



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

PROYECTO TECNOLÓGICO

**CONSTRUCCIÓN DE UNA ELECTROLINERA PARA VEHÍCULO ELÉCTRICO DE
CARGA DOMICILIARIA LENTA**

Propuesta tecnológica presentada previo a la obtención del Título de Ingeniero Eléctrico en
Sistemas Eléctricos de Potencia

Autores:

Gualpa Tasinchana Luis Alfredo

Tenemaza Guanga Cristian Oswaldo

Tutor:

Ing. Mg.C. Carlos Quinatoa

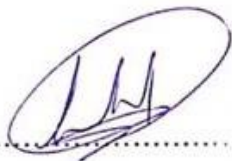
LATACUNGA – ECUADOR

FEBRERO-2020

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo Gualpa Tasinchana Luis Alfredo y Tenemaza Guanga Cristian Oswaldo, declaramos ser autores del presente propuesta tecnológica: “CONSTRUCCIÓN DE UNA ELECTROLINERA PARA VEHICULO ELÉCTRICO DE CARGA DOMICILIARIA LENTA”, siendo el Ing. Carlos Iván Quinatoa Caiza MSc. tutor del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en la presente propuesta tecnológica, son de nuestra exclusiva responsabilidad.



.....
Gualpa Tasinchana Luis Alfredo

C.C.: 0503622706



.....
Tenemaza Guanga Cristian Oswaldo

C.C.: 1600580482

AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el título:

CONSTRUCCIÓN DE UNA ELECTROLINERA PARA VEHÍCULOS ELÉCTRICOS DE CARGA DOMICILIARIA LENTA”, de Gualpa Tasinchana Luis Alfredo y Tenemaza Guanga Cristian Oswaldo, de la carrera INGENIERÍA ELÉCTRICA considero que dicha propuesta tecnológica cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga 05 de febrero del 2020

El Tutor



Ing. Msc. Carlos Iván Quinatoa Caiza

CC: 050328786-4

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban la presente propuesta tecnológica de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas; por cuanto, el o los postulantes: Luis Alfredo Gualpa Tasinchana y Cristian Oswaldo Tenemaza Guanga con el título de Proyecto de titulación: CONSTRUCCIÓN DE UNA ELECTROLINERA PARA VEHÍCULO ELÉCTRICO DE CARGA DOMICILIARIA LENTA han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, 05 de febrero del 2020

Para constancia firman:



Lector 1 (Presidente)
Nombre: Ing. Msc. Jimmy Toaza
CC: 171762106-2



Lector 2
Nombre: Ing. Msc. Rommel Suárez
CC: 180416535-3



Lector 3
Nombre: Ing. Msc. Carlos Pacheco
CC: 050307290-2

AVAL DE IMPLEMENTACIÓN

En calidad de director de la carrera de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Técnica de Cotopaxi certifico que mediante el proyecto de la propuesta tecnológica: **“CONSTRUCCION DE UNA ELECTROLINERA PARA VEHICULO ELECTRICO DE CARGA DOMICILIARIA LENTA”** de los señores: GUALPA TASINCHANA LUIS ALFREDO y TENEMAZA GUANGA CRISTIAN OSWALDO realizan la entrega de un prototipo de electrolinera, para el laboratorio de la carrera de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Técnica de Cotopaxi

Latacunga, febrero del 2020



Ph.D. Secundino Marrero Ramírez
C.C.: 1757107907



AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por brindarme salud y vida para así poder permitirme estar aquí y cumplir uno de mis objetivos más importantes propuesto.

A mis queridos padres Luis Aníbal y Carmen Amelia por ser el pilar fundamental a lo largo de toda mi formación académica, mediante su apoyo y motivación, gracias a sus consejos valiosos y ejemplo de superación y esfuerzo que han logrado inculcarme a lo largo de mi vida para poder culminar mi carrera y ser un ejemplo y orgullo para mi familia.

Agradezco a mis hermanos por estar presentes en esta etapa de mi vida y por el apoyo moral que me brindaron en todo momento.

Luis

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mis padres por la confianza incondicional que me brindaron, gracias a su arduo trabajo, al apoyo dado en todo momento siendo un pilar importante de superación en este largo camino que me propuse emprender además en la formación de mi vida personal.

A mis abuelos al ser un ejemplo de superación, por el apoyo que me supieron manifestar día tras día para cumplir la meta que me propuse de culminar mi carrera y ser un orgullo para mi familia, que las cosas cuando se propone se puede cumplir.

Agradezco a mis hermanas por estar por estar presentes en esta etapa de mi vida y por el apoyo moral que me brindaron

Cristian

DEDICATORIA

El presente trabajo lo dedico a mis padres Luis Aníbal Gualpa Llamba y Carmen Amelia Tasinchana Taco que siempre me apoyaron incondicionalmente brindándome sus consejos y sabiduría para así poder forjarme como un gran profesional y ser un orgullo para mi familia.

A mis queridos hermanos Klever, Johana, Julio y Leonel por estar presente siempre brindándome apoyo incondicional durante esta etapa de mi vida

A los docentes de la carrera de Ingeniería Eléctrica que a lo largo de mi formación académica han ido colaborando con sus enseñanzas para así poder culminar mis estudios y forjarme como profesional.

Siempre agradecido.

Luis

DEDICATORIA

El presente trabajo lo dedico a mis padres con su arduo trabajo, sacrificio realizado para lograr a ayudarme en esta etapa de mi vida, a su apoyo incondicional, los consejos que me brindaron para ser una mejor persona y ser un orgullo de las personas que me apoyaron.

A mis queridos abuelos que siempre estuvieron ayudándome me con apoyo incondicional, con sus consejos me dieron animo a seguir con mi meta, como ejemplos de superación que me enseñaron a seguir adelante y ser un orgullo para mi familia.

Cristian

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1.	INFORMACIÓN BÁSICA	1
2.	DISEÑO INVESTIGATIVO DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA.....	3
2.1.	Título de la propuesta tecnológica.....	3
2.2.	Tipo de propuesta alcance	3
2.3.	Área de conocimientos	3
2.4.	Sinopsis de la propuesta tecnológica.....	3
2.5.	Objeto de estudio y campo de acción	4
2.5.1.	Objeto de estudio	4
2.5.2.	Campo de acción	4
2.6.	Situación problemática y problema	4
2.6.1.	Situación problemática	4
2.6.2.	Problema.....	5
2.7.	Hipótesis o formulación de preguntas científicas.....	5
2.8.	Objetivos.....	5
2.8.1.	Objetivo general	5
2.8.2.	Objetivos específicos	5
2.9.	Descripción de las actividades de tareas propuestas con los objetivos establecidos..	6
3.	MARCO TEÓRICO	7
3.1.	Antecedentes.....	7
3.2.	Vehículos Eléctricos	10
3.2.1.	Vehículos eléctricos híbridos.....	10
3.3.	Tipos de Recarga	11
3.3.1.	Carga Lenta de vehículo eléctrico	12
3.3.2.	Carga semi-rápida de vehículo eléctrico	12
3.3.3.	Carga rápida de vehículo eléctrico	12
3.4.	Modos de Recarga de los Vehículos Eléctricos.....	12
3.4.1.	Carga en modo 1	12
3.4.2.	Carga en modo 2.....	12
3.4.3.	Carga en modo 3.....	13
3.4.4.	Carga en modo 4.....	13
3.5.	Electrolinera.....	13

3.6.	Recarga en Corriente Continua y Corriente Alterna	14
3.7.	Batería de vehículo	15
3.7.1.	Baterías de Ion-Litio	15
3.8.	Características de la batería del Nissan Leaf	15
3.8.1.	Modelamiento eléctrico de las baterías Ion-Litio	16
3.8.2.	Recarga con corriente constante	17
3.8.3.	Recarga con tensión constante.....	17
3.9.	Conector SAE J1772	18
3.10.	Infraestructura de recarga	19
3.11.	Placa característica en cargador	20
3.12.	Punto de carga en viviendas	20
3.13.	Requisitos de diseño de una electrolinera.....	20
3.14.	Dimensionamientos para la implementación de una electrolinera	21
3.14.1.	Demanda aproximada de una electrolinera	21
3.14.2.	Intensidad nominal máxima de la red de media tensión y baja tensión	22
3.14.3.	Caída de tensión.....	23
3.14.4.	Máxima transferencia de potencia	23
3.15.	Diagrama Estructural y Unifilar de la Electrolinera domiciliaria.....	24
3.16.	Diagrama Eléctrico Unifilar	24
3.17.	Diseño del prototipo del sistema de carga lenta para vehículo eléctrico.....	25
3.17.1.	Diseño circuito de fuerza	25
3.18.	Diseño circuito de control.....	34
3.18.1.	Bloque A de control.....	34
3.18.2.	Puente de diodos	35
3.18.3.	Bloque B, comunicación RS 485.....	35
3.18.4.	Bloque C, Controlador.....	36
3.18.5.	Micro controlador ATmega328P.....	37
3.18.6.	Software IDE Arduino.....	39
3.18.7.	Implementación de la interfaz en la pantalla Nextion	39
3.19.	Diseño del circuito de control y potencia para el sistema de carga lenta	40
4.	METODOLOGÍA.....	42
4.1.	Métodos de investigación	42
4.1.1.	Método inductivo – deductivo	42

4.1.2.	Método analítico y sintético	42
4.2.	Tipos de Investigación.....	42
4.2.1.	Investigación Bibliográfica-documental.....	42
4.2.2.	Investigación descriptiva	42
4.2.3.	Investigación Propositiva	43
4.3.	Técnicas de Investigación.....	43
4.3.1.	Observación Directa y Participativa	43
4.4.	Instrumentos de Investigación	43
5.	ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	43
5.1.	Corriente de 1 A para la carga de la batería	43
5.2.	Corriente de 2 A para la carga de la batería	46
5.3.	Corriente de carga 3 A para la batería	48
5.4.	Resultados obtenidos en las pruebas realizadas con el prototipo	50
5.1.	Resumen general.....	51
6.	PRESUPUESTO Y ANÁLISIS.....	52
6.1.	Presupuesto	52
6.2.	Análisis del tir y van	53
6.3.	Análisis de impacto	53
7.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	54
8.	BIBLIOGRAFÍA.....	54

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1.	Actividades de tareas propuestas	6
Tabla 3.2.	Comparación de baterías de diferentes componentes	16
Tabla 3.3.	Tiempo de recarga a corriente constante	17
Tabla 3.4.	Tiempo de recarga a tensión constante	18
Tabla 3.5.	Detalles técnicos del conector J1772 Tipo 1	19
Tabla 5.6.	Datos de tiempo de carga y corriente de la batería a 1 A	43
Tabla 5.7.	Datos de tiempo de carga y voltaje de la batería a 1 A	45
Tabla 5.8.	Datos de tiempo de carga y corriente de la batería a 2 A	46
Tabla 5.9.	Datos de tiempo de carga y voltaje de la batería a 2 A	47
Tabla 5.10.	Datos de tiempo de carga y corriente de la batería a 3 A	48
Tabla 5.11.	Datos de tiempo de voltaje y corriente de la batería a 3 A	49
Tabla 5.12.	Tiempo de carga a diferente corriente aplicada.....	53

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3.1. Vehículo 100% eléctrico	10
Figura 3.2. Componentes de un vehículo híbrido eléctrico.....	11
Figura 3.3. Formas de carga según su conexión.....	13
Figura 3.4. Modo de carga AC y DC.....	14
Figura 3.5. Generación de baterías Nissan Leaf.....	16
Figura 3.6. Modelo de batería Ion - Litio	17
Figura 3.7. Terminales del conector J J1772 Tipo 1	18
Figura 3.8. Productos para puntos de carga en vivienda	20
Figura 3.9. Diagrama estructural de una electrolinera	24
Figura 3.10. Diagrama unifilar de una electrolinera.....	25
Figura 3.11. Bloque A, transformador y puente rectificador	26
Figura 3.12. Regulador por conmutación LM 2596.....	26
Figura 3.13. Sistema de acoplamiento Control – Fuerza.....	28
Figura 3.14. Relé PC R46.....	28
Figura 3.15. Divisor de voltaje de alimentación Atmega.....	29
Figura 3.16. Sistema de medición energética.....	30
Figura 3.17. Microcontrolador 4052	30
Figura 3.18. Micro ACS 712	31
Figura 3.19. Bloque de control y mando	31
Figura 3.20. Micro TPL0102.....	32
Figura 3.21. Bloque de control	33
Figura 3.22. Salida de carga	33
Figura 3.23. Pines de salida al conector hembra	34
Figura 3.24. Circuito de control	34
Figura 3.25. Simbología y dispositivo puente de diodos.....	35
Figura 3.26. Módulo Max 487.....	35
Figura 3.27. Conectores para conector macho – pantalla Nextion.....	36
Figura 3.28. Circuito de control y HMI.....	37
Figura 3.29. Micro controlador Atmega328P.....	37
Figura 3.30. Oscilador de cristal 16000.....	38
Figura 3.31. Dispositivo capacitor y simbología.....	38
Figura 3.32. Pantalla touch Nextion NX8048T070.....	38

Figura 3.33. Pantalla de visualización de carga	40
Figura 3.34. Interfaz visual del Sistema de carga.....	41
Figura 3.35. Prototipo ensamblado.....	41
Figura 5.36. Curva de Corriente (1 A) – tiempo	44
Figura 5.37. Curva de voltaje – tiempo	45
Figura 5.38. Curva de la corriente (2 A) – tiempo	47
Figura 5.39. Curva de voltaje – tiempo	48
Figura 5.40. Curva de la corriente (3 A) – tiempo	49
Figura 5.41. Curva de voltaje – Tiempo.....	50

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADA

TÍTULO: "CONSTRUCCIÓN DE UNA ELECTROLINERA PARA VEHÍCULO ELÉCTRICO DE CARGA DOMICILIARIA LENTA"

Autores:

Tasinchana Gualpa Luis Alfredo

Tenemaza Guanga Cristian Oswaldo

Resumen

El presente proyecto trata sobre el diseño y la construcción de una electrolinera para un sistema de carga en modo 2 (carga lenta), el cual esta alimentado a la red de 220 V / 110 V, el sistema está compuesto por dos circuitos: el circuito de control el cual permitió la regulación de la corriente hasta 4 A con el cual se alimentó el banco de baterías de litio que incorpora el vehículo eléctrico y una fuente de tensión constante de 110 V. El circuito de potencia o fuerza son los contactos de línea regulados mediante el controlador, y que van directamente al sistema, cada circuito posee fusibles y relés térmicos que permitan tener todas las protecciones necesarias para evitar picos de corrientes en el proceso de carga y así evitar problemas con el banco de baterías. Se adiciona un controlador PID en el Atmega 328 para mantener la corriente en el set poit deseado, además el sistema posee una interfaz gráfica, realizada mediante una pantalla nextion la cual muestra la corriente de carga, el voltaje de alimentación entre otros parámetros que identifica el sistema de carga lenta, donde el usuario puede ingresar los datos al cual desea alimentar el banco de baterías. El proceso de recarga en modo 2 (carga lenta) de las baterías de Ion-Litio por las que están compuestas los vehículos eléctricos, permite alargar la vida útil de las baterías esto debido a que no se someten a corrientes altas en cortos tiempos como sucede en el modo de carga rápida provocando reducir la vida útil de las baterías.

Palabras claves: Electrolinera, baterías, carga, eficiencias, corriente, voltaje.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI

THEME: “CONSTRUCTION OF AN ELECTROLINERA FOR AN ELECTRIC VEHICLE OF SLOW DOMICILIARY LOAD”.

Authors:

Tasinchana Gualpa Luis Alfredo

Tenemaza Guanga Cristian Oswaldo

Abstract

The present project is about the design and construction of an electrolinera for a charging system in mode 2 (slow charge) which is fed to the network of 220 V / 110 V, the system is composed by two circuits: the control circuit which allowed the regulation of the electrical current to 4 A in which was fed to the bank of lithium batteries that incorporates the electric vehicle and a constant voltage source of 110 V. The power or force circuit are the lines contacts regulated through the controller and these go directly to the system, each circuit has fuses and thermal relays that allowed to have all necessary protections to avoid current peaks during the charge process, and avoid problems with the battery bank, a PID controller is added in the atmega 328 to maintain the current in the wanted set point. In addition, the system has a graphical interface made through a nextion screen which shows the charge current, the supply voltage among other parameters that identifies the slow charge system where the user can enter the charge data to power the battery bank. The process of charge in mode 2 (slow charge) of the lithium-ion batteries by the electric vehicles are composed allow to extend the life of the batteries this because they do not submit high currents in short times as happen with fast charge mode causing reduced battery life.

Keywords: Electrolinera, battery, charge, efficiency, current, voltage.

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que: La traducción del resumen de la propuesta tecnológica al Idioma Inglés presentado por los señores egresados **GUALPA TASINCHANA LUIS ALFREDO** con **CI:0503622706** y **TENEMAZA GUANGA CRISTIAN OSWALDO** con **CI: 1600580482** DE LA CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA DE LA FACULTAD CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS, cuyo título versa “**CONSTRUCCIÓN DE UNA ELECTROLINERA PARA VEHÍCULO ELÉCTRICO DE CARGA DOMICILIARIA LENTA**”, lo realizaron bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo a los peticionarios hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimaren conveniente.

Latacunga, 11 de febrero del 2020

Atentamente,



Mg. Vladimir Sandoval V.

DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS

C.C. 0502104219



**CENTRO
DE IDIOMAS**

1. INFORMACIÓN BÁSICA

Propuesto por:

Gualpa Tasinchana Luis Alfredo

Tenemaza Guanga Cristian Oswaldo

Tema aprobado:

Construcción de una electrolinera para vehículo eléctrico de carga domiciliaria lenta

Carrera:

Ingeniería Eléctrica

Equipo de trabajo

Tutor

Nombre:	Carlos Iván
Apellidos:	Quinatoa Caiza
Nacionalidad:	Ecuatoriano
Lugar y fecha de nacimiento:	01 de agosto de 1988
Numero de cedula:	050328786-4
Dirección:	Latacunga
e-mail:	carlos.quinatoa@utc.edu.ec
Teléfono celular:	0978772634

Estudiante 1:

Nombre:	Luis Alfredo
Apellidos:	Gualpa Tasinchana
Nacionalidad:	Ecuatoriano
Lugar y fecha de nacimiento:	12 de junio de 1992
Numero de cedula:	0503622706
Dirección:	Latacunga
e-mail:	luis.gualpa6@utc.edu.ec

Teléfono celular: 0995776357
Estudios realizados:
Primaria: Escuela “Federico Gonzales Suarez”
Secundaria: Colegio Técnico “Ramón Barba Naranjo”

Estudiante 2:

Nombre: Cristian Oswaldo
Apellidos: Tenemaza Guanga
Nacionalidad: Ecuatoriano
Lugar y fecha de nacimiento: 31 de marzo de 1994
Numero de cedula: 1600580482
Dirección: Pastaza- El Puyo
e-mail: cistian.tenemaza2@utc.edu.ec
Teléfono celular: 0985433215
Primaria: Unidad educativa “Cristóbal Colon”
Secundaria: Instituto Superior “Francisco de Orellana”

Lugar de ejecución:

Laboratorio de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Técnica de Cotopaxi, campus la Matriz en la Provincia de Cotopaxi, Cantón Latacunga, Parroquia San Felipe.

