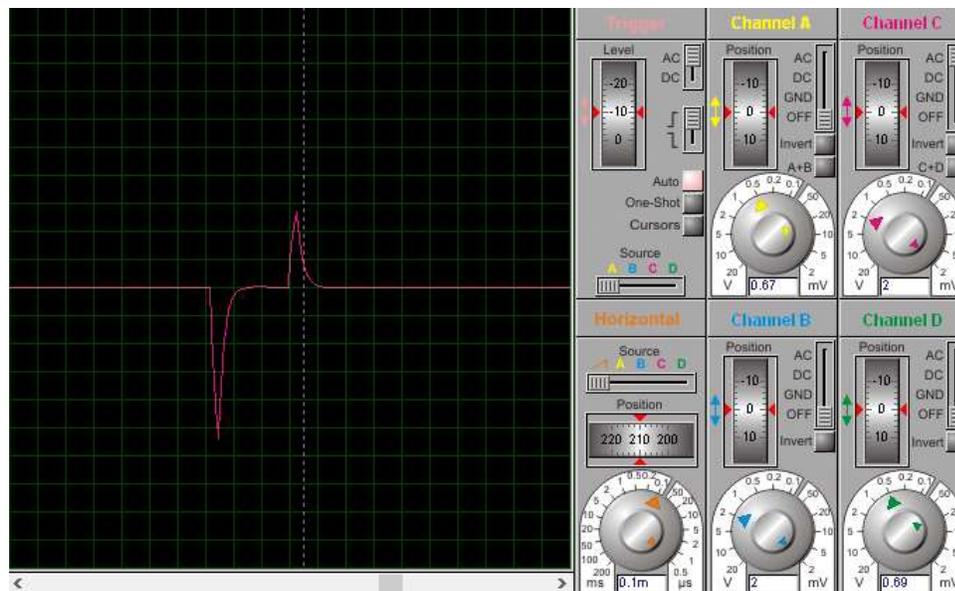
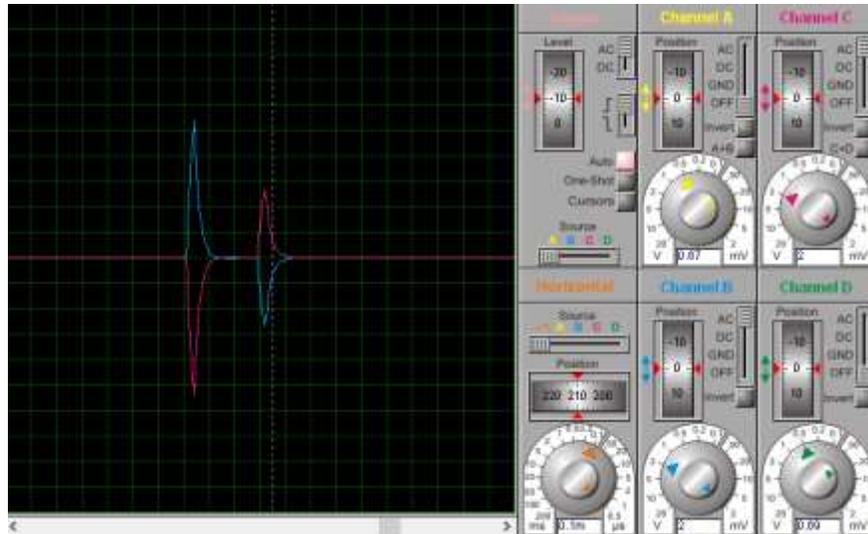


Figura 22. Señal del osciloscopio del filtro pasa bajas



**Figura 23. Señal del osciloscopio comparadas**

Una vez comprobado que los filtros funcionen correctamente, solo queda rectificar la señal de ambos filtros, para solo tener los cruces por cero de ambos filtros, el cruce por cero de la positivo de la onda y el cruce por cero de la parte negativa de la onda, para ello se utilizó el trigger para rectificar la onda dar una mejor forma al pulso y solo obtener los cruces necesarios.

Se requirió pasar la señal del lado positivo dos veces por medio del trigger, obteniendo el pulso del cruce por cero correcto, se muestra en las siguientes figuras el circuito y la señal del osciloscopio.