Tiempo de duración de la propuesta:

Septiembre 2019-febrero del 2020

Fecha de entrega:

31 de enero del 2020

Líneas y sublíneas de investigación a las que se asocia la propuesta tecnológica:

Energías alternativas y renovables, eficiencia energética y protección ambiental.

Generación distribuida.

Tipo de propuesta tecnológica:

Diseño y construcción de un prototipo que simule la carga lenta de baterías de litio incorporadas en los vehículos eléctricos mediante el modo de carga 2 (carga lenta), esto se debe que en este método se alarga la vida útil de la batería, debido que no inyecta potencia en grandes cantidades en tiempos muy cortos (cargas rápidas), lo cual reduce el tiempo de vida útil, mientras que el método propuesto es para mejorar la eficiencia en la recarga de las baterías.

2. DISEÑO INVESTIGATIVO DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA

2.1. Título de la propuesta tecnológica

Construcción de una electrolinera para vehículo eléctrico de carga domiciliaria lenta.

2.2. Tipo de propuesta alcance

Multipropósito: En dicho proyecto están involucrado algunas de las asignaturas de formación profesional del área de Ingeniería eléctrica como: circuitos eléctricos II, electrónica II, electrónica de potencia y sistemas de control. Las asignaturas mencionadas anteriormente permitirán el diseño y construcción de un prototipo de un sistema de recarga de baterías de litio para elementos que empleen sistemas totalmente eléctricos tales como; vehículos eléctricos, aplicando los conocimientos adquiridos en clase.

2.3. Área de conocimientos

Ingeniería, industria y construcción.

2.4. Sinopsis de la propuesta tecnológica

La presente propuesta tecnológica se basa en la construcción de un prototipo que simule la carga lenta de baterías que incorporan elementos eléctricos, con el propósito implementar componentes nacionales en la construcción de prototipo, además de proporcionar una carga óptima de estas baterías. Para el desarrollo de este proyecto, se basa en la investigación bibliográfica sobre el tema, para así poder conocer las características esenciales de una estación de carga y de sus diferentes tipos de conectores, además es necesario evaluar distintas alternativas de diseño de la estación de carga, exponiendo el estado del arte, estándares, normas y regulaciones asociadas con la construcción de dicho prototipo.

Se ha decidido realizar esta construcción para aportar con el usuario que a futuro desee en cambiar la tecnología a un sistema totalmente eléctrico, este prototipo servirá como un medio de carga eficiente, ya que será accesible y de fácil manipulación, mediante este garantizar el correcto funcionamiento continuo de los elementos q utilicen sistemas eléctricos estos pueden ser; autos, motos, bicicletas que empleen un sistema totalmente eléctrico. Para la construcción

es necesario tomar en cuenta el abastecimiento total de la carga de la batería, el mismo que depende de varios factores como el tipo de carga, estado de carga de la batería, distancia por recorrer y tiempo disponible de la recarga. Finalmente, para justificar el proyecto se debe realizar una evaluación presupuestal y de retorno de inversión, donde permite evidenciar el costo del alcance propuesto y cuánto tiempo tardará en ser rentable la inversión.

2.5. Objeto de estudio y campo de acción

2.5.1. Objeto de estudio

Diseñar e implementar los controladores, automatización e interfaz que conlleva un prototipo de cargador de baterías de litio que emplean los diferentes elementos eléctricos como pueden ser; vehículos eléctricos, mediante el modo de carga lenta (modo 2), como un dispositivo de carga óptima.

2.5.2. Campo de acción

El campo de acción es el desarrollo de nuevas tecnologías para el uso adecuado de las baterías de los elementos con componentes eléctricos, al desarrollar el prototipo es necesario tener las especificaciones y conocimiento en el área de la electrónica y automatización, para obtener una base de elementos eléctricos y electrónicos de fácil acceso, e implementarlo como un dispositivo de carga eficiente para sistemas totalmente eléctricos que funcionen en base a las baterías de litio.

2.6. Situación problemática y problema

2.6.1. Situación problemática

En la actualidad el consumo energético en el mundo ha crecido constantemente, donde predomina el uso de los combustibles fósiles, este consumo energético desmedido ha dado inicio a una conciencia ambiental cada vez mayor en la sociedad, dando lugar nuevas estrategias energéticas y formas de movilidad respetando al ambiente. Así el uso de los vehículos de combustión interna, se considera como una de las fuentes de contaminación elevada, ya que emiten múltiples tipos de elementos contaminantes y dañinos tanto para el medio ambiente como para la salud del ser humano, debido a esto hoy en día se ha propuesto mediadas alternativas para el remplazo de este tipo de vehículos, por lo que se ha dado hincapié a la utilización de vehículos eléctricos por tener cero emisiones. Desde el punto de vista económico los vehículos eléctricos son más ahorradores que los vehículos de combustión interna, en aspecto de consumo, reparación, etc.

El uso de los vehículos eléctricos en el Ecuador es relevante debido a la disminución de contaminación del ambiente en comparación de los vehículos de combustión interna, sin embargo, la adopción de este tipo de transporte de energía limpia, requiere de un abastecimiento regular que debe cumplir con los parámetros de recarga de la batería, con esto nace un problema, debido a que se requiere una infraestructura de electrolineras encargadas de proveer una carga garantizada a la batería.

Otro de los aspectos importantes que se debe tener en cuenta es el tiempo y la velocidad de recarga de la batería para así preservar la vida útil de la misma. En la electrolinera que se instalan a lo largo de la vía pública se necesita que la carga sea rápida, lo que ocasiona que se acorte la vida útil de la batería, debido a esto se busca la construcción de una electrolinera domiciliaria.

2.6.2. Problema

La escasa disponibilidad de puntos de carga para un sistema que incorpora elementos eléctricos tales como: vehículos eléctricos, ocasionan una limitación para el crecimiento de la comercialización y demanda de estos. Además, el interés presentado por parte de los distintos estados de gobierno para la implementación de electrolineras y el desarrollo del mercado en lo que se refiere vehículos eléctricos.

2.7. Hipótesis o formulación de preguntas científicas

El prototipo se basa en el diseño y construcción de un sistema de alimentación en corriente continua, este podrá cargar diferentes elementos de almacenamiento de energía tales como vehículos eléctricos, por medio del modo de carga lenta (modo 2) debido a la eficiencia de carga que permite prolongar la vida útil de las baterías de litio empleadas en estos sistemas.

2.8. Objetivos

2.8.1. Objetivo general

Implementar un prototipo que simule la carga lenta de baterías de vehículos eléctricos.

2.8.2. Objetivos específicos

- Recopilar información técnica sobre cargadores de vehículos eléctricos, modos y tipos de carga, normativas, estándares de funcionamiento.

- Diseñar un modelo mediante prototipo que simule el sistema de carga lenta para vehículos eléctricos, mediante el dimensionamiento de los elementos electrónicos a ser empleados en el prototipo.

- Construir el prototipo que simule de carga lenta para vehículos eléctricos previo al dimensionamiento de dispositivos electrónicos.

Evaluar la factibilidad del prototipo de carga lenta para vehículos eléctricos mediante el análisis técnico y económico del prototipo a construir.

2.9. Descripción de las actividades de tareas propuestas con los objetivos establecidos

Tabla 2.1. Actividades de tareas propuestas

Objetivo	Actividad	Resultado de la actividad	Descripción de la actividad (técnicas e instrumentos)
Objetivo 1: Recopilar información técnica sobre cargadores de vehículos eléctricos, modos y tipos de carga, normativas, estándares de funcionamiento	Clasificación de la información en función de las variables de información sobre características técnicas. Modos de carga, especificaciones técnicas de baterías	Información actual y precisa que ayudo para la elaboración del marco teórico y marco referencial	Investigación en libros de sistemas de control, electrónica de potencia, tesis de grado, artículos científicos
Objetivo 2: Diseñar un modelo prototipo que simule el sistema de carga lenta para vehículos eléctricos, mediante los cálculos de elementos electrónicos a ser empleados en el prototipo	Dimensionamiento de elementos eléctricos y electrónicos mediante un análisis matemático para obtener la potencia de carga de la batería Determinar un software que me permita diseñar los circuitos de potencia y control	Diseño y construcción del prototipo Descripción de los elementos	Cálculos para el dimensionamiento de los elementos que constituyen la parte de control y la parte de potencia del prototipo Programación en la tarjeta Arduino Mega. Diseño del HMI en la pantalla Nextion para visualizar los valores

	Programar en el software de Arduino y Nextion		de voltaje y corriente potencia
Objetivo 3: Construir el prototipo que simule la carga lenta para vehículos eléctricos previo al dimensionamiento de dispositivos electrónicos	Diseño y distribución de los elementos electrónicos para la construcción del prototipo	Planos Diagramas	Diseñar los planos, diagramas y placas del prototipo modo de carga lenta para vehículos eléctricos
Objetivo 4: Evaluar la factibilidad del prototipo de carga lenta para vehículos eléctricos mediante el análisis técnico y económico del prototipo a construir	Realizar un análisis técnico económico de la electrolinera en base a los elementos ya dimensionados	Análisis contable y presupuesto	Observación directa de las ventajas al utilizar un prototipo de carga lenta para la recarga de una batería de litio de un V.E.

3. MARCO TEÓRICO

3.1. Antecedentes

Para el desarrollo del presente proyecto de investigación, se realiza una recopilación bibliográfica orientada a la construcción de la electrolinera.

El problema encontrado para la realización de esta investigación es la escasa demanda de vehículos eléctricos y como consecuente no hay demanda de infraestructura de estaciones de carga [1].

Las energías limpias para la alimentación de electrolineras propuesto por [2], es la construcción de una electrolinera sustentable utilizando la energía fotovoltaica, con ello ser parte de la evolución en el desarrollo de energías amigables al medio ambiente.

En el Ecuador se comercializan vehículos como el Renault Kangoo y el Nissan Leaf. Para la construcción de una estación de carga, se analiza el tipo de carga que se debe alimentar, además de estudiar las características que debe tener los paneles solares para su diseño y así aprovechar al máximo de la luz solar. La característica de la electrolinera, es de carga semi-rápida en un

periodo de 4 a 5 horas, el autor realiza un análisis del tipo de carga elegida explicando sus características y ventajas que tiene hacia la batería para preservar la autonomía y vida útil de la batería.

Para el diseño eléctrico de estaciones de carga se analizó en [3], donde se propone el uso de generación híbrida para mejorar el rendimiento de la carga de la batería. La estación de carga de la batería, debe encontrar el equilibrio de la calidad de la instalación eléctrica de sus componentes, como el voltaje, amperaje, factor de potencia, etc.

Otra fuente analizada [4] enfatiza la factibilidad de la instalación de electrolineras, que utilicen fuente mixta de energía, entre el sistema eléctrico y energía renovable. Para este proyecto de investigación, se evalúa la instalación de dos cargadores de vehículos eléctricos en el estacionamiento de un centro comercial. Estas estaciones de carga son abastecidas por un sistema de energía híbrido entre un arreglo fotovoltaico y la red eléctrica. El sistema fotovoltaico es considerado para 3 escenarios de alimentación de 15 kW, 30 kW y 50 kW, este sistema de estación entrega alrededor de 21 MWh, 43 MWh y 70 MWh, que alimenta a la carga total.

Como manifiestan los autores [5], analiza el impacto y la factibilidad de la inclusión de los vehículos eléctricos a la red de distribución considerando el tipo de recarga básica. Para este estudio proyectan el número de vehículos eléctricos igual que el número de vehículos de combustión interna. Estos vehículos eléctricos están formados por varios componentes electrónicos para que se puedan conectar a la red y poder ser recargados, dichos componentes pueden ocasionar daños o disminuciones de la vida útil de los conductores y transformadores. Por esta razón se debe considerar la carga que se adiciona a la subestaciones en cada punto de carga, además de la interacción que pueden tener con los armónicos por lo que es indispensable la conexión de filtros para la mitigación de los armónicos como resultado de la conexión de los autos eléctricos a la red [6].

Los estudios para carga rápida según los autores [7], propone recargar el vehículo eléctrico entre 15 – 30 minutos, en un 80 %, sin afectar en exceso la red. Este tipo de instalación se recomienda para tener la energía suficiente para el funcionamiento del vehículo eléctrico en un intervalo de tiempo más corto. Lo que se busca con este proyecto de electrolinera es cargar la batería en 8 horas, con ello poder alargar la vida útil de las baterías y mejorar su rendimiento.

Este tipo de recarga presenta inconvenientes por la alta potencia demandada por el cargador, ya que cada cargador demanda una potencia aproximada de unos 59 kW, por lo que al momento

que se carguen en forma simultanea los vehículos, la red se verá afectada debido a que la red no está preparada para un aumento de potencia tan importante, por lo que se debería reestructurar la red de distribución completamente y esto provocaría el aumento de energía y se necesitaría tener una línea de medio voltaje por cada electrolinera implementada pero la inversión en el sector de las redes de distribución es considerablemente alto. Por lo que la solución más rentable desde el mejor punto técnico – económico son los sistemas de recarga lenta, mediante el cual se podría efectuar el uso simultaneo de recarga en varios vehículos eléctricos, sin afectar la red eléctrica y sin hacer un desembolso económico inicial demasiado grande.

Mediante el estudio de estación de carga [8], se refiere al diseño de una estación de carga para el vehículo eléctrico, para que realice una recarga rápida en el menor tiempo posible. Donde el ritmo de entrada de los vehículos eléctricos, está ampliamente ligado a los puntos de recarga y por eso es necesario la infraestructura de la carga, los componentes que influyen en el funcionamiento del vehículo o hasta la forma de recarga de sus baterías. Al realizar un análisis técnico – económico del proyecto se obtiene una recuperación en el menor tiempo posible y obteniendo un ahorro tanto económico como ambiental.

De acuerdo a [9] [10], en investigaciones realizadas se definen los distintos tipos de vehículos eléctricos, tales como los vehículos híbrido, híbrido enchufarle y eléctrico puro, este estudio hace referencia a los vehículos eléctricos puros, para lo cual es necesario la implementación de electrolineras que permita la movilidad libre de este vehículo en la ciudad de Quito, donde nace la necesidad de establecer varios puntos de recarga. Se realiza un análisis a partir de la autonomía de los vehículos eléctricos dada por el fabricante para determinar el número de viajes que se pueden realizar con una sola carga completa, para así determinar los puntos clave para la instalación de una electrolinera, la cual puede manejar una carga lenta o una semi rápida.

Otro aspecto importante en el uso de los vehículos eléctricos [11], es que juegan un papel importante para aminorar las emisiones de gases de efecto invernadero, disminuyendo la contaminación del aire.

Otra de las propuestas metodológicas describe, para determinar el impacto de los vehículos eléctricos en la cargabilidad y en la calidad de energía de una red de distribución [12]. Este estudio parte de las expectativas de la evolución del vehículo eléctrico y las estaciones de recarga, se deduce que es necesario estudiar la interacción entre la estación de carga de los V.E y la red eléctrica.

En la actualidad la falta de puntos de carga para los vehículos eléctricos, en el mercado ecuatoriano va ser un incremento gradual por el coste del vehículo. Para los lugares de recarga en la vivienda, se proyecta el uso de tecnologías para la identificación del vehículo y de la persona que realizara la recarga. En los puntos de carga rápida se requiere un transformador trifásico de 13 800 V a 400 V para los cargadores de los vehículos, de igual manera se requiere protecciones para el transformador y a la entrada de los cargadores de la batería, con respecto a los conductores se realiza vía subterránea utilizando el tipo THHW para bajo voltaje [13].

3.2. Vehículos Eléctricos

Los vehículos eléctricos son aquellos que obtienen su fuente de energía por medio de un motor eléctrico la cual se conecta a una fuente de alimentación externa para poder recargar sus baterías, en los vehículos eléctricos se encuentra: vehículos híbrido, vehículo híbrido enchufable y vehículo eléctrico puro.

En la figura 3.1 se muestra un vehículo eléctrico o Battery Electric Vehicle (BEV) son impulsados por un motor eléctrico alimentado por batería de corriente alterna de alta eficiencia para transformar la energía eléctrica en mecánica.

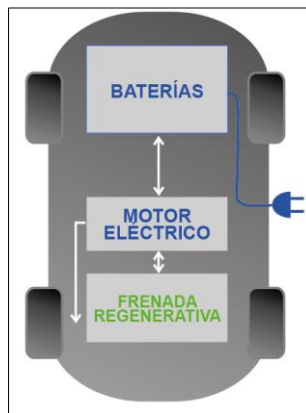


Figura 3.1. Vehículo 100 % eléctrico
Fuente: [8]

Este vehículo es recargable, posee un enchufe que se conecta a una toma de 110 V o 220 V, que puede ser de una casa o una electrolinera, así la energía pasa por un inversor que convierte la corriente alterna a continua de tal manera que esa corriente carga la batería del motor eléctrico para mover el vehículo.

3.2.1. Vehículos eléctricos híbridos

La figura 3.2 representa los componentes de un vehículo eléctrico híbrido alimentados por combustibles convencionales, así como la energía eléctrica almacenada en una batería. La

batería se puede cargar conectándolo a una fuente de energía exterior, por el motor de combustión interna, o por frenado regenerativo. Los vehículos eléctricos híbridos, que aún dependen de petróleo, es posible que los plug-in se ejecuten en electricidad sólo cuando está completamente cargada. Debido a que estos autos pueden funcionar con petróleo o electricidad, que son una buena opción para conducir largas distancias si no está seguro acerca de la carga disponibilidad de la estación.

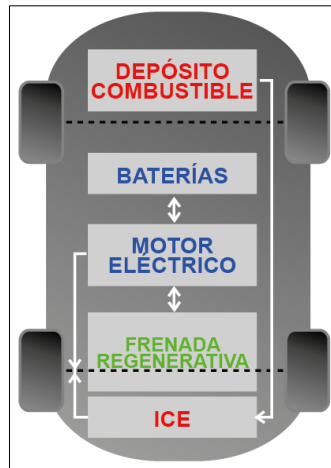


Figura 3.2. Componentes de un vehículo híbrido eléctrico
Fuente: [8]

3.3. Tipos de Recarga

Los tipos de carga están relacionados con la potencia del punto de recarga y el impacto en la duración de la carga. Se conocen comúnmente como recarga convencional o rápida. La rapidez de la recarga se obtiene según el tipo de corriente eléctrica (alterna o continua), obteniendo distintos niveles de amperaje y, en consecuencia, de potencia eléctrica.

Según el tipo de recarga los vehículos eléctricos se pueden dividir en varios niveles:

- AC - Potencia máxima de recarga de 3,7 kW
- DC - baja potencia. Menor de 20 kW
- DC - media potencia. Potencia entre 20 kW y menor a 50 kW
- DC - alta potencia. Potencia igual o mayor a 50 kW

Según la norma UNE-EN 61851-1:2001, el valor de la tensión de carga de corriente alterna de un vehículo es de hasta 690 volts, y la frecuencia con la que deben funcionar se encuentra en un rango de 50 % a 60 % con una diferencia de ± 1 . Los diferentes tipos o modos de carga que se pueden encontrar son los siguientes:

3.3.1. Carga Lenta de vehículo eléctrico

Este tipo de cargas son las de larga duración es decir toma un tiempo de 6 a 8 horas para lograr la carga de los vehículos y la potencia necesaria es de 3,5 a 22 kW.

3.3.2. Carga semi-rápida de vehículo eléctrico

Este tipo de cargas solo la poseen algunos tipos de vehículos, este tipo de carga no posee una potencia especificada pero el rango del tiempo de carga oscila de 3 a 4 horas.

3.3.3. Carga rápida de vehículo eléctrico

Esta carga es la ideal para los vehículos eléctricos, pero demanda mucha potencia y esta oscila de 43 a 150 kW, pero el tiempo de carga se reduciría y solo necesitaríamos de 10 a 30 minutos, dependiendo del tipo de cargador. Estas estaciones de carga por lo general están desarrolladas para lograr una carga óptima de los vehículos de forma rápida.

Una vez analizado y evaluado los diferentes modos de carga, se llega a la resolución del cual partimos señalando que el modo de carga lenta es el elegido y el más óptimo para desarrollar nuestro prototipo por el simple hecho que los elementos electrónicos con los cuales este circuito está compuesto son de fácil acceso y económicos, además mediante este modo de carga también ayudamos a preservar la vida útil de la batería de litio del cual los elementos eléctricos como son uno de estos el vehículo eléctrico utiliza para funcionar ya que su duración de carga es de 6 a 8 horas y esto permite que la batería no sufra daños en su interior.

3.4. Modos de Recarga de los Vehículos Eléctricos

La figura 3.3 se observa que existen cuatro tipos de modos de cargas o recargas distintos que a continuación se los nombrará y se detalla este tipo de cargas.

3.4.1. Carga en modo 1

La conexión del VE a la red eléctrica se realiza directamente por medio de un tomacorriente monofásico o trifásico tipo doméstico, con una puesta a tierra incorporada. Tanto el cargador, el sistema de control y el cable hacen parte del vehículo.

3.4.2. Carga en modo 2

Este tipo de conexiones a la red de corriente alterna deben poseer un sistema de protección junto con un conductor piloto de control que permita tener el control entre el vehículo eléctrico y la caja de control es decir la que nos proveerá la energía o carga al automóvil.

El modo de carga 2 nos indica una recarga lenta, es decir una inyección de 16 amperios hacia el sistema del vehículo, esta recarga convencional permite tener una carga de la batería aproximadamente en 8 horas, cabe mencionar que dependerá la constitución de las baterías y las celdas, pero en forma general se puede indicar promedio de 8 h.

La carga convencional nos indica una carga lenta para optimizar la vida útil de la batería siendo este el elemento de costo elevado dentro del sistema. Entonces la inyección al sistema es alrededor de 3,7 Kw, es decir, 16 amperios y 230 voltios. Idóneo para recargar el vehículo durante la noche en una vivienda familiar.

La recarga óptima en virtud de la eficiencia energética, es realizar este tipo de recarga durante la noche, ya que es allí es donde la demanda de energía eléctrica es menor.

3.4.3. Carga en modo 3

Esta conexión directa del vehículo eléctrico conectado a la red eléctrica por medio de un conector específico conectándolo directo a una toma de corriente alterna.

3.4.4. Carga en modo 4

Es el caso típico de estaciones de carga. La conexión del VE a la red eléctrica se realiza en corriente continua, en tiempo corto. El cargador se encuentra fijo y tiene las funciones de monitoreo de recarga y protección.

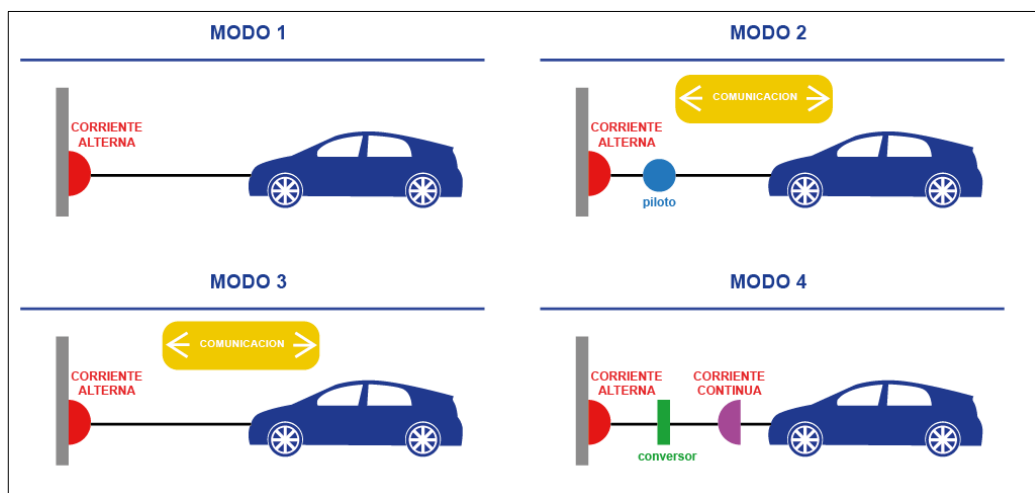


Figura 3.3. Formas de carga según su conexión

Fuente: [4]

3.5. Electrolinera

Con la entrada de los vehículos eléctricos al mercado, se vio la necesidad de implementar un lugar donde se pueda obtener la energía necesaria para cargar las baterías de dichos vehículos,

para ello se crearon las electrolinerías, que de manera simple son estaciones de carga rápida diseñadas para la recarga de vehículos eléctricos.

En la actualidad existen dos tipos de electrolinerías:

- Una de ellas es usada para recarga de batería del vehículo eléctrico.
- Otras tienen un uso exclusivo de recambio de batería del vehículo eléctrico.

El problema latente con las segundas antes mencionadas es la diversidad de ejemplares de baterías, ya que no existe una batería estándar. La diferencia radica en que no se obtendrá combustible, éste consumirá electricidad. El tiempo estimado de recarga es del 50 % de batería del vehículo en 15 minutos y el 80 % en media hora [14].

3.6. Recarga en Corriente Continua y Corriente Alterna

Todos los vehículos eléctricos poseen de un dispositivo para realizar la recarga el cual contiene un convertidor que transforma la corriente alterna de la red en corriente continua, que es la que permite la recarga de la batería. Los sistemas de recarga rápida de corriente continua no necesitan de este tipo de elementos en el vehículo.

Para cargas en corriente alterna todos los equipos se sitúan en el vehículo. Para cargas en corriente continua, todo o parte del equipo se sitúa fuera del vehículo en la estación de carga es decir los elementos que hacen este trabajo lo contiene el equipo exterior [2].

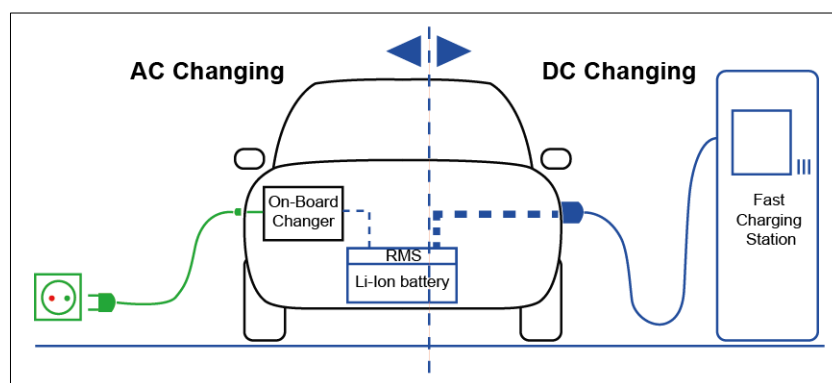


Figura 3.4. Modo de carga AC y DC

Fuente: [2]

La figura 3.4 se aprecia los modos de carga del sistema de recarga lenta alimentado, normalmente, de corriente alterna y los sistemas de recarga rápida de corriente continua, aunque se pueden dar casos híbridos. Las principales diferencias entre ambos sistemas de recarga son:

- Los tiempos de recarga, de 15 a 30 minutos en el sistema rápido y de 5 a 8 horas en el sistema lento.

- La potencia necesaria es de 50 KW en sistema rápido y 3,7 KW en el sistema lento. Según nos indica en la norma internacional IEC 61851-1 Sistema conductivo de carga para vehículos eléctricos. La IEC es una organización mundial para la normalización, que comprende todos los comités electrotécnicos nacionales (Comités Nacionales de CEI). El objetivo de CEI es promover la cooperación internacional sobre todas las cuestiones relativas a la normalización en los campos eléctrico y electrónico.
- El costo de un Equipo de recarga rápida puede estar por encima de los 25 000 USD, en cambio, la recarga lenta necesita inversiones mucho más modestas [8].

3.7. Batería de vehículo

Es el elemento primordial dentro del sistema de funcionamiento de los vehículos eléctricos, se debe a que este dispositivo proporciona la alimentación de energía eléctrica para producir el accionamiento del motor, cabe mencionar que dentro del sistema vehicular posee un frenado regenerativo el cual es aprovechado para cargar las baterías por el movimiento producido.

La composición química de las baterías depende de los elementos por los que está constituido, y la duración de las mismas, siendo su principal función convertir la energía química en energía eléctrica. Depende de sus elementos y composición para conocer el número de celdas por la que están compuestas, dando como resultado la eficiencia de las baterías, por lo tanto la autonomía del vehículo tiene que ver directamente con el tipo de batería, precio, peso entre otros parámetros [15].

3.7.1. Baterías de Ion-Litio

En el mercado de baterías, estas son de mayor capacidad de almacenamiento por sus componentes primordiales de Ion –litio, esta es utilizada en diferentes elementos electrónicos por ejemplo Apple en sus telefonías celulares. Además de sus altas potencias su eficiencia de carga y el ciclo de vida son muy elevadas comparadas con ciertas baterías del mercado y su gran tecnología, por lo tanto también el impacto ambiental es reducido, la recomendación de los productores de las baterías indican el proceso de recarga debe ser intermedio en el tiempo, no muy rápida debido a que se reduce el tiempo de vida útil [16].

3.8. Características de la batería del Nissan Leaf

La figura 3.5 muestra Nissan leaf segunda generación, posee una batería de 30 Kwh, consta de 48 módulos de 4 celdas cada uno, lo que da un total de 192 celdas. El conjunto pesa 315 kilogramos. Los principios para conseguir un mayor rendimiento de la batería son: un nuevo diseño interior y la incorporación de elementos químicos. La introducción de carbono,

nitrógeno y magnesio en los electrodos ha mejorado el rendimiento, y la modificación del diseño de las celdas.



Figura 3.5. Generación de baterías Nissan Leaf

Fuente: [16]

En la tabla 3.2 se aprecia las características de la batería con diferente material constructivo, la recarga de la batería varía según el amperaje de alimentación por lo cual es a 220 AC y 16 Ah, para obtener 3.7 Kwh y un promedio de 8 horas para alcanzar la carga completa de la batería.

$$3.7 \times 8 \text{ horas de carga} = 29.6 = 30 \text{ Kwh}$$

Tabla 3.2 Comparación de baterías de diferentes componentes

Batería	PB – Ácido	Ni – MH	I - Litio
Voltaje (v)	2,0	1,2	3,0 – 4,5
Energía ($Whkg^{-1}$)	10 – 40	60 – 80	80 - 170
Energía (Whl^{-1})	50 – 100	250	170 - 450
Número de ciclos (80%)	400 – 800	300 – 600	500 - 3000
Costo (\$/ KWh)	100 – 125	220 – 400	250 - 800
Impacto ambiental	Alto	Bajo	Moderado - Bajo

Fuente: [16]

3.8.1. Modelamiento eléctrico de las baterías Ion-Litio

El modelamiento esta basado en un sistema electrico, es decir sus magnnitudes son eléctricas las cuales se puede simular en software como simulink entre otros. Estas baterias son de mayor duración y de alta capacidad de almacenamiento, pero debido a sus componenetes y la reaccion del litio no tolera sobrecargas o picos en su proceso de descarga o carga, por lo cual son frágiles y necesitan un método de protección que en la gran mayoría posee internamente.

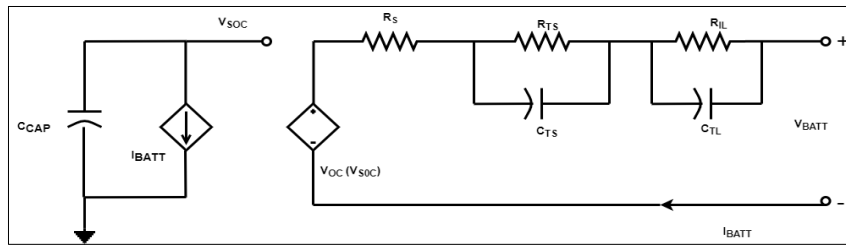


Figura 3.6. Modelo de batería Ion - Litio
Fuente: [17]

En La figura 3.6 el modelamiento contiene dos circuitos, los mismos que están relacionados entre sí con una fuente de tensión controlada por tensión y una fuente de corriente controlada por corriente, un circuito modela la capacidad de almacenamiento de energía de la batería y la carga almacenada durante los procesos de carga y descarga [17].

3.8.2. Recarga con corriente constante

Al recargar la batería con una corriente constante, el voltaje aumenta lentamente durante el proceso de recarga, al final del proceso el voltaje aumente y el proceso debe ser interrumpido en el valor límite de voltaje [18].

El tiempo de recarga varía entre 6 a 15 horas dependiendo del estado de carga de la batería, a continuación, se presenta una tabla 3,3 con el tiempo necesario para la recarga a una corriente constante con un 10 % de la capacidad nominal.

Tabla 3.3. Tiempo de recarga a corriente constante

Tensión de la batería en vacío (V)	Tiempo de recarga (horas)
12 a 12,20	4,5
11,80 a 11,99	7,0
11,50 a 11,79	9,0
11,00 a 11,49	11,0
Baterías profundamente descargada	15,0

Fuente: [18]

3.8.3. Recarga con tensión constante

La corriente inicial que se introduce a la batería debe ser limitada a 25 A y la tensión a 14,4 V. El tiempo de recarga varía según el estado de carga al que se encuentre la batería. Durante el proceso de recarga de la batería la temperatura no debe sobrepasar los 50 °C.

Tabla 3.4. Tiempo de recarga a tensión constante

Tensión de la batería en vacío (voltios)	Tiempo de recarga (horas)
12 a 12,20	6 a 12
11,80 a 11,99	10 a 16
11,50 a 11,79	16 a 20
11,00 a 11,49	20 a 24
Baterías profundamente descargada	24 a 30

Fuente: [18]

En la tabla 3.4 se presentan los tiempos de recarga en (h) de una batería que incorporan los vehículos eléctricos a diferentes niveles de tensión.

3.9. Conector SAE J1772

El conector SAE J1772, o Tipo 1, llamado también Yazaki. Es un estándar en los EE. UU, y es específico para vehículos eléctricos de diferentes marcas, pero es muy útil para ciertos vehículos con características de construcción y sistemas iguales por ejemplo el acople de conexión al vehículo. Posee cinco bornes, dos de fase, el de tierra, y dos de control (comunicación con la red interna del vehículo) como se especifica en la figura 3.7.

La tabla 3.5 se detalla las características conector SAE J1772 tipo 1 con las especificaciones técnicas necesarias para el sistema de carga lenta, con corriente alterna (AC). Es utilizado para emplearse con enchufes de vehículos normalizados según SAE J1772 y IEC62196 (Nissan Leaf).

Nivel 1: Hasta 16 A, para recarga lenta. **Nivel 2:** Hasta 80 A, para recarga rápida.

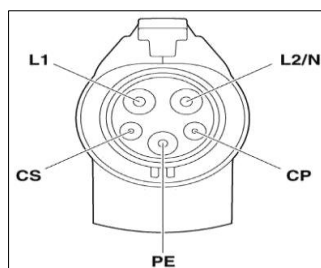


Figura 3.7. Terminales del conector J J1772 Tipo 1

Fuente: [19]

Tabla 3.5. Detalles técnicos del conector J1772 Tipo 1

Características Técnicas		
Norma	SAE J1772	
Modo de carga	Level 2	
Corriente asignada	15 A	32 A
Tensión asignada	250 VAC	250 VAC
Composición del cable (potencia)	3 x AWG 14	3 x AWG 10
Composición del cable (señalización)	1 x AWG 20	1 x AWG 18
Diámetro exterior del cable	10,50 mm +/- 0,3 mm	13,9 mm +/- 0,4 mm
Codificación de resistencia, palanca de enclavamiento accionada	480	
Codificación de resistencia, palanca de enclavamiento no accionada	150	
Temperatura en funcionamiento	-30 ...+50 °C	
N° de contactos	3 L1, L2,N-Pe	
Ciclos de enchufe	Mayor 10000	
Grado de protección enchufado	IP 44	
Grado de protección con el capuchón	IP54	

Fuente: [19]

3.10. Infraestructura de recarga

Hoy día existen distintos tipos de infraestructuras de recarga, según se realicen la instalación en la vía pública, en superficie en un entorno controlado o en el interior de garajes. Con el fin de solucionar el problema de autonomía que tienen los VE, y permitir que los usuarios puedan utilizar estos con la mayor libertad posible, nacen los distintos tipos de infraestructuras de recarga del VE, para poner al alcance de todos los usuarios una energía accesible y en cualquier lugar y momento [8].

3.11. Placa característica en cargador

Según el apartado 14 de la Norma UNE-EN 61851-22, los postes deberán llevar grabado de forma indeleble y legible en placa o etiqueta identificativa.

3.12. Punto de carga en viviendas

La figura 3.8 especifica los elementos de protección para instalar un punto de recarga doméstico se usará el denominado Wall-box (conocido así al punto de carga) que incluirá la toma de corriente para carga lenta y la toma de corriente para carga semi-rápida, además de los dispositivos de protección como: dispositivo diferencial, dispositivo de protección contra sobretensiones, contactor para horas valle y un dispositivo de deslastrado de cargas [7].



Figura 3.8. Productos para puntos de carga en vivienda

Fuente: [7]

3.13. Requisitos de diseño de una electrolinera

Los requisitos de diseño tienen como finalidad cumplir con las necesidades del cliente, proteger los elementos que conforman la electrolinera y cuidar la integridad física de los usuarios. Estos requisitos analizan la instalación eléctrica, tanto en media tensión como en baja tensión.

Se detallan a continuación los requisitos para la línea de entrada de media tensión, el centro de transformación, la red eléctrica en baja tensión y el punto de carga [20].

a) Línea de entrada de media tensión

La línea que llegará al centro de transformación se conectará con otra línea de alimentación existente. La línea no tendría una longitud que provoque caídas de tensión considerables. Los conductores con aislamiento y sus accesorios utilizados en la instalación eléctrica de media tensión deberán cumplir con las normas RTE-INEN 021 (Conductores y alambres para uso eléctrico con material termoplástico) y RTE-INEN 236 (Cables de potencia aislados).