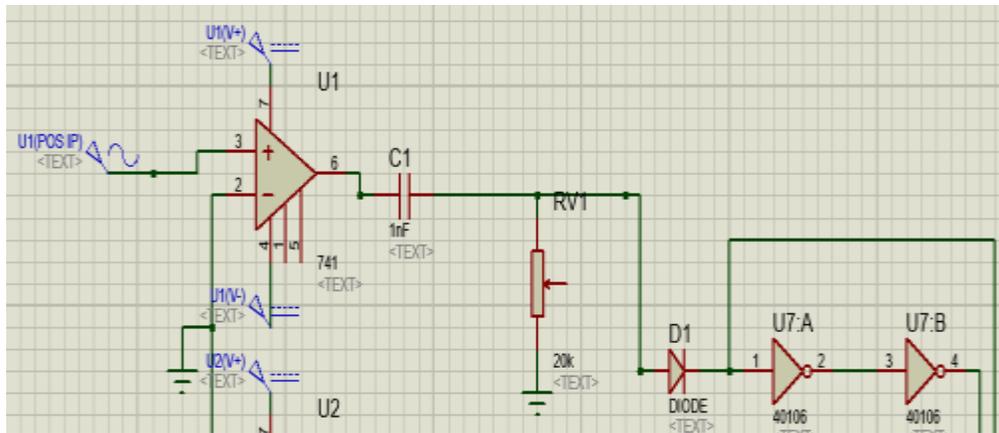


Figura 24. Circuito de amplificador con filtro pasa altas

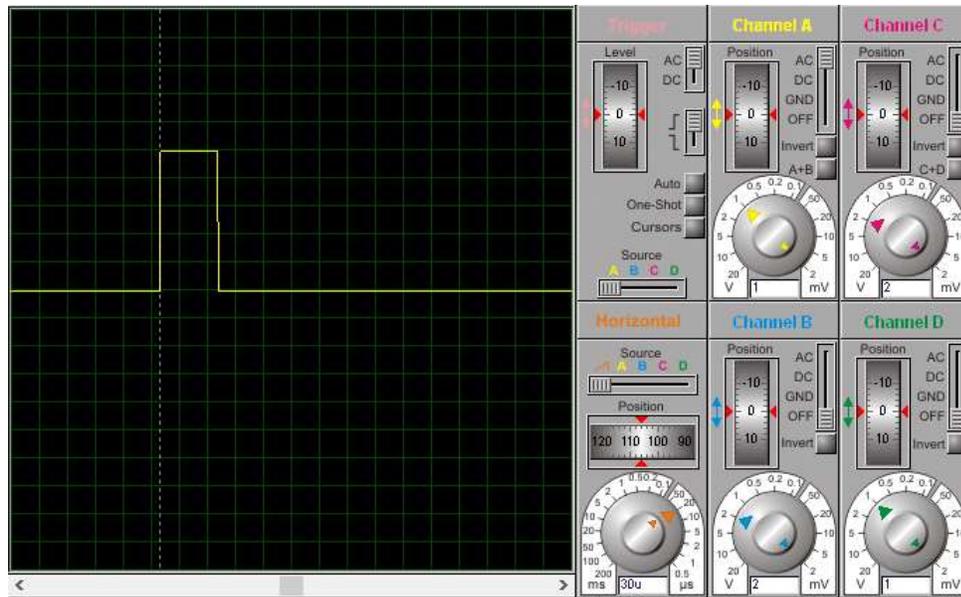


Figura 25. Señal de osciloscopio del filtro pasa altas con trigger

Para el filtro pasa bajas solo requirió pasar la señal una vez por el trigger, se muestra en las siguientes figuras el circuito y la señal del osciloscopio.