Los conductores deberán estar protegidos contra sobretensiones peligrosas, así el origen sea interno o atmosférico.

b) Centro de transformación

Los transformadores que alimentará a las estaciones de recarga y los demás servicios, deberán constar con el equipo de protección necesario y el equipo de seccionamiento en el lado primario del transformador. Deberá estar conectado a tierra el neutro del transformador, el tanque, canaletas metalizas utilizadas para la acometida y los circuitos de baja tensión y los equipos de medida.

c) Red eléctrica de baja tensión

La energía se suministrará a 220 V / 127 V y a 400 V, procedentes del centro de transformación y propiedad del cliente. Los medidores de energía deben estar ubicados en lugar de fácil acceso para facilitar la toma de medidas periódicas de las lecturas que marquen los contadores [8].

3.14. Dimensionamientos para la implementación de una electrolinera

Es de suma importancia conocer un aproximado de lo que se tendría de demanda para el diseño e implementación de una electrolinera. A continuación se detalla el dimensionamiento de la demanda aproximada de una electrolinera, la red de media tensión subterránea, la intensidad nominal máxima de la red, la caída de tensión, la máxima transferencia de potencia, el centro de transformación, corrientes de cortocircuito y las protecciones del centro de transformación [12].

3.14.1. Demanda aproximada de una electrolinera

Generalizando los dimensionamientos, se supondrá que cada electrolinera cargará n autos eléctricos. Para calcular la potencia instalada por los cargadores se utiliza la ecuación (1)

$$P_{\text{cargadores}} = n * P_{\text{consumida}} * \eta \quad (3.1)$$

Donde:

n = número de cargadores

$P_{\text{consumida}}$ = Potencia consumida por los cargadores

η = Eficiencia

Para calcular la potencia instalada de los locales de la electrolinera

$$P_{\text{local}} = \text{valor del criterio} * \text{área} \quad (3.2)$$

La demanda total de la electrolinera será calculada con la ecuación:

$$P_{electrolinera} = P_{cargadores} \quad (3.3)$$

Con la potencia instalada de la electrolinera se puede obtener la capacidad del transformador que se usará. Para esto, se buscará un transformador comercial que multiplicado por un factor de potencia de 0,92 dé como resultado una potencia activa mayor a la potencia de la electrolinera, con la finalidad de tener una reserva en caso de que aumente la demanda por futuras cargas adicionales. [21]

3.14.2. Intensidad nominal máxima de la red de media tensión y baja tensión

La acometida de instalación para cada electrolinera será una línea que comenzará en una acometida aéreo-subterránea, y tendrá una longitud cercana al centro de transformación. Dicho punto de entronque se caracterizará por estar a una tensión de suministro de 13,8 kV y a una frecuencia de 60 Hz.

Teniendo la capacidad del transformador, el voltaje de la red y un factor de potencia ($\cos\phi$) de 0,92 se calcularán la intensidad nominal para el diseño de cada electrolinera de la siguiente manera:

$$P = S_{trafo} * \cos\phi \quad (3.4)$$

Donde:

P= Potencia Activa del transformador

S_{trafo} = Potencia Activa del transformador

$\cos\phi$ =factor de potencia

$$I_n = \frac{P}{\sqrt{3} * V * \cos\phi} \quad (3.5)$$

Donde:

I_n = intensidad nominal máxima de la red en [A]

P= potencia activa en [kW], V es el voltaje de la red en [V]

$\cos\phi$ = factor de potencia de la red

Para calcular la corriente que pasaría por las derivaciones que salen del cuadro general de distribución a cada una de las cargas como: alumbrado exterior, locales de servicio, cargadores;

se hace uso de la ecuación con la diferencia que la potencia activa P utilizada será la potencia de cada uno de los circuitos [4].

3.14.3. Caída de tensión

La caída de tensión en el tramo subterráneo, se calcularía en función de la impedancia total de la línea, es decir, depende de su resistencia y su reactancia.

$$\Delta V = \sqrt{3} * I_n * L * (R_L * \cos \varphi + X_L * \sin \varphi) \quad (3.6)$$

Donde:

ΔV = caída de tensión en el tramo subterráneo en [V]

I_n = intensidad nominal máxima de la red en [A]

L = longitud de la línea subterránea en [m]

R_L = resistencia por fase de la línea subterránea en [Ω /km]

X_L = reactancia por fase de la línea subterránea en [Ω /km]

Φ = ángulo de desfase en grados

3.14.4. Máxima transferencia de potencia

La potencia máxima que podría transportar la línea dependería de la capacidad máxima del conductor y de la caída de tensión a lo largo del recorrido que no debería pasar el 5%. Se tiene la ecuación 7 para el cálculo respectivo.

$$P_{Lm\acute{a}x} = \sqrt{3} * V * I_{Lm\acute{a}x} * \cos \varphi \quad (3.7)$$

Donde:

V = voltaje de la red en [KV]

$P_{Lm\acute{a}x}$ = potencia máxima a transportar el conductor en [kW]

$I_{Lm\acute{a}x}$ = intensidad máxima admisible por el conductor en [A]

$\cos \varphi$ = factor de potencia

Al tomar en consideración la caída de tensión los parámetros serían los que se muestran en la ecuación

$$P_{Lm\acute{a}x} = \frac{V^2 * \cos \varphi}{(R_L * \cos \varphi + X_L * \sin \varphi) * L} * \frac{\Delta V \%}{100\%} \quad (3.8)$$

Donde:

$P_{Lm\acute{a}x}$ = potencia máxima a transportar el conductor en [kW]

V= tensi3n de la red en [kV]

$\Delta V\%$ = caída de tensi3n en el tramo subterráneo en el peor de los casos [5%]

L= longitud de la línea subterránea en [km]

RL= resistencia por fase de la línea subterránea en [Ω /km]

XL= reactancia por fase de la línea subterránea en [Ω /km]

Φ = ángulo de desfase en grados

3.15 Diagrama Estructural y Unifilar de la Electrolinera domiciliaria

En la figura 3.9 se muestra el diagrama estructural de una electrolinera detallado a continuaci3n:

1. Base de Toma de Corriente
2. Clavija
3. Entrada de alimentaci3n de vhiculo eléctrico
4. Cargador incorporado al vhiculo eléctrico
5. Punto de conexi3n clavija
6. Punto de recarga simple cable de conexi3n

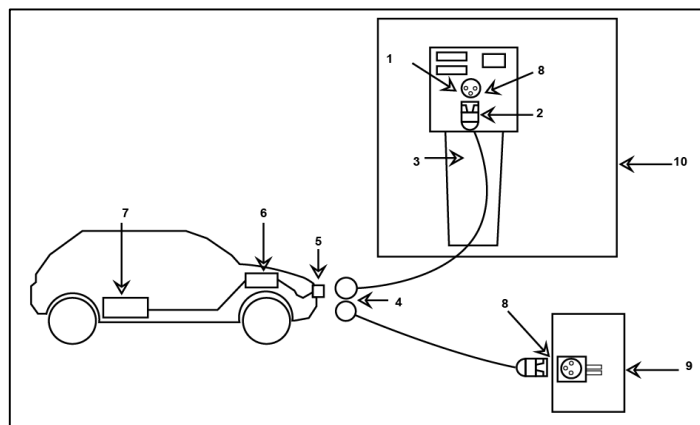


Figura 3.9. Diagrama estructural de una electrolinera

Fuente: [7]

3.16. Diagrama Eléctrico Unifilar

Los diagramas unifilares permiten el reconocimiento general de la conexi3n del proceso de carga y cuenta con el detalle necesario de todas las etapas que comprende el funcionamiento de la electrolinera como se muestra en la figura 3.10 además de sus componentes.

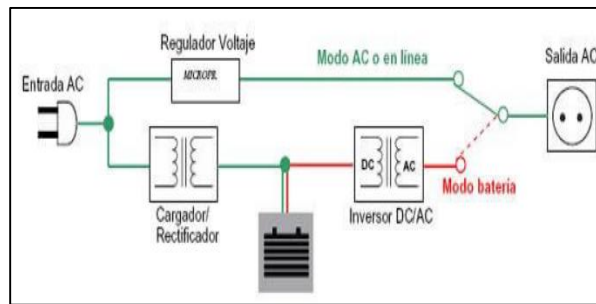


Figura 3.10 Diagrama unifilar de una electrolinera

Fuente: [7]

3.17. Diseño del prototipo del sistema de carga lenta para vehículo eléctrico

- **Método de control de carga, control CC-CV (Constant Current, Constant Voltage)**

Esta tecnología combina la carga a tensión constante y la carga a corriente constante. Se utiliza para cargar baterías de litio y otras que pueden ser vulnerables a daños si se sobrepasa el límite de tensión superior. La tasa de carga de corriente constante especificada por el fabricante es la velocidad de carga máxima que la batería puede tolerar sin dañar la batería. Se necesitan precauciones para maximizar la tasa de carga y para asegurarse de que la batería está completamente cargada mientras que al mismo tiempo evita la sobrecarga. Por esta razón, se recomienda que el método de carga cambie a tensión constante antes de que la tensión de la celda alcance su límite superior.

3.17.1. Diseño circuito de fuerza

Circuito de fuerza abastecerá la energía de carga requerida para el sistema, es decir con este sistema se cerrará el ciclo de carga y censado de las baterías de litio para el cual está diseñado este prototipo. El proceso de modelamiento se basa en el circuito que se muestra en la figura la cual está desarrollada por bloques para su análisis y dimensionamiento.

Este circuito de fuerza está distribuido en bloques, los cuales serán detallados a continuación respectivamente:

3.17.1.1. Bloque A Transformador y puente rectificador

Mediante un transformador de potencia de 110 V a 12 V conjuntamente con un puente de diodos y colocando capacitores en paralelo como se muestra en la figura 3,11 se obtiene a la salida del puente de diodos un voltaje de $12\sqrt{2}$ mismo que conduce a través de una etapa de regulación de voltaje para obtener una salida de 5 V que alimenta la parte de control del sistema y la parte de potencia que carga la batería compuestas por celdas de ion-litio.

Además, tenemos un circuito regulador de voltaje para la carga respectiva de las baterías, para este circuito se detalla los siguientes elementos con sus características.

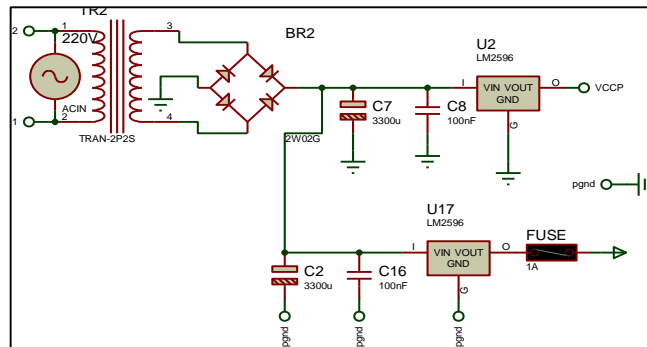


Figura 3.11. Bloque A, transformador y puente rectificador

Características técnicas transformador de potencia

- Primario: 110 / 220 V
- Secundario: 12 / 24 V
- Corriente: 3000 mA

En la figura 3.12 está el regulador por conmutación que rectifica la forma de onda mediante un puente de diodos en conjunto con capacitores 3300uF y 100 nF. Para incorporar un regulador por conmutación por pasos 3 A y 150 Khz

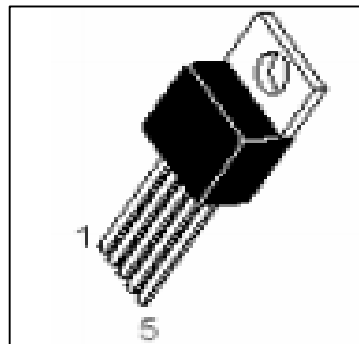


Figura 3.12. Regulador por conmutación LM 2596
Fuente: [12]

Características técnicas

- 3,3 V, 5 V, 12 V, 15 V y versiones de salida ajustables
- Versión ajustable Rango de tensión de salida, 1,23 a 37 V
- +/- 4% condiciones máximas de sobrecarga y carga
- Corriente de salida de 3,0 A garantizada

Sumatoria de las corrientes de los elementos a utilizar

$$I_{\text{total}} = I_{\text{TFT}} + I_{\text{Atmega}} + I_{\text{sensor}}$$

$$100 \text{ mA} + 15 \text{ mA} + 5 \text{ mA} = 120 \text{ mA}$$

$$I = \sqrt{2} * I_{\text{total}}$$

$$I = \sqrt{2} * 120 \text{ mA} = 169,7 \text{ mA} = 0,169 \text{ A} \rightarrow 0,25 \text{ A}$$

$$P = V * I$$

Donde:

P = potencia

V = voltaje

I = corriente

S = 12 VAC (voltaje del secundario)

$$V_{\text{input}} = 12 * \sqrt{2} = 16.97 \text{ Voltaje de ingreso}$$

3.17.1.2. Capacitor

La principal función que cumplen en el circuito es minimizar los rizados de la señal para convertir en puramente lineal. Existen dos tipos cerámicos y electrolíticos.

- 3 300 uF
- 100 nF

3.17.1.3. Bloque B Sistema de acoplamiento control – fuerza

En la figura 3.13 se encuentra los relés cuya función es de acoplar y desacoplar las celdas de litio la cuales se van a cargar en el sistema conformando una batería, estos relés son de 9 V y soporta una corriente de 10 A. Es recomendable no exceder la corriente que nos menciona el fabricante para evitar daños.

Cada uno de estos relés está conectado en serie respectivamente, debido a que el circuito principal es el mismo para cada celda, dicho proceso va a ser repetido para las demás celdas. Este relé estará conectado al micro controlador para su respectiva programación de activación y desactivación en el proceso de carga.

Para activar y desacoplar eléctricamente al circuito de los relés se emplea un octo-acoplador como limitador de corriente debido que maneja máximo 12 mA, este funciona en dos posiciones abiertas o cerradas como se muestra en la figura 3.13:

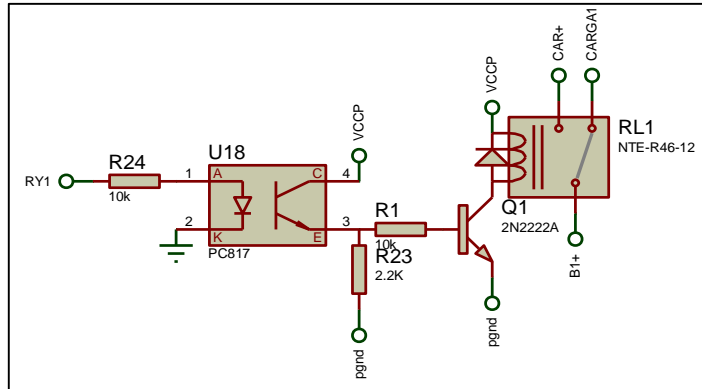


Figura 3.13. Sistema de acoplamiento Control – Fuerza

a) Cálculo de la resistencia R24

$$I = v/r$$

$$5/12\text{mA} = 10 \text{ k}\Omega = 20 \text{ resistencia comercial}$$

Para visualización completa del circuito con sus respectivas conexiones para sus cuatro celdas este se encuentra en el plano principal de fuerza en el anexo.

3.17.1.4. Relé de montaje PC R46

La figura 3.14 se muestra el relé PC R46, la principal función es accionar contactares mediante la magnetización de la bobina, es decir el control para el accionamiento de la fuerza o potencia.



Figura 3.14. Relé PC R46

Fuente: [14]

Especificaciones Técnicas

Contacto

- Clasificación: 5 A a 120 VAC, 5 A a 30 VDC
- Clasificación: 12 A a 120 VAC
- Material: AgCdO

Bobina

- Voltajes de recogida: 75 % de la corriente continua nominal
- Voltajes de salida: 10 % min. de la tensión nominal
- Valor de tiempo de funcionamiento: 10 mS máx.
- Tiempo de liberación: 10 mS máx.

Características de aislamiento

- Fuerza Dieléctrica
- Entre la bobina y los contactos: 1 500 VAC
- Entre contactos de la misma polaridad: 750 VAC
- Resistencia: 100 mega ohmios min. A 500 VDC

b) Divisor de voltaje

La figura 3.15 se presenta el circuito es un divisor de voltaje compuesto por resistencias 100 k, 10 k, 22 k, 47 k, se encarga de censar voltaje tanto de carga descarga del banco de baterías, los datos adquiridos son enviados al multiplexor para enviar al micro controlador atmega y visualizar todos los parámetros en la interfaz gráfica nextión. EL divisor de voltaje va conectado a la salida del conversor dc-dc las resistencias están conectadas en serie y la salida esta desde V2, V3, V4.

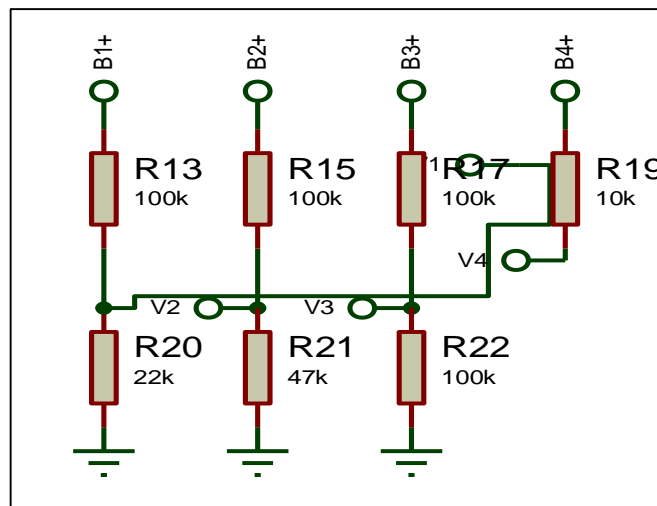


Figura 3.15. Divisor de voltaje

3.17.1.5. Bloque C, Sistema de medición de corriente de carga

En la figura 3.16 se observa el bloque de medición de corriente constituidos por sensores de corriente los cuales estarán interactuado con el multiplexor encargado de lectura de datos tanto

de voltaje y corriente, este circuito nos permitirá censar la corriente con que el conjunto de celdas se está cargando respectivamente.

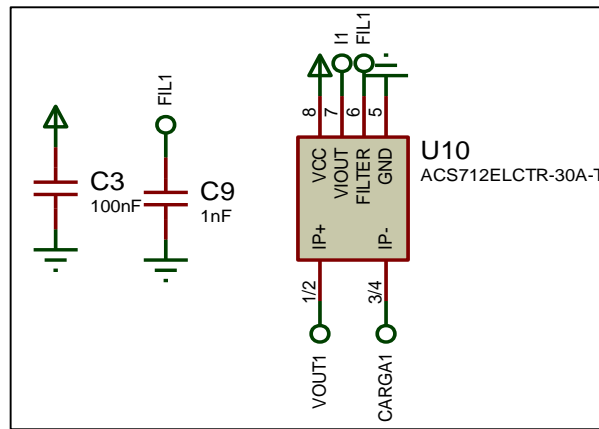


Figura 3.16. Sistema de medición de corriente

Se adjunta a este circuito un multiplexor, mismo que posee varios canales para poder ingresar datos para mediciones y tiene un canal de salida, en respuesta a la entrada como se muestra en la figura 3.17 micro controlador 4052.