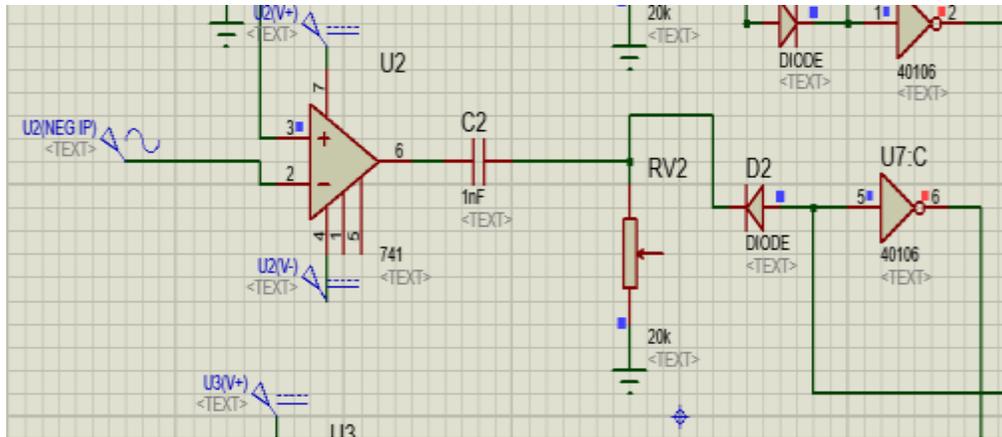


Figura 26. Circuito de amplificador con filtro pasa altas

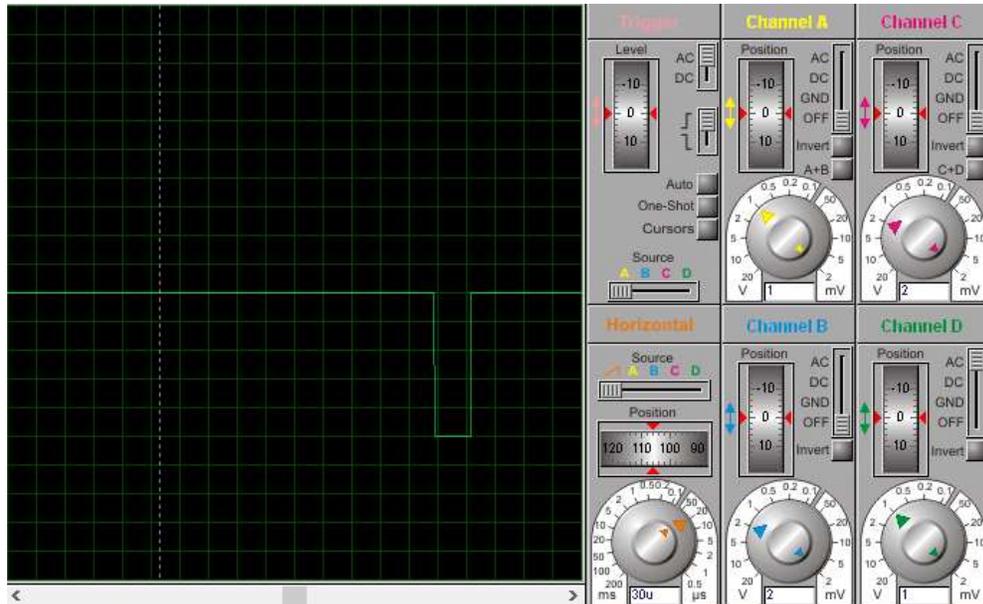
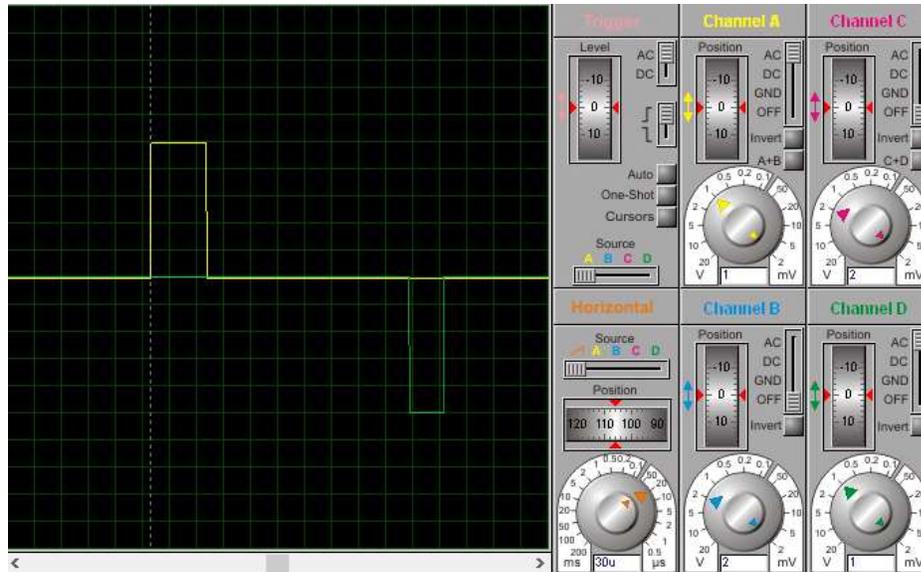
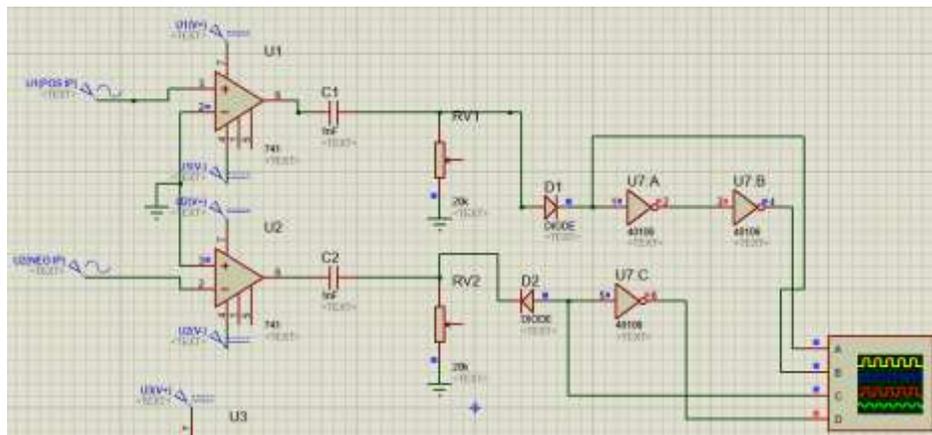


Figura 27. Señal de osciloscopio del filtro pasa bajas con trigger



**Figura 28. Comparación de las señales**

Se puede analizar que se logró el objetivo de obtener los cruces por cero necesarios para la señal del microcontrolador, como se puede observar en las siguientes figuras.



**Figura 29. Circuito completo**

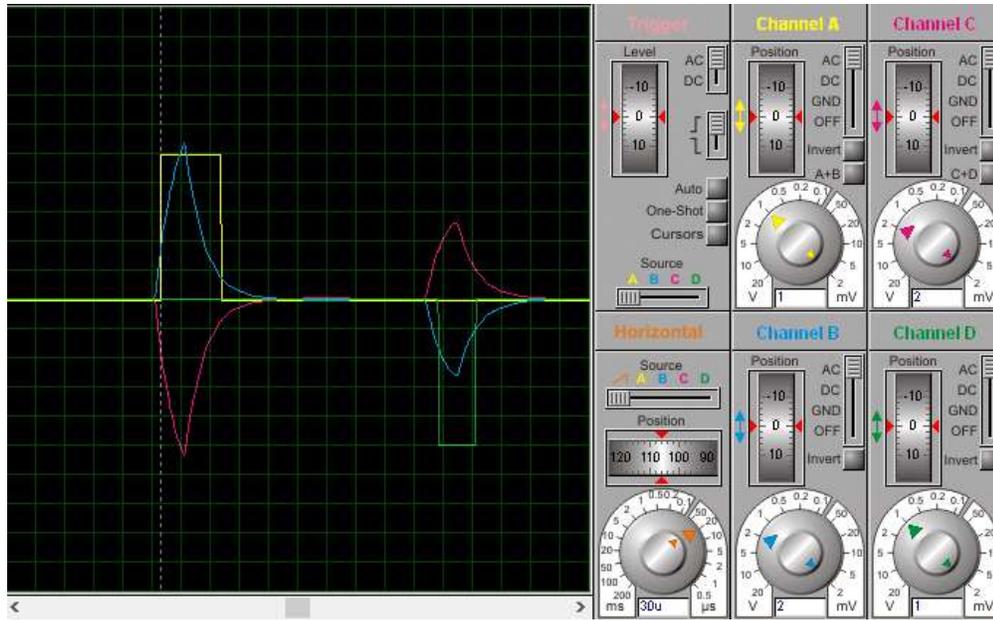


Figura 30. Comparación de señales

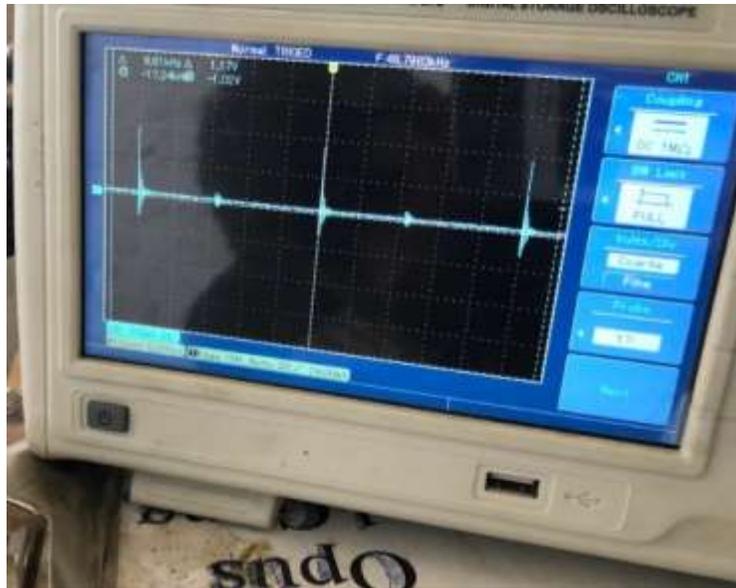
# CAPITULO IV DISCUSIÓN Y DESCRIPCIÓN FINAL