Además, se implementó un micro controlador para el control de carga de celdas para aumentar las entradas analógicas, como se muestra en la figura 3.17. El fin de este micro controlador es medir las señales analógicas requeridas como son el voltaje, corriente y potencia.

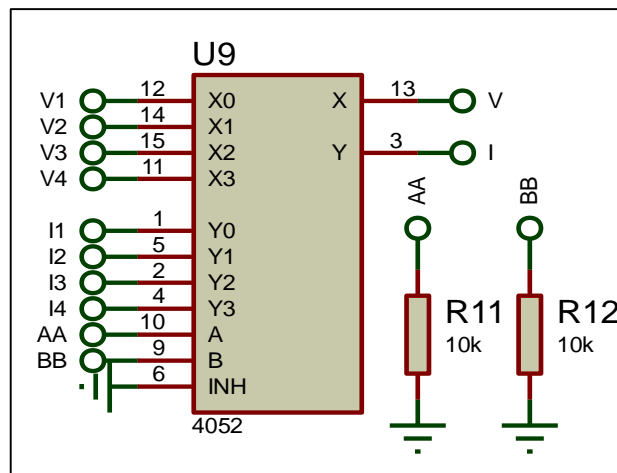


Figura 3.17. Micro controlador 4052

3.17.1.6. Microcircuito ACS712

El ACS712 es un sensor de corriente tanto alterna como continua, que permite medir la intensidad eléctrica que atraviesa un conductor. Podemos emplear el ACS712 junto con un procesador permite medir la intensidad o potencia consumida por una carga figura 3.18.

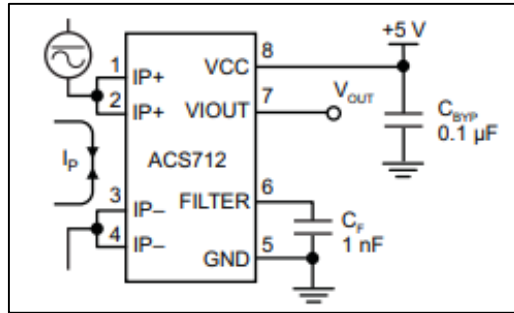


Figura 3.18. Micro ACS 712
Fuente: [16]

Características técnicas

- El ancho de banda del dispositivo se ajusta a través de la nueva clavija
- Ancho de banda de 80 kHz
- 2,1 kVRMS tensión mínima de aislamiento de los pines 1-4 a los pines 5-8
- 5,0 V alimentación única
- Sensibilidad de salida de 66 a 185 mV / A

3.17.1.7. Bloque D, Circuito de envíos de señales de direccionamiento de fuerza

La figura 3.19 detalla un bloque importante para la regulación de voltaje, es decir permite controlar el voltaje que proporciona cada convertidor dc-dc a través de resistencias digitales para aumentar o reducir el voltaje de carga que alimenta cada celda y por ende la batería, el potenciómetro que posee el instrumento, es digital el cual permite la regulación desde el HMI, donde el usuario escoge los parámetros de carga hacia la batería.

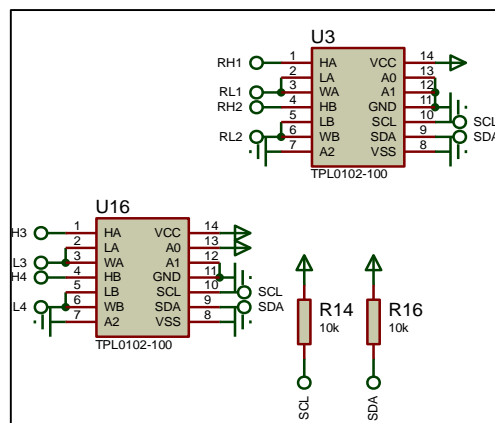


Figura 3.19. Bloque de control y mando

3.17.1.8. TPL 0102-100

Potenciómetro digital de doble canal de 256 derivaciones con interfaz I2C y memoria no volátil. Posee potenciómetro puede ser usado como potenciómetro de tres terminales o como reóstato

de dos terminales. El TPL0102-100 tiene una resistencia de extremo a extremo de 100 kΩ. El TPL0102 tiene una memoria no volátil (EEPROM) que puede utilizarse para almacenar la posición del limpiaparabrisas.

- Dos potenciómetros con una resolución de 256 posiciones
- La memoria no volátil almacena la configuración del limpiador
- 100 kΩ Resistencia de extremo a extremo (TPL0102-100)
- Tiempo de respuesta de encendido rápido a la configuración del limpiaparabrisas: <100 μs
- ±0,5 LSB INL, ±0,25 LSB DNL (Divisor de tensión Modo)
- Interfaz serie compatible con I2C
- 2,7 V a 5,5 V Funcionamiento con una sola alimentación
- Funcionamiento con doble alimentación de ±2,25 V a ±2,75 V
- Rango de temperatura de funcionamiento de -40 °C a 85 °C

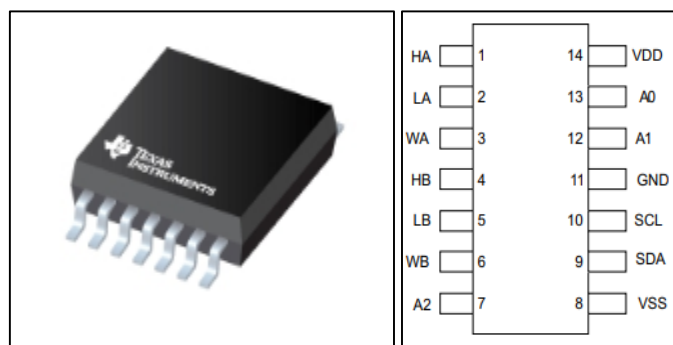


Figura 3.20. Micro TPL0102
Fuente: [15]

3.17.1.9. Bloque E, de control

En la figura 3.21 se presenta el bloque de control que posee la conexión del sistema ATmega el mismo que envía el direccionamiento de señales de control, Rx y TX en la comunicación de envío y transmisión de datos del sistema, las salidas RY1 –RY8, es la señal para la alimentación de carga del bloque B cada bobina de los sensores para el accionamiento de los mismo, en función de la carga del sistema.

El pin de V e I es el sensado de voltaje y corriente del sistema de carga con ello se busca tener datos comparativos de carga. Posee un cristal mismo que se incorpora al sistema para la transmisión de datos como un contador o reloj.

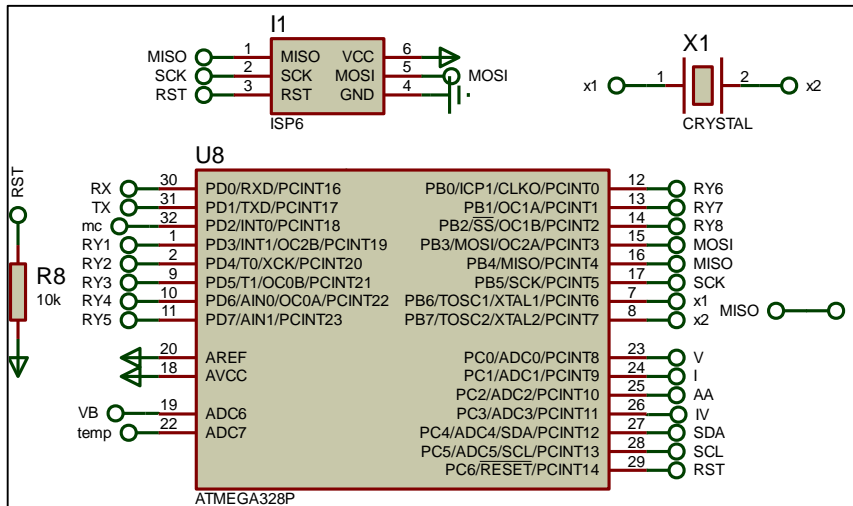


Figura 3.21. Bloque de control

3.17.1.10. Bloque D, salidas a la carga

El presente circuito es de la carga total de la batería, principal función obtener datos de la corriente mediante un sensor en la que se encuentra las celdas (batería), con ello observar el comportamiento en el proceso de carga del sistema.

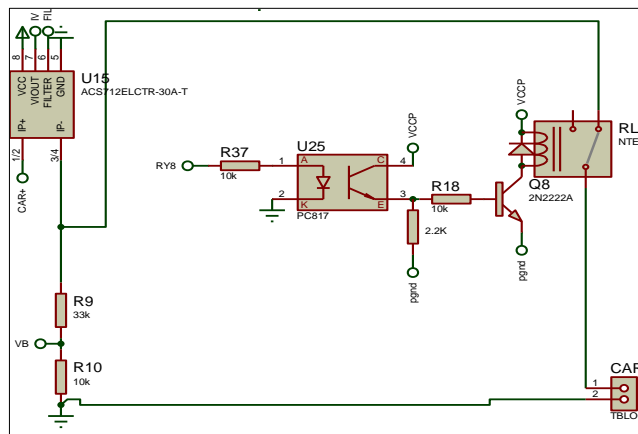


Figura 3.22. Salida de carga

Sistema de carga, el esquema muestra la salida a la batería, es decir se van a cargar por celdas como se observa en la figura 3.22 donde cada uno de los ACS 712 están direccionados para la carga de cada una de las celdas y juntas forman la batería completa formada por estas celdas.

a) Fusibles

Los fusibles desconectan los circuitos en caso de sobrecarga mediante su accionar térmico.

En serie al circuito, donde la corriente puede llegar hasta 6 mA, por lo tanto, se recomienda tener en cuenta estos parámetros para proteger las celdas de la batería.

Salidas de convertidores dc – dc y terminales de carga

La figura 3.23 se muestra los convertidores dc – dc que proporcionan al sistema el voltaje de salida para cargar las respectivas celdas.

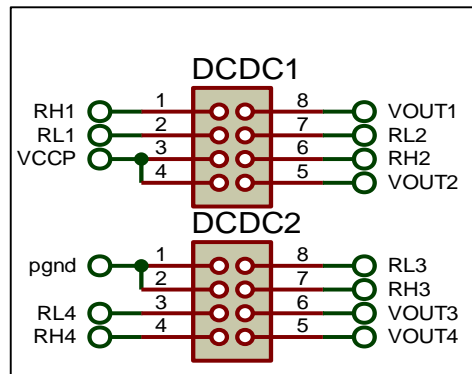


Figura 3.23. Terminales de carga

3.18. Diseño circuito de control

3.18.1. Bloque A de control

El presente circuito es similar al realizado en el circuito de control para la rectificación de la onda, Contienen el transformador de potencia, un módulo de puente de diodos, para eliminar el rizo de la onda los capacitores de 3300 uF y 100 nF un integrado LM2596 para mantener el voltaje constante a la salida y una protección para el sistema de control especificado en la figura 3.24 circuito de control.

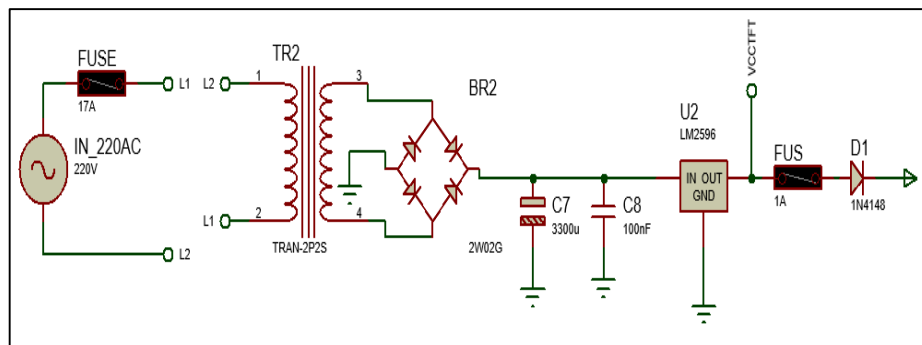


Figura 3.24. Circuito de control

Características técnicas transformador

- Primario: 110 / 220 V
- Secundario: 12 / 24 V
- Corriente: 300 m A

Se rectifica la forma de onda mediante un puente de diodos y se rectifica mayormente con capacitores 3300 uF y 100 nF. Para incorporar un regulador por conmutación por pasos 3 A y 150 KHz

3.18.2. Puente de diodos

En la figura 3.25 se muestra un puente de diodos donde se produce la conversión de corriente alterna a corriente continua

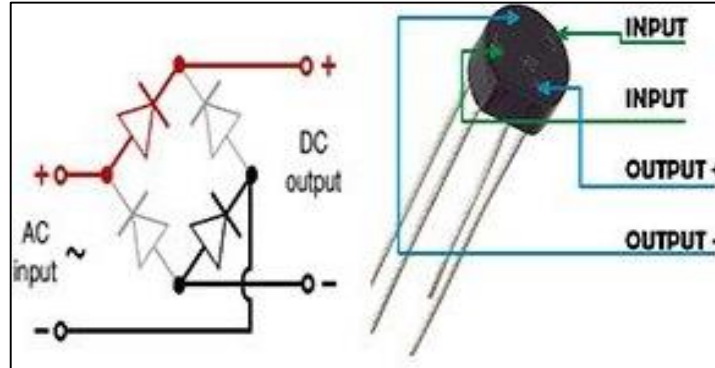


Figura 3.25. Simbología y dispositivo puente de diodos

Fuente: [22]

3.18.3. Bloque B, comunicación RS 485

3.18.3.1. MAX 487

Son transceptores de baja potencia para la comunicación RS-485 y RS-422. Cada parte contiene un controlador y un receptor. Este permite comunicación del sistema para el control mediante el protocolo RS 485 como se muestra en la figura 3.26 modulo MAX 487.

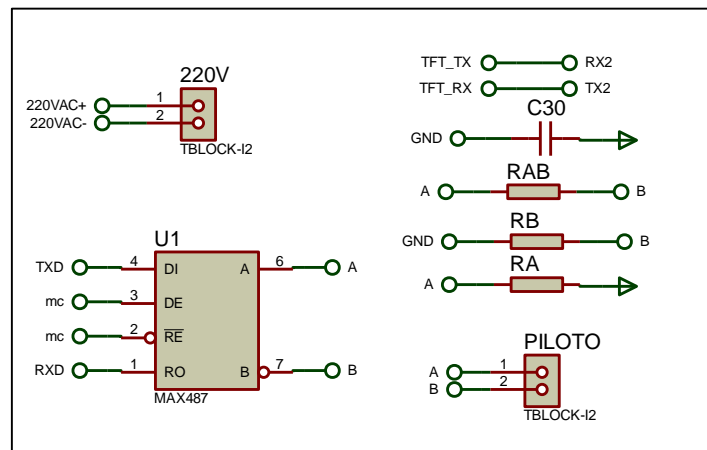


Figura 3.26. Módulo Max 487

Principales características:

El bajo consumo de energía minimiza la disipación térmica, reduciendo el costo del sistema

Corriente de reposo de 120 μ A a 500 μ A

Corriente de apagado de 0,1 μ A

Voltaje de suministro único de 5 V

Velocidad de datos de hasta 250 kbps

Controladores ilimitados: velocidad de datos de hasta 2,5 Mbps

- **Conector SaeJ 1772**

El conector macho nos permite activar a nuestro sistema de potencia y mantener una comunicación sin ruido, y gracias a este podremos cargar nuestro banco de baterías

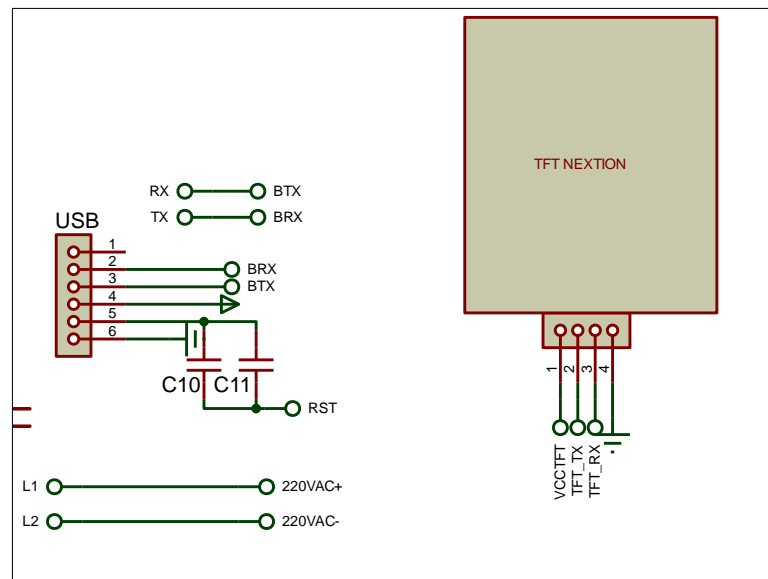


Figura 3.27. Conectores para conector macho – pantalla Nextion

En la figura 3.27 se observa Rx que es el pin de recepción de datos y Tx que es la transmisión de datos, es decir posee conectores para envío transmisión de datos mediante el protocolo Rs 485.

3.18.4. Bloque C, Controlador

En este bloque de control en la figura 3.28 se tiene el sistema de control de todo el circuito de potencia, el cual está diseñado para introducir los valores de corriente para el proceso de carga. Contienen las entradas de los pines Rx y Tx para la transmisión de datos desde los conectores, en la entrada 16 contiene la señal del sensor de corriente para la comparación de señales con el set point de la corriente colocada por el usuario. El pin RST es la señal de mando hacia el sensor ISP6 para accionar su activación, posee un cristal o reloj de atenuación del Atmega, las salidas 12 y 13 es el control de los dispositivos de potencia.

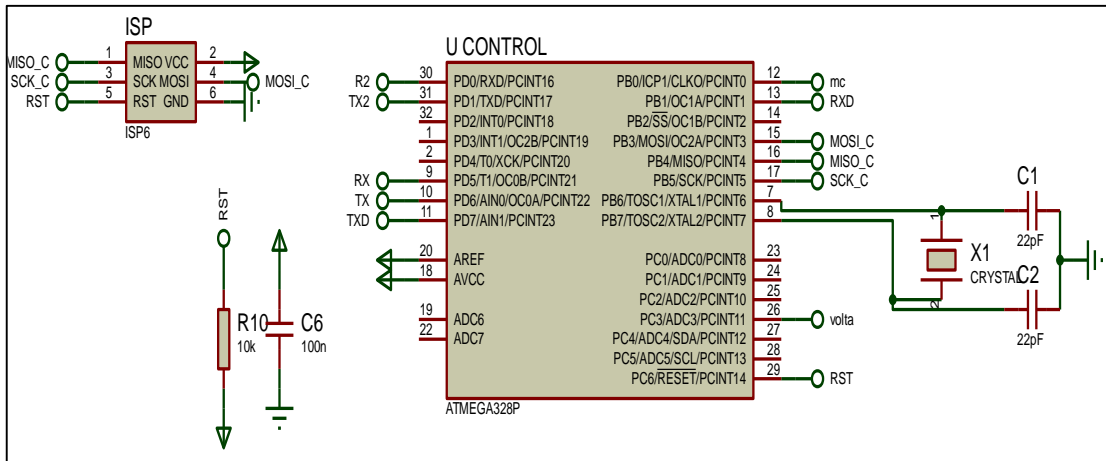


Figura 3.28. Circuito de control y HMI

3.18.5. Micro controlador ATmega328P

La figura 3.29 es un micro controlador re-programable, el cual posee diferentes tipos de entradas y salida, siendo estas análogas y digitales, para el desarrollo de diferentes proyectos y la actuación a diferentes elementos para accionamientos de control.