## 4.1 Desarrollo de los objetivos

Para hacer el control del cargador tenemos que regular la corriente sin cambiar el voltaje, conforme vaya transcurriendo el tiempo implica disminuir el voltaje si la corriente aumenta y viceversa en relación con el tiempo, según sea el porcentaje de carga que presente la batería, así mismo se tendrá que regulará el porcentaje de la onda que dejara pasar, para ello se utilizara un amplificador operacional con un filtro pasa altas y pasa bajas para mandar los pulso de excitación del SCR y este tenga una referencia del cruce por cero de la onda y poder así regular el tiempo de trabajo del cargador respecto a el porcentaje de la onda que diagnostique la lectura de entrada y el estado del voltaje de la batería

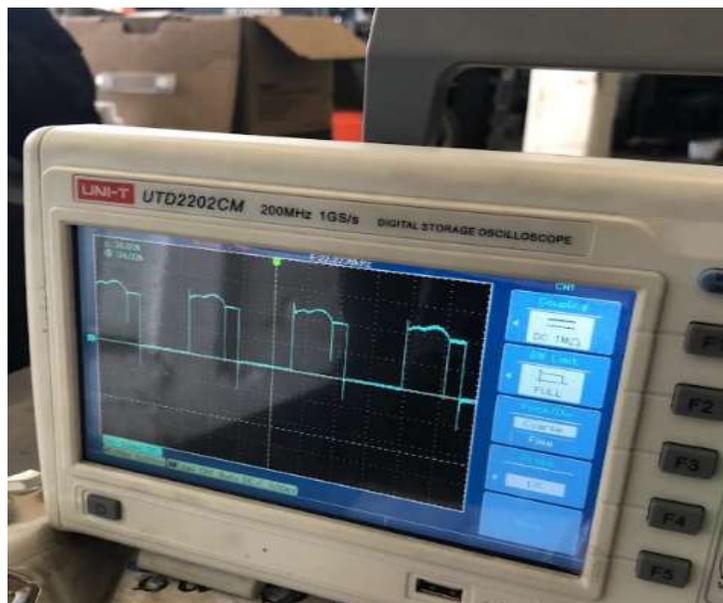
### 4.1.1 Representación de señal en osciloscopio físico

Como parte del desarrollo del proyecto es de suma importancia obtener valores iniciales y estadísticos que el manual proporciona y al mismo tiempo obtener esos datos de manera práctica para procesar los valores con los que se va a fundamentar el principio de la construcción de la tarjeta de control y así mismo obtener su rediseño.



**Figura 31. Obtención de señales a través de osciloscopio**

Los primeros datos que se desean obtener es el tipo de señal de entrada de la tarjeta hacia los SCR, que intervienen con el proceso de carga de la batería en su estado inicial de inicio del ciclo de carga.



**Figura 32. Monitoreo y obtención de señal de la onda de disparo de SCR**

Una vez dando paso a la conexión del cargador hacia la batería se obtiene un cambio de señal a lo inicial debido el disparo o excitación en este caso del SCR para activar la compuerta GATE que se encarga de liberar el paso de la corriente del SCR hacia la salida de voltaje-amperaje con él se llevara a cabo el proceso de carga, y dependiendo al diagnóstico que realiza el cargador inicialmente de manera predeterminada.



**Figura 33. Medición de corriente mínima de disparo de SCR**

Posteriormente de la obtención de la señal y observar el comportamiento de la onda se comienza con el rediseño del circuito de control de SCR's como del control automático del diagnóstico inicial para realizar simulación del circuito e identificar los factores físicos que puedan afectar el funcionamiento y la operación del ciclo de carga hacia la batería.

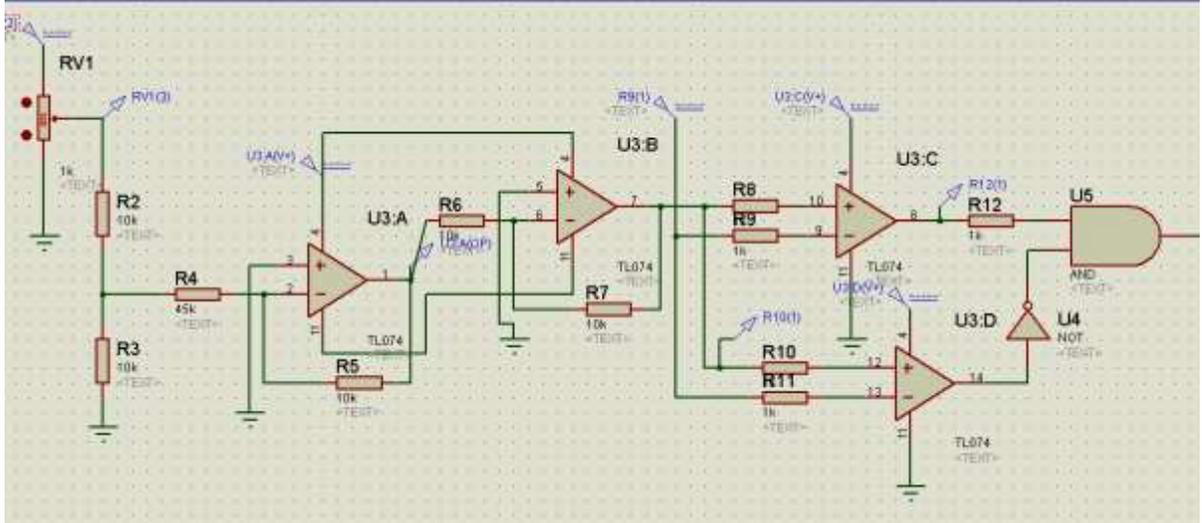


Figura 34. Circuito de control inicial del cargador, encargado de la evaluación inicial

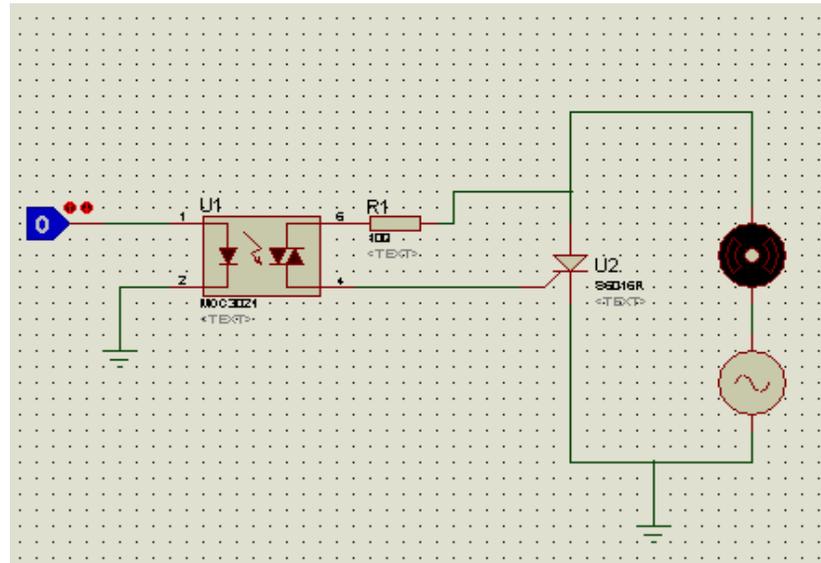
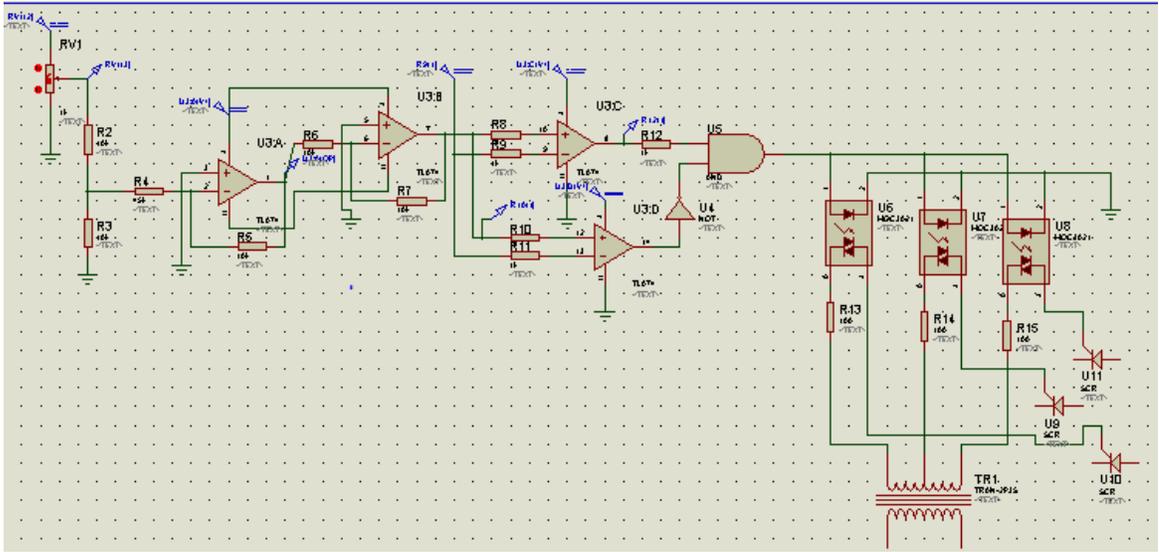