El micro controlador Atmega328p el cual es muy aceptado por la facilidad que presenta en programación, es decir la codificación es mucho más sencilla que los anteriores y por tal motivo es de fácil manejo y el costo no es muy alto.

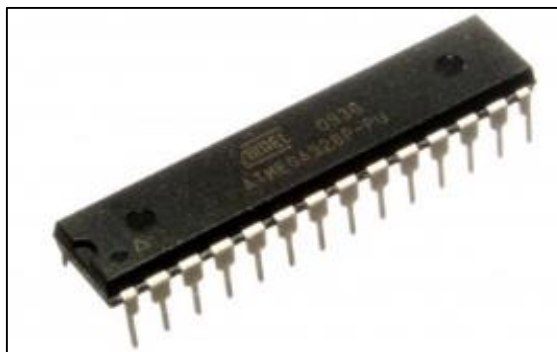


Figura 3.29 Micro controlador Atmega328P

Fuente: [22]

3.18.5.1. Oscilador de cristal

El oscilador de cristal se observa en la figura 3.30 es un componente electrónico capaz de generar una corriente eléctrica con una frecuencia muy precisa, esta frecuencia puede ser utilizada como reloj en una placa electrónica.



Figura 3.30. Oscilador de cristal 16000
Fuente: [22]

3.18.5.2. Capacitor

Es un dispositivo que puede almacenar energía a través de campos eléctricos (uno positivo y uno negativo). Es un componente pasivo, ya que no tiene la capacidad de amplificar o cortar el flujo eléctrico. Mejora la estabilidad del circuito mediante la filtración de los picos de voltaje o ruido existente en el sistema.

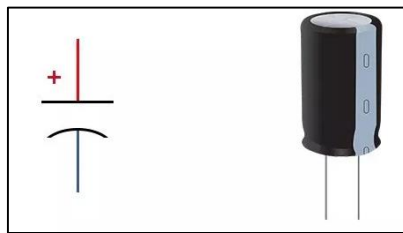


Figura 3.31. Dispositivo capacitor y simbología
Fuente: [22]

3.18.5.3. Pantalla Nextion

Nextion es una solución Human Machine Interface (HMI) que suministra una interfaz gráfica mediante un control lo que permite una relación entre máquina, humano y un proceso, la pantalla Nextion utilizada en el proyecto se muestra en la figura 3.32:

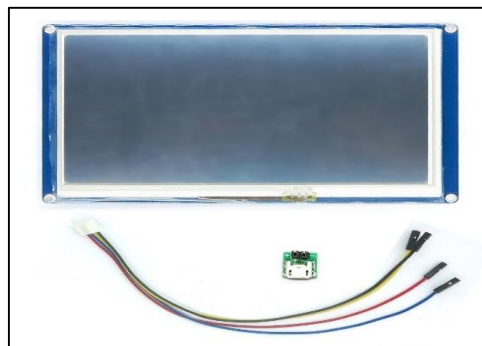


Figura 3.32. Pantalla touch Nextion NX8048T070
Fuente: [19]

La pantalla Nextion permite la supervisión y el monitoreo del sistema de carga donde el usuario permita conocer e interactuar con el proceso de carga de las baterías, además posee sub ventanas de control en

una de ellas se ingresa el valor de corriente para el sistema de carga y visualizar mediante curvas como actúa el proceso en el instante de carga del conjunto de celdas (Batería).

Características:

- Compatible con Arduino
- Resolución 800 x 480
- RGB 65K fiel a los colores de la vida
- Interfaz de 4 pines serial TTL
- Memoria de 16 M
- Fuente de alimentación: 5 V, 2 A, DC

3.18.6. Software IDE Arduino

Arduino es un software de código abierto (libre) de fácil programación, al ejecutar el programa arduino se crea un nuevo proyecto de nombre Sketch, Codificación del sistema de control Pantalla.

3.18.7. Implementación de la interfaz en la pantalla Nextion

1. Se realizó la implementación de los símbolos, botones entre otros parámetros de diseño en el Editor de Nextion Software.
2. Para la implementación se colocó subrutinas y ventanas para las diferentes actuaciones como el Main, el sistema de curvas en el instante de la carga, ventana para el control del proceso de carga donde el usuario permita ingresar datos de entrada corriente al proceso.
3. Se conectó mediante cable USB y las entradas de la pantalla para interconexión y cargar al visualizador todo el diseño desarrollado. Se conecta la alimentación y para la transferencia de datos envió y recepción TX y RX de la pantalla.

Nota: Reconocer correctamente los pines de comunicación para que no exista errores en la carga de los archivos.

4. Para cargar los archivos a la pantalla se lo realiza mediante una Memory Card (8 GB) con adaptador, se conecta a la computadora y se formatea para luego copiar el archivo que se haya guardado en el Editor Nextion.
5. Se introduce la tarjeta de memoria en la parte posterior de la pantalla para cargar el programa luego que se ha copiado a la pantalla se procede a quitar la memoria, se resetea la pantalla (quitando la alimentación) y el programa empieza a funcionar. Para poder visualizar de mejor manera dirigirse al anexo 5.

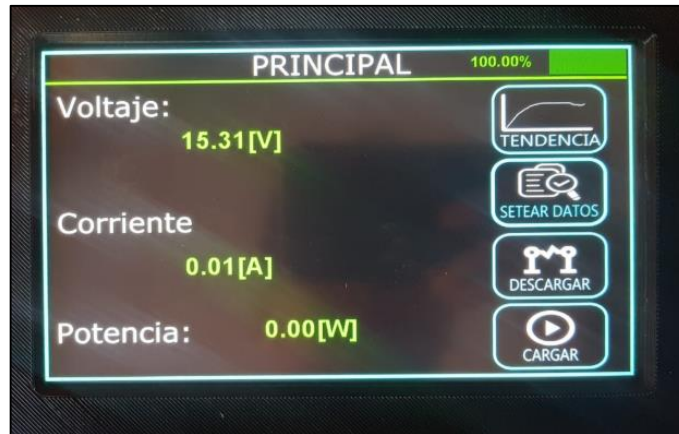


Figura 3.33. Pantalla de visualización de carga

3.19. Diseño del circuito de control y potencia para el sistema de carga lenta

1. Se diseñó en el programa Proteus – PCB Layout la impresión del circuito electrónico para la implementación de los elementos en baquelita. Anexo 1
2. Se debe reconocer los componentes y el número de pines que posee cada uno de ellos y además visualizar la conexión interna del circuito para evitar contactos entre dispositivos que ocasionen desperfectos en el sistema.
3. Impresión en baquelita de los dispositivos electrónicos de Potencia y Control además se realizó las perforaciones en la baquelita donde están colocados los terminales de cada elemento, seguidamente se inició el copiado del diseño realizado en impresión a la placa para proceder a quemar la placa en ácido (cloruro férrico), por un cierto tiempo (alrededor de 8 min.) y obtener los canales por donde van a interconectarse los elementos electrónicos.
4. Se procedió a colocar los dispositivos electrónicos del circuito de potencia y control para iniciar el proceso de soldadura. Anexo 2

Nota: La sujeción de los elementos debe estar correctamente colocados, para lo cual se deben cortar los terminales de los elementos y soldar mediante pomada y estaño, manteniendo el caudín a una temperatura adecuada para una fácil soldadura.

5. Desarrollo del sistema de interfaz visual mediante Labview, se procedió a realizar los diagramas de bloques para el reconocimiento de entradas y salidas de sistema de carga, luego en la pantalla de visualización se colocan los mostradores gráficos.
6. Se recomienda que los diagramas de bloque de sistema de control sean lo más simple posibles para evitar pérdidas de datos Rx y Tx.

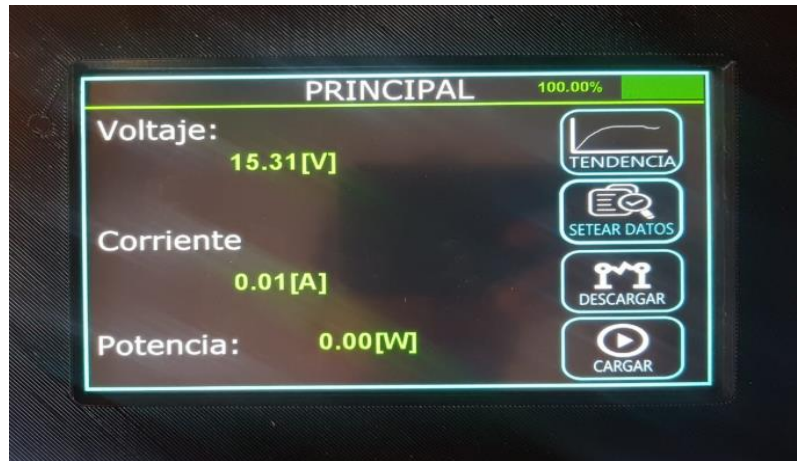


Figura 3.34. Interfaz visual del Sistema de carga

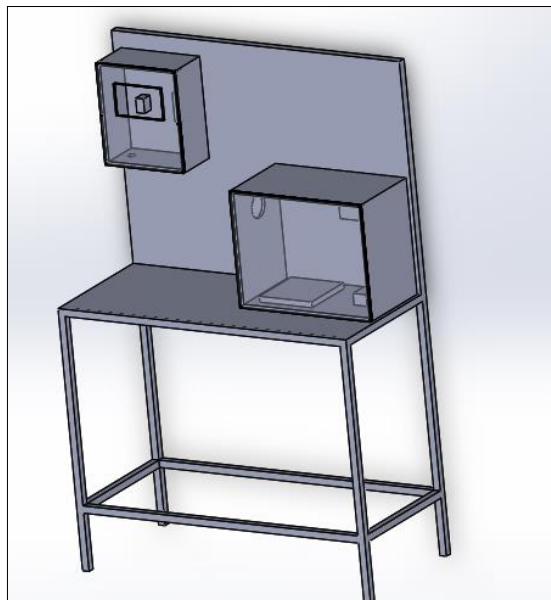


Figura 3.35. Prototipo ensamblado

El proyecto contempla un prototipo con dos circuitos control y potencia, acoplado un sistema de conectores que simula la carga de un vehículo eléctrico, el circuito de control posee múltiples dispositivos que permite la transmisión y recepción de datos desde los conectores para la activación del proceso de carga (RS485), inmediatamente envía datos que activan al circuito de fuerza para la apertura y cierre de los contactos de los relés, mediante un bloque de asignación de corriente se inicia el proceso de carga del banco de baterías compuestos por celdas de litio. Existe 4 sensores de corriente conectados al sistema de baterías para observar mediante una interfaz gráfica (nextion), el proceso de carga y el monitoreo del tiempo de carga, para comprender el procedimiento de funcionamiento y uso dirigirse al a Guía de usuario del prototipo anexo 13.

4. METODOLOGÍA

4.1. Métodos de investigación

En la investigación se aplicó los siguientes métodos investigativos: deductivo, inductivo y analítico y sintético.

4.1.1. Método inductivo – deductivo

El método inductivo, la construcción de una electrolinera para carga domiciliaria permitirá ofrecer una alternativa viable para prolongar la vida útil de las baterías evitando su deterioro y con ello evitar sus excesivos gastos por este concepto.

El método deductivo, prolongar la vida útil de las baterías permitirá evitar el desperdicio temprano de las mismas, al tener una electrolinera en el domicilio se hace una alternativa amigable con las familias por tener el servicio de cargas para sus vehículos y evitar gastos de tiempo y dinero al momento de buscar en donde recargar la batería de sus vehículos.

4.1.2. Método analítico y sintético

El Método analítico- sintético es un método que implica análisis o descomposición de la información, es decir requiere de la separación de un todo en las partes que los constituyen. Todo esto permite comprender el contexto total del proyecto, ya que se realiza una investigación desde su inicio hasta el desarrollo de las diferentes etapas o fases que lo compone.

Para el desarrollo de la propuesta tecnológica, se utilizó este método debido a que me permite realizar un análisis de toda la información recolectada por estudios científicos en base a investigaciones previas de diversos autores.

4.2. Tipos de Investigación

4.2.1. Investigación Bibliográfica-documental

Se trata de aquella investigación que recurre a fuentes como libros, tesis, trabajos de grado, artículos científicos, investigaciones, artículos de revistas y fuentes certificadas, que en su momento realizaron investigaciones concernientes a prolongar la vida útil de las baterías.

4.2.2. Investigación descriptiva

Permite identificar las principales características del problema mediante la descripción, técnicas, aplicaciones prácticas de las cuales parte un análisis, descripción, e interpretación de los resultados obtenidos en términos claros y precisos. Esta investigación permitirá aportar con

nuevos conocimientos en cuanto a temáticas relacionadas con la prolongación de la vida útil de las baterías.

4.2.3. Investigación Propositiva

Es propositiva porque busca contribuir con disminución de baterías deterioradas y satisfacer las necesidades de las personas que opten por adquirir la electrolinera domiciliaria.

4.3. Técnicas de Investigación

4.3.1. Observación Directa y Participativa

Consiste en observar atentamente un hecho que permita tomar información y registrarla para su posterior análisis, observar es muy importante en todo proceso investigativo porque permite contribuir con datos importantes en la investigación. En la presente se aplica la observación directa porque se ha visto la necesidad de prolongar el uso de baterías vehiculares y además hacer que estas sean utilizadas en los hogares como una alternativa muy útil y cómoda para recargar las baterías.

4.4. Instrumentos de Investigación

Entre los instrumentos de investigación que se utilizó tenemos:

- Grabaciones en las cuales se especifica características, dimensiones, del diseño y características de las baterías y cuánto tiempo se han utilizado en el vehículo.
- Fotografías de los avances del proyecto.
- Listas de chequeo de Datos que estén acorde al proceso de creación de la electrolinera.
- Escalas de medición tanto con límites superiores e inferiores.

5. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Para el análisis de resultado se desarrolla las pruebas de carga de las baterías, en este caso la batería con las diferentes corrientes de carga.

5.1. Corriente de 1 A para la carga de la batería

Tiempo de carga 5 h 15 min, Corriente 1 A

Tabla 5.6. Datos de tiempo de carga y corriente de la batería 1 A

HORA	IB
17:45	0.02
18:00	1.04
18:15	1.06

18:30	1.04
18:45	1.05
19:00	1.06
19:15	1.04
19:30	1.05
19:45	1.06
20:00	1.05
20:15	1.04
20:30	1.04
20:45	1.05
21:00	1.04
21:15	0.96
21:30	0.74
21:45	0.63
22:00	0.45
22:15	0.36
22:30	0.23
22:45	0.09
23:00	0

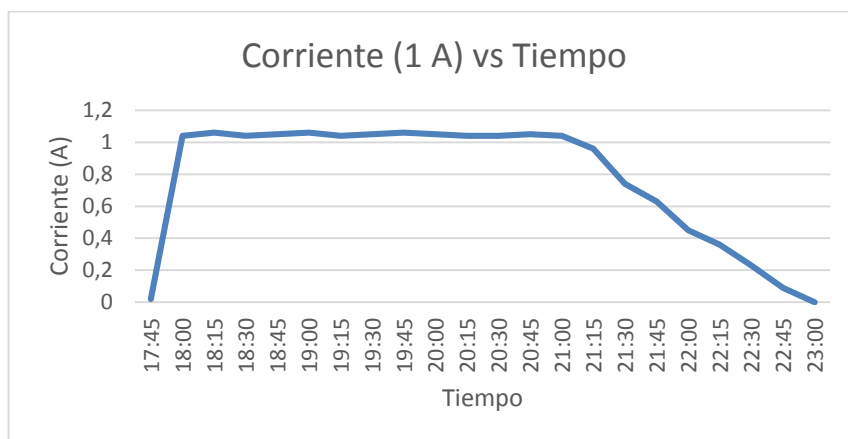


Figura 5.36. Curva de corriente (1 A) – tiempo

En la figura 5.36 se aprecia la curva de corriente en el tiempo del proceso de carga de la batería, formado por 4 celdas de ion-litio cargándose de manera individual a 0,25 A tiene una duración de 5 horas 15 minutos para completar su carga en conjunto, en la curva de corriente se puede apreciar en la hora 17:45 empieza el proceso.

Al transcurrir el tiempo en 21:00 la batería termina de cargar a corriente constante y la corriente comienza a bajar debido que la batería está alcanzando su límite máximo de carga y el proceso se detiene de manera automática.

Tabla 5.7. Datos de tiempo de carga y voltaje de la batería a 1 A

HORA	VB
17:45	14.13
18:00	14.15
18:15	14.55
18:30	14.66
18:45	14.94
19:00	14.87
19:15	14.78
19:30	14.73
19:45	14.89
20:00	14.85
20:15	15.21
20:30	15.24
20:45	15.41
21:00	15.23
21:15	15.33
21:30	15.23
21:45	15.54
22:00	15.79
22:15	15.92
22:30	15.59
22:45	15.63
23:00	15.41

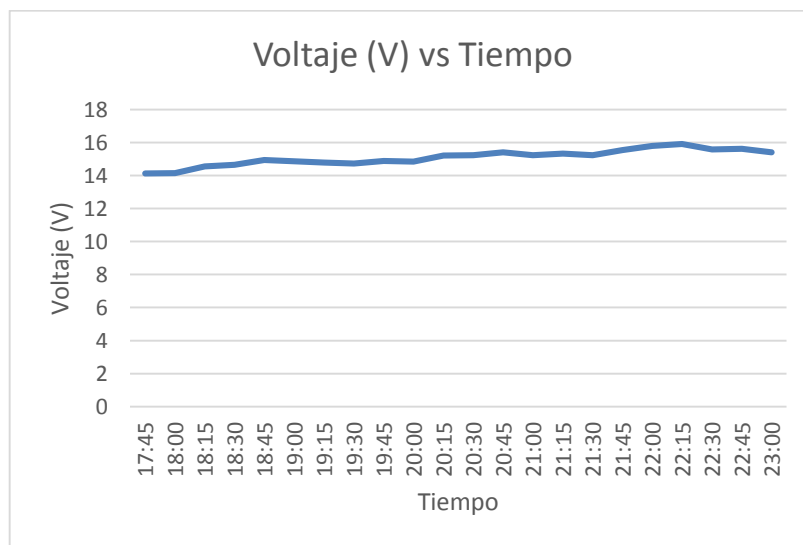


Figura 5.37. Curva de voltaje – tiempo

En la figura 5.37 de Voltaje en el tiempo se demuestra que voltaje 14 V permanece constante durante un determinado periodo de tiempo el proceso de carga el voltaje sube a 15 V, esto sucede porque la corriente que está cargando la batería disminuye, en el proceso de descarga el voltaje debe permanecer en un límite de 30% a las propiedades de las celdas de litio que emplea un vehículo eléctrico.