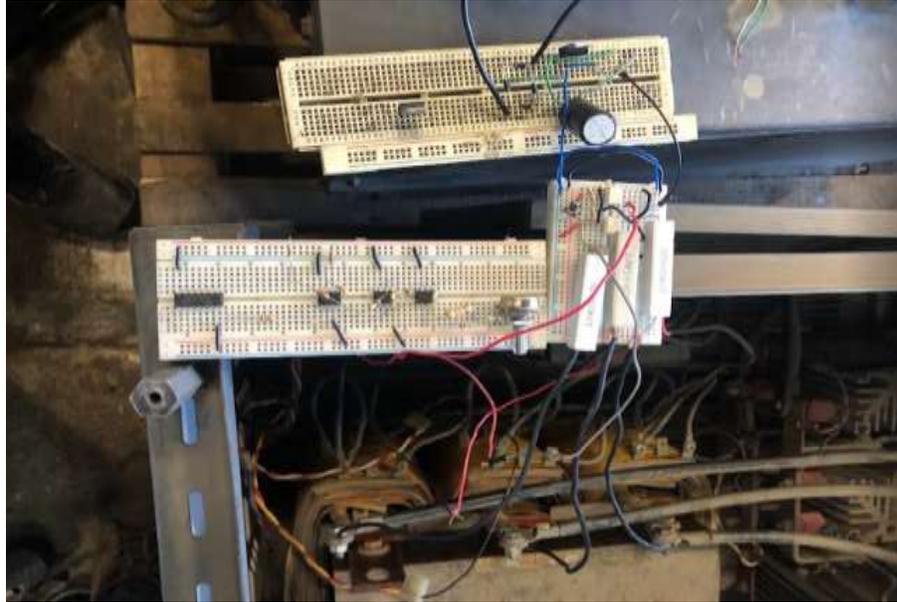
Figura 35. Circuito de potencia- disparo de SCR. Prueba de simulación con motor de AC

A continuación, con el procedimiento del rediseño de ambos circuitos para la tarjeta se proyecta la simulación para la verificación de no cometer errores o algún daño al cargador como a la integridad del operador.



**Figura 36. Simulación de ambos circuitos, verificación de no errores**

Se verifica la simulación y una vez concluida la revisión del cargador se realiza la conexión de los circuitos físicos de control y de potencia hacia los transformadores para cada una de las entradas de las compuertas de los SCR's como se muestra en la figura 37. Para la evaluación y comprobación de voltaje de disparo de la compuerta y obtener valores de salida hacia la batería se utiliza el multímetro para la lectura de voltaje directo, con una alimentación de 240 Voltios de corriente alterna hacia el cargador, mientras que para la obtención de la corriente se ocupa un amperímetro de gancho.



**Figura 37. Disparo de voltaje hacia la compuerta (prueba física)**



**Figura 38. Valor de voltaje hacia la compuerta, ya con cargador energizado y conectado a batería**

Uno de los parámetros principales e iniciales de la operación del equipo es la medida de corriente de consumo del SCR al momento de estar en operación de ciclo de carga, ya que para ello es importante conocer el valor máximo de consumo, como del

mínimo, para así poder mantener un rango estimado de los posibles cambios de esta corriente, a través de la relación voltaje-horas, con el que trabaja dicho cargador.

Una de las pruebas que se obtienen exitosamente realiza el ciclo de carga el cual introduce la cantidad de corriente que requiere dicha batería para llevar a cabo una operación exitosa de los circuitos.



**Figura 39. Obtención de suministro de corriente hacia la batería (prueba física)**

## 4.2. Conclusiones

El rediseño de los cargadores de baterías a base de SCR permitió el control adecuado de la carga de las baterías.

La reingeniería de la tarjeta de control electrónica ha permitido mejorar la eficiencia y la durabilidad del sistema cargador de baterías. Los cambios realizados permitieron un mejor control de la carga y descarga de las baterías, lo que ayuda a prolongar su vida útil y a mejorar la capacidad de almacenamiento de energía.

La reingeniería del sistema permitió maximizar mejorar el tiempo de carga de las baterías y con ello la reducción de costos, trayendo beneficios como la eficiencia energética en la industria.

La modificación del sistema ha permitido la implementación de características adicionales de seguridad, como la detección y prevención de sobrecargas y cortocircuitos. Esto redujo significativamente los riesgos asociados con el uso de baterías en dentro de la industria.

La aplicación de reingeniería en circuitos electrónicos implica hacer uso de la transformación de sistemas determinados con uso de menor espacio y/o elemento que lo comprendan, o quizás ajustarse a un menor presupuesto y al final seguir garantizando la utilidad y tecnología requerida para el buen funcionamiento del cargador o algún sistema eléctrico en particular.

De acuerdo con el plan de estudios del Tecnológico de Estudios Superiores de Tianguistenco de la División de Ingeniería Mecatrónica, desde el punto de vista personal tanto como profesional es de gran utilidad y gran impacto el desarrollo de proyectos

integrales con el espíritu innovador de la carrera en el campo de la Ingeniería Mecatrónica acorde a las tendencias tecnológicas actuales en diversos campos de la industria, que dicho desarrollo de sistemas mecatrónicos a la vanguardia sean sustentables con la debida responsabilidad ética y social que se imparte en el ámbito académico de la institución.

## REFERENCIAS

- [1] Manual de instrucciones instalación y operación de cargadores industriales SCR200, GNB Industrial Power.
- [2] info large(2022, Junio 10) La invension de la batería: cargador e historia [Online]  
[www.es.large.net.com](http://www.es.large.net.com)
- [3] Desarrollo y automatización de un “cargador de baterías” de uso industrial para la empresa Imetrilec, Viscaino Tacuri, Jhonatan Fransisco., 2019, Imetrilec.
- [4] Inversor trifásico controlado por SCR’s, Vázquez Vázquez, Adrián González Rodríguez, Aarón 2019, Tecnológico Nacional de México.
- [5] Análisis comparativo de las corrientes de arranque de motor trifásico hasta una potencia de 5 hp con circuito de relés (contactor) y circuito electrónico (scr), Sánchez Galindo Ricardo Alberto 2018, Universidad Señor de Sipán.
- [6] Tarjetas de control de cargador de baterías con rectificador controlado monofásico Gómez Pérez, F. Javier, 2018, Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial.
- [7] Reducción de consumo eléctrico de cargadores industriales en vfi Honduras, Brizuela Mejía, Ricardo David, 2023, Universidad Tecnológica Centroamericana UNITEC.
- [8] Renovales Verdes, Cargador de baterías.
- [9] Henri Lilen Tiristores y Triacs - Circuiteca Electrónica, Alfaomega
- [10] Boylestad, Robert L. y Nashelsky, Louis, Electrónica: teoría de circuitos y dispositivos electrónicos, 8a. ed, Pearson Educación, 2003; México.
- [11] Rashid, Muhammad H. Electrónica de potencia. (R. Navarro Salas Trans.; 4a ed.) Pearson, 2015

[12] Motorola semiconductor technical data, 6-pin DIP random-phase optoisolators triac driver output, 1995, Motorola, Inc

## ANEXOS

De manera personal y profesional se fomenta el desarrollo de competencias y habilidades que poseen capacidades de liderazgo, comunicación, tolerancia, respeto, responsabilidad para transmitir ideas, facilitar conocimientos y trabajar de forma colectiva para la solución de problemas y desarrollo de proyectos con un sentido crítico y autocritico en el ámbito laboral tanto practico como teórico, hay fundamentos de la carrera que instruyen y fortalecen ambos conocimientos debido a el giro de la empresa se desarrollan amplias tareas que fortalecen e implementan la participación, coordinación en grupos multidisciplinarios a través del trabajo en equipo para asegurar la calidad, eficiencia, productividad y rentabilidad en la implementación de proyectos mecatrónicos con sentido de responsabilidad de su entorno social y cultural para un desarrollo sustentable.