5.2. Corriente de 2 A para la carga de la batería

Tiempo de carga 4 h 35 min.

Corriente 2 A

Tabla 5.8. Datos de tiempo de carga y corriente de la batería 2 A

HORA	IB
16:55	0.05
17:00	2.02
17:15	1.98
17:30	1.96
17:45	1.91
18:00	1.94
18:15	1.96
18:30	1.93
18:45	1.95
19:00	1.94
19:15	1.82
19:30	1.53
19:45	1.26
20:00	0.92
20:15	0.56
20:30	0.37
21:00	0.21
21:30	0.11

En la figura 5.38 la curva de corriente en el tiempo se aprecia el proceso de carga de la baterías a 2 A, tiene una duración de 4 horas 35 minutos para completar la carga, en la curva de corriente se puede apreciar en la hora 16:55 empieza el procesos de carga, a partir de las 16:56 comienza la batería a consumir 2 A que proporciona el sistema de potencia.

Al transcurrir el tiempo en 19:00 h se mantiene cargando a 2 A y la corriente comienza a bajar debido que la batería está alcanzando su límite máximo de carga y el proceso se detiene de manera automática.

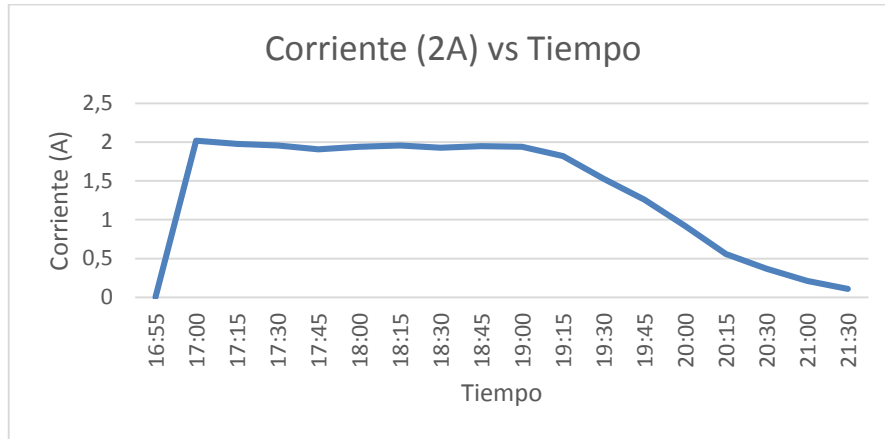


Figura 5.38. Curva de corriente (2 A) – tiempo

Tabla 5.9. Datos de tiempo de carga y voltaje de la batería a 2 A

HORA	VB
16:55	12.93
17:00	14.78
17:15	15.07
17:30	15.56
17:45	15.81
18:00	15.67
18:15	15.59
18:30	15.56
18:45	15.64
19:00	15.75
19:15	15.53
19:30	15.46
19:45	15.75
20:00	15.89
20:15	16.18
20:30	16.37
21:00	16.24
21:30	15.81

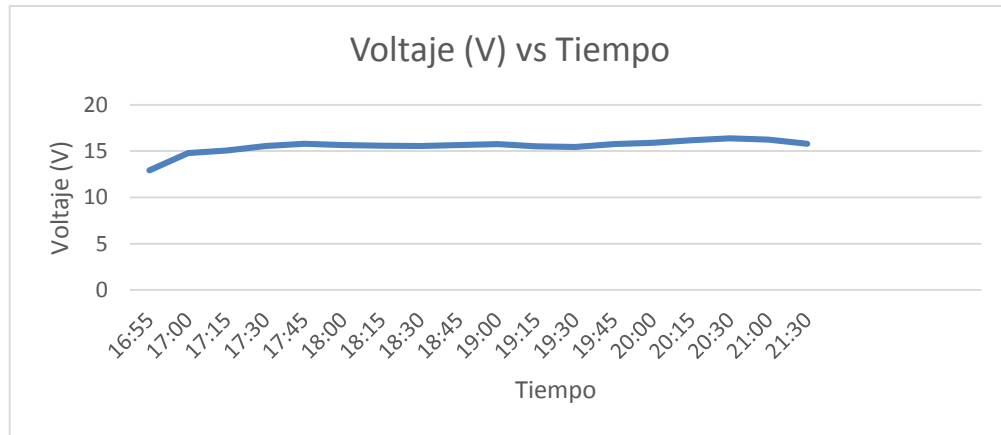


Figura 5.39. Curva de voltaje – tiempo

La figura 5.39 la curva de voltaje en el tiempo el voltaje se mantiene en el rango de 14 V 15 V durante el tiempo de carga, en la hora 20:30 se genera un pico de voltaje porque se debe conservar estable debido a que en este nivel de carga de la batería está finalizando.

5.3. Corriente de carga 3 A para la batería

Tiempo de carga 3 h 30 min, Corriente 3 A

Tabla 5.10 Datos de tiempo de carga y corriente de la batería a 3A

HORA	IB
9:30	0.06
9:45	3.01
10:00	2.96
10:15	2.98
10:30	3.04
10:45	3.02
11:00	2.96
11:15	2.92
11:30	2.74
11:45	2.37
12:00	1.84
12:15	1.32
12:30	1.01
12:45	0.64
13:00	0.04

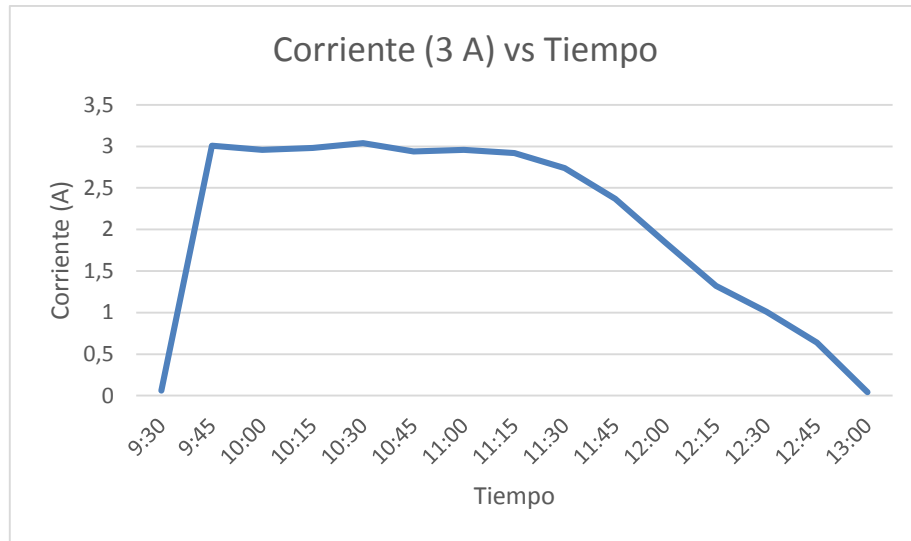


Figura 5.40. Curva de la corriente (3 A) – tiempo

En la figura 5.40 se aprecia la corriente en el tiempo del proceso de carga de la batería, El tiempo de carga al aumentar la corriente se redujo entre 1 hora 6 minutos con respecto a la carga de 2 A debido al incremento de corriente, en la curva de carga se aprecia cómo se mantiene durante un periodo de 2 hora con corriente constante, al transcurrir el tiempo la batería está a su capacidad máxima debido a esto la corriente baja hasta cargarse completamente y desacoplar automáticamente la carga.

Tabla 5.11. Datos de tiempo de voltaje y corriente de las baterías a 3 A

HORA	VB
9:30	11.16
9:45	14.87
10:00	15.75
10:15	15.67
10:30	15.57
10:45	15.62
11:00	15.54
11:15	15.43
11:30	15.96
11:45	15.72
12:00	15.96
12:15	16.23
12:30	15.78
12:45	16.07
13:00	16.08

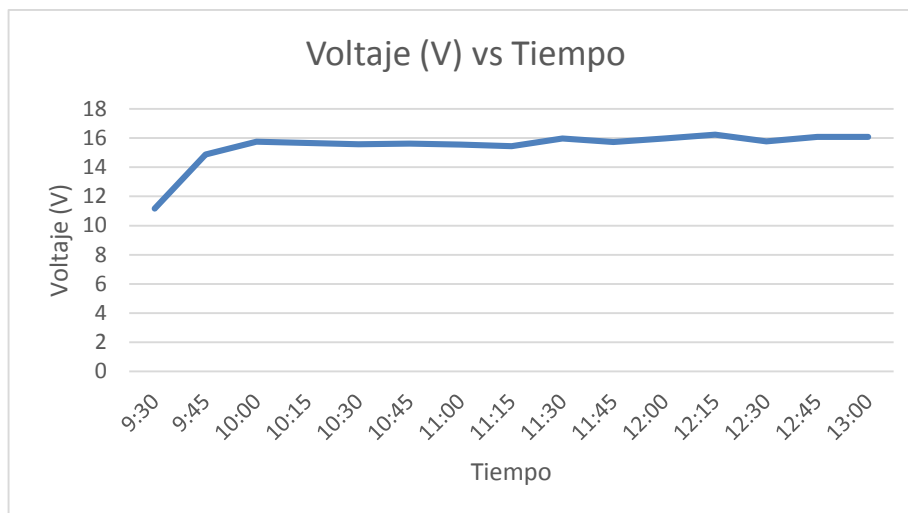


Figura 5.41. Curva de voltaje – Tiempo

El voltaje presentado en la figura 5.41 representa el voltaje de carga en el tiempo, se aprecia valores constantes de 14 V a 15 V en la curva de voltaje debido que se está cargando a corrientes de 3 A.

5.4. Resultados obtenidos en las pruebas realizadas con el prototipo

Tabla 5.12. Tiempo de carga a diferente corriente aplicada

TIEMPO DE CARGA A DIFERENTE CORRIENTE		
Numero de carga	Corriente aplicada (A)	Tiempo de carga (h)
Carga 1	1 A	5 h 15 min
Carga 2	2 A	4 h 35 min
Carga 3	3 A	3 h 30 min
Carga 4	4 A	2 h 10 min

En la tabla 5.12 se demostró los tipos de carga que demora cada proceso con datos obtenidos en las diferentes pruebas realizadas en el prototipo, los tiempos de carga disminuyen con referencia a la corriente aplicada, la carga 1 que se realizó a 1 A toma un tiempo de 5 h 15 min en completar el proceso.

La carga 2 con respecto a la carga 1 la diferencia de tiempo disminuye 40 min en completar el proceso de carga de la batería de litio.

La carga 3 con una corriente que se aplicó de 3 A con respecto a la carga 1 y 2 el tiempo disminuye 1 h 45 min debido al aumento de la corriente para completar el proceso.

La carga 4 disminuye 2 h 5 min debido a la corriente que se aumentó a 4 A con respecto a las demás cargas, el tiempo disminuye dependiendo el nivel de corriente que se desea aplicar a la

batería dentro del modo de carga 2 o carga lenta que comprende hasta 16 A con un tiempo de 8 h como se demostró en los datos obtenidos en las cargas que se realizó a diferente nivel de corriente.

5.1 Resumen general

Para la construcción del prototipo de una electrolinera para vehículo eléctrico de carga domiciliaria lenta, realizamos la recolección de información mediante diferentes fuentes bibliográficas, revistas científicas entre otras, las cuales nos permitieron conocer sobre los tipos de carga, modos de carga que existen, así como también los parámetros eléctricos con los cuales estos se encuentran normados.

Para esto se realizó un análisis de los diferentes modos de carga, para lo cual realizamos el prototipo basándonos en el modo de carga lenta (tipo 2) el cual nos menciona que este se puede acoplar a la sistema de bajo voltaje sin tener problemas de afectaciones hacia la red doméstica, además este cargador es de acceso económico es muy fácil de usarlo, al mismo tiempo se realizó el presente proyecto pensando en el usuario ya que en la actualidad no existe puntos de carga para estos elementos de almacenamiento de energía eléctrica como son los vehículos eléctricos.

Los puntos de carga además de ser escasos su costo por cada recarga son elevados e inclusive adquirir una electrolinera de carga rápida es muy costosa y como son de carga rápida estos provocan un deterioro de la vida útil de la batería, es por ello que hemos tomado la opción más factible de realizar un prototipo de electrolinera

Para el diseño de nuestro prototipo se realizó dos diagramas electrónicos mediante un software especial para diseño de circuitos, los cuales consta de un circuito de control y uno de potencia, estos nos permitieron controlar el tiempo de carga de las baterías de litio mediante el control de la corriente cumpliendo con las normas establecidas por el modo de carga tipo 2 (carga lenta).

El sistema de control es alimentado por una fuente externa en corriente alterna de 110 V / 220 V, consta de transformador monofásico conjuntamente con un puente de diodos el cual permitió reducir el voltaje para poder energizar los componentes electrónicos del circuito como son la tft nextion, el max87 y el micro controlador atmega, este permitió ingresar las variables que se visualiza en la pantalla así como la programación del sistema, además la comunicación que se mantiene con el circuito de potencia, a la salida de este tenemos un conector SAE - J1772 este cuenta con cuatro salidas las cuales son de voltaje y señal.

El circuito de potencia consta de un transformador monofásico así como también un puente de diodos para reducir el voltaje para el funcionamiento del atmega y los diferentes componentes electrónicos además cuenta con potenciómetros digitales con estos variamos la resistencia para poder manipular el voltaje para cargar la celda individualmente del banco de baterías, colocamos relés de accionamiento, estos nos permitieron activar y desactivarlos mediante el opto acoplador para que ingrese la corriente hacia el banco de baterías, además los sensores de corriente nos los cuales permiten censar la carga en tiempo real y cuatro celdas de litio q conformaran el banco de baterías.

Realizado las placas físicas de cada circuito se procedió al ensamblado respectivo y primera prueba con el banco de baterías.

Se logró con éxito el diseño y construcción del prototipo ya que este nos permitió cargar nuestro banco de baterías con total normalidad.

Además para cada una de las pruebas se puso una corriente diferente logrando que nuestro banco de baterías se cargue en diferentes tiempos es decir que mientras mayor corriente aplicado a este se cargara más rápido y a menor corriente aplicada esta se tardara en cargar, igualmente las gráficas de voltaje y corriente se visualizó con total satisfacción, gracias a esto nos permitió realizar el respectivo análisis de las curvas por cada una de las cargas.

6. PRESUPUESTO Y ANÁLISIS

6.1. Presupuesto

PRESUPUESTO DE LA CONSTRUCCIÓN DE UNA ELECTROLINERA DOMICILIARIA				
1. COSTOS DIRECTOS				
Ítem	Descripción de Materiales	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
1	Pantalla TFT	1	\$ 110,00	\$ 110,00
2	Conector SAE J1772 macho	1	\$ 300,00	\$ 300,00
3	Conector SAE J1772 hembra	1	\$ 120,00	\$ 120,00
5	Caja de soporte	2	\$ 45,00	\$ 90,00
6	Interruptor termo magnético	1	\$ 15,00	\$ 15,00
7	Conectores para soporte	2	\$ 1,25	\$ 2,50
8	Enchufe de potencia	1	\$ 20,00	\$ 20,00
9	Transformador de 4 A	1	\$ 12,50	\$ 12,50
10	Transformadores de 1 a	1	\$ 5,80	\$ 5,80

11	Elementos electrónicos	-	\$ 150,00	\$ 150,00
12	Batería de litio	8	\$ 15,00	\$ 120,00
13	Anaqueles	1	\$ 40,00	\$ 40,00
SUBTOTAL 1			\$	985,80
2. COSTOS INDIRECTOS				
Ítem	Descripción de Materiales	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
1	Transporte	1	\$ 50,00	\$ 50,00
2	Impresiones	1	\$ 40,00	\$ 40,00
SUBTOTAL 2			\$	90,00
TOTAL			\$	1075,80

6.2. Análisis del tir y van

Mediante el cálculo del tir y el van pudimos analizar que nuestro prototipo es factible construirlo ya que como sabemos nuestro sistema de carga lenta no daña el sistema interno de la batería por lo cual esta tendrá una duración de tres años adicionales haciendo un total de ocho años de durabilidad, gracias a esto nuestra inversión inicial de 1075,80 \$ se la podrá recuperar en cuatro años respetivamente, después de este periodo la ganancia anual que tendremos será de 375 \$ durante los últimos 4 años restantes y con un porcentaje de 13 % de interés, el cual nos indica que es viable realizarlo.

6.3. Análisis de impacto

El prototipo construido permite controlar parámetros de carga de las celdas del vehículo eléctrico en base al modo de carga 2 debido a su eficiencia de carga, al tener un elemento de almacenamiento de energía como un vehículo eléctrico se puede hacer uso del cargador en el domicilio, los parámetros que emplea el prototipo se obtiene de la red de AC.

En la actualidad la implementación de esta nueva tecnología de movilidad amigable con el medio ambiente viene a reemplazar el usos de combustibles fósiles debido que un vehículo eléctrico se proporciona netamente el suministro de energía de la red después de pasar por un proceso de carga. Otro aspecto importante del prototipo construido aplicado a los uso de los vehículos eléctricos es que juegan un papel importante para disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero, disminuyendo la contaminación del aire.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El cargador implementado funciona según los requerimientos que establece en la norma IEC para la carga de vehículo eléctrico en modo 2, Es decir, el cargador conectado a un sistema 110 V/ 220 V, 60 Hz permite la carga de baterías que puede ser monitoreada y visualizada mediante un sistema de control de potencia y un HMI.

El suministro de energía proporcionado el sistema de carga desde la red AC, el prototipo se encarga de transformar a DC para alimentar a los dispositivos electrónicos y la respectiva batería de ion-litio, cuando la batería se encuentra en un porcentaje de carga del 80% ingresa a un periodo donde consume menos corriente de la suministrada por el sistema hasta que se desconecte completamente del sistema de carga.

El prototipo se encarga de controlar la corriente hasta 4 A debido que la batería está conformada por 4 celdas de 1 A respectivamente, a un voltaje de 110 V / 220 V, además el prototipo está diseñado para cargas de 0 a 16 A como especifica el modo de carga 2 o carga lenta de un vehículo eléctrico obteniendo una potencia de 3,7 kWh para suministrar a la batería de elementos eléctricos tales como un vehículo o motocicleta eléctrica.

Se recomienda para realizar la carga de baterías, utilizar celdas de ion-litio que incorporan todo vehículo eléctrico debido que el prototipo realizado es modo de carga 2 (Carga lenta) además para la carga es implementado con conectores normandos para este tipo de aplicación. Para desarrollar la toma de da aumentar.

La batería no es recomendable debe descargar hasta un 30 % de su capacidad nominal, debido a que se disminuye el tiempo de vida útil y con ello las baterías incrementan la temperatura y empieza a ocasionar problemas en el proceso de carga y descarga.

Las pruebas realizadas del prototipo se obtuvo datos reales en donde se demostró a mas corriente el tiempo de carga disminuye dentro de los parámetros de carga lenta, al igual como sucede en el modo de carga 2 de una batería de vehículo eléctrico demora hasta 8 h en completar su carga.

8. BIBLIOGRAFÍA

- [1] I. Avila y M. Perez, Implementación de estaciones de carga para autos eléctricos en estacionamiento de la ESIME ZACATENCO, México: Instituto Politécnico Nacional, 2016.

- [2] C. Erazo, Análisis y diseño de una electrolinera alimentada por energía solar para cargar autos eléctricos, Quito: Universidad Tecnológica Equinoccial, 2016.
- [3] J. Ramirez y J. Gómez, Diseño eléctrico para una estación de carga de vehículos eléctricos, a partir de generación híbrida, Bogotá: Universidad de La Salle, 2017.
- [4] C. Camila, Prefactibilidad de Instalación de electrolineras fuente mixta de energía entre el sistema eléctrico y energía Renovable, Chile: Universidad Técnica Federico Santa María, 2017.
- [5] R. Luna y C. Suárez, Estudio del Impacto eléctrico en la red de media tensión por ingreso de autos eléctricos de media tensión por ingreso de autos eléctricos en la ciudad de Belo Horizonte, Guayaquil: Escuela Superior Politécnica del Litoral, 2017.
- [6] J. Vallejo, Situación de la ciudad de Medellín en cuanto a la capacidad que tiene en infraestructura de electrolineras para recargar de energía a los vehículos eléctricos, Medellín: Institución Universitaria Tecnológico de Antioquia, 2017.
- [7] J. Salmerón, Diseño de la instalación de una electrolinera, Leganés: Universidad Carlos III de Madrid, 2012.
- [8] C. García, Proyecto para la implantación de una electrolinera sostenible en Boceguillas, Chile: Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas y Energía, 2017.
- [9] S. Alvarado, Estudio de la factibilidad para la implementación de electrolineras en el Distrito Metropolitano de Quito, Quito: Universidad Internacional del Ecuador, 2017.
- [10] M. Riveros, Impacto de un parque vehicular eléctrico en los requerimientos de reconfiguración de la red de distribución de la ciudad de Santiago, Santiago de Chile: Universidad de Chile, 2013.
- [11] C. Erique, Análisis y diseño de una electrolinera para la recarga de vehículos eléctricos livianos, haciendo uso de energía fotovoltaico, Guayaquil: Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, 2016.
- [12] J. Ceballos, E. Caicedo y O. Sandra, «Una Propuesta Metodológica para Dimensionar el Impacto de los Vehículos Eléctricos sobre la Red Eléctrica,» *Ingeniería*, vol. 21, n° 2, p. 23, 2016.
- [13] J. Carbo y S. Mendoza, Diseño de construcción y análisis de emplazamiento de electrolineras en Guayaquil y Samborombón", Guayaquil: Escuela Superior Politécnica del Litoral, 2017.
- [14] Revista Líderes, «Los vehículos eléctricos ruedan por el país y desean acelerar,» 16 Enero 2018. [En línea]. Available: <https://www.revistalideres.ec/lideres/vehiculos-electricos-ruedan-pais->

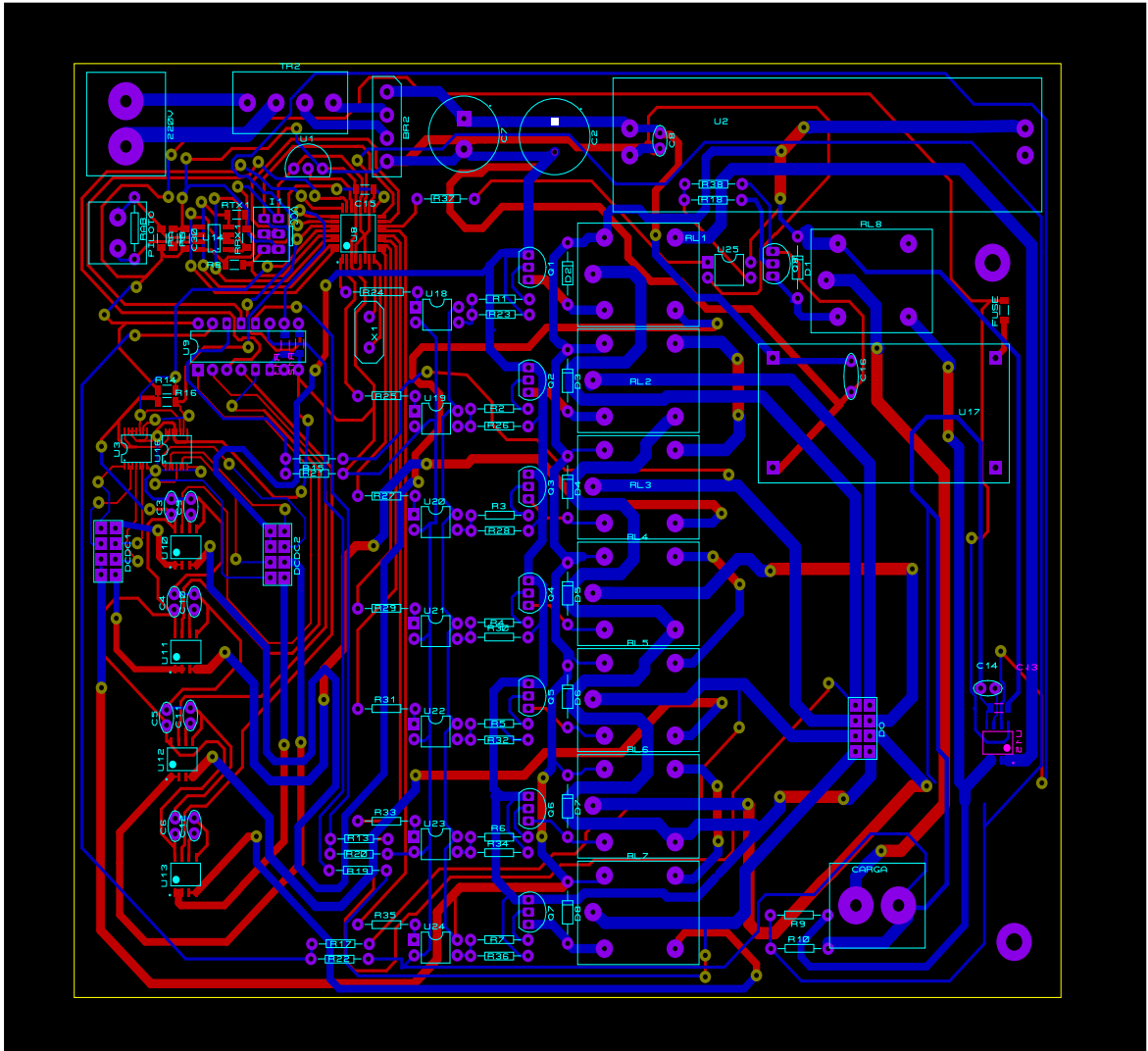
empresas.html?fbclid=IwAR1YGSiQJQVEG58JEa4Uusz1QLSxdEtTjnKPJbzDjx9RQ-lp__prFsW-OckM. [Último acceso: 31 Octubre 2018].

- [15] MATUS GARCIA RUIZ, «PASADO, PRESENTE Y FUTURO DE VEHICULOS ELECTRICO,» REPOSITORIO, PEREIRA, 2015.
- [16] J. M. HERRERO, «OA.UPM,» 06 03 2013. [En línea]. Available: http://oa.upm.es/14979/1/PFC_Jesus_Moreno_Herrero.pdf.
- [17] J. Acevedo, «Modelado y simulación de una batería de ion-litio multicelda,» *Springer*, vol. II, p. 7, 2012.
- [18] C. Bosh, «Manual de baterías Bosh,» *Bosh*, vol. I, p. 22, 2010.
- [19] F. J1772, «Datasheet Conector,» Corporacion , Estados Unidos, 2015.
- [20] J. Vélez, Análisis y estimación de la Demanda Eléctrica con la implementación de vehículos Eléctricos conectados a una Red de Distribución en Cuenca y el Ecuador, Cuenca: Universidad de Cuenca, 2017.
- [21] D. Ortiz, Estudio de Pre Factibilidad para la Implementación de un Servicio de Electrolineras en la ciudad de Cuenca en el año 2017 - 2018, Cuenca: Universidad Católica de Cuenca, 2018.
- [22] Corporativo, «Direct Industry,» Virtual Expo, Enero 2010. [En línea]. Available: <http://www.directindustry.es/cat/componentes-electronicos-AA.html>. [Último acceso: 2019].
- [23] M. Riveros, Impacto de un Parque Vehicular eléctrico en los requerimientos de reconfiguración de la red de distribución de la ciudad de Santiago, Santiago de Chile: Universidad de Chile , 2015.
- [24] L. Posligua, Incidencia en excesivo tiempo de recarga de las baterías convencionales para los vehículos eléctricos", Guayaquil: Universidad de Guayaquil, 2016.
- [25] G. Lucía, Diseño de la instalación eléctrica de una electrolinera, Leganés: Universidad Carlos III de Madrid, 2012.

ANEXOS

ANEXO #1

Diseño de distribución de elementos electrónicos del Circuito de Potencia



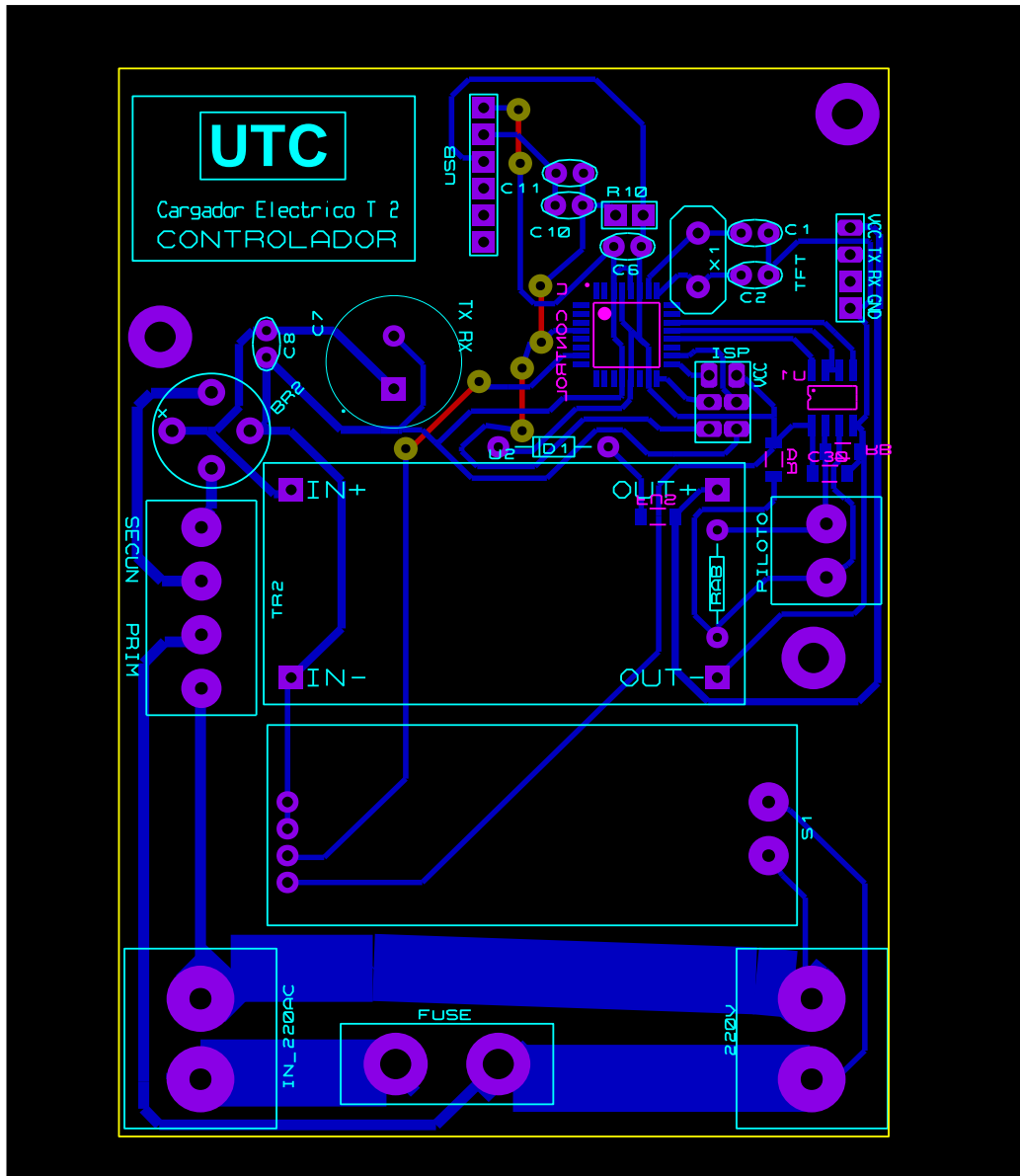
ANEXO #2

Disposicion de dispositivos electrónicos, Circuito de potencia



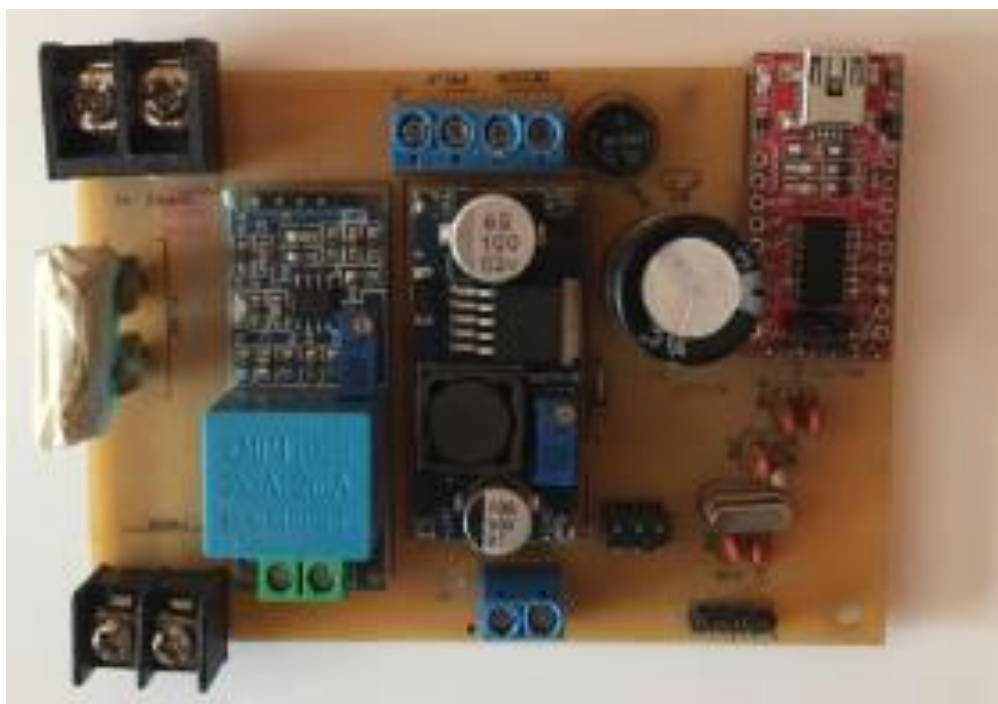
ANEXO # 3

Diseño de distribución de elementos electrónicos del Circuito de Control



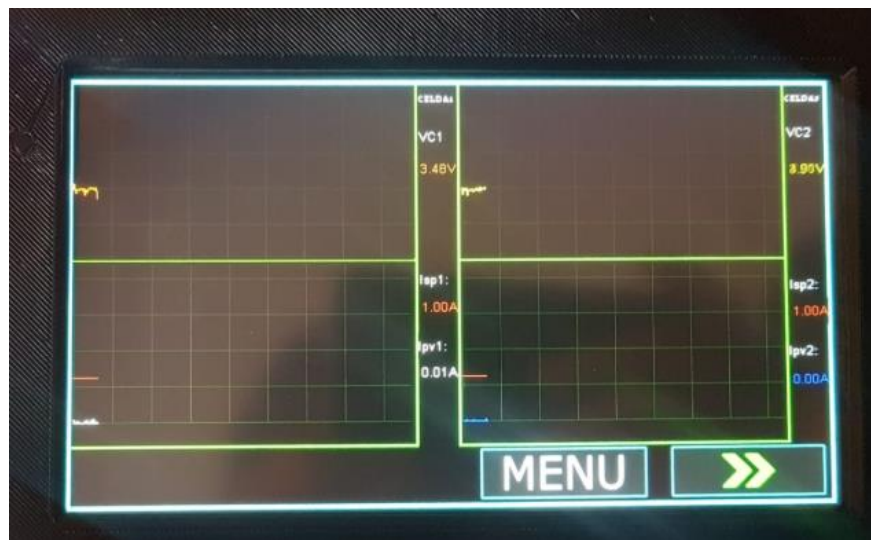
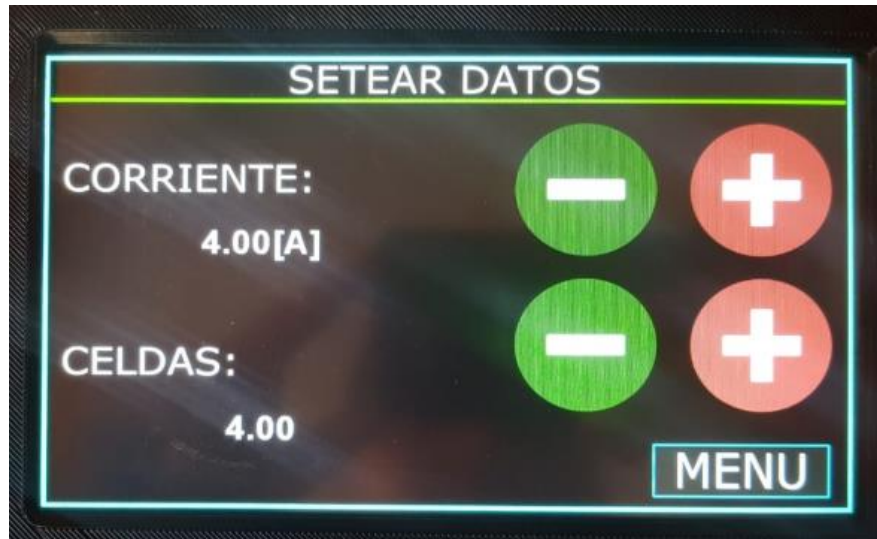
ANEXO # 4

Disposicion de dispositivos electrónicos, circuito de control



ANEXO #5

Diseño y visualización de los iconos principales en de la pantalla Netxion



ANEXO #6

Circuito de potencia,

ANEXO #7

Circuito de control,

ANEXO #8

Construccion final del prototipo



ANEXO # 9

Lista de materiales del sistema de control

Bill Of Materials for control

Design Title control
Author
Document Number
Revision
Design Created domingo, 16 de junio de 2019
Design Last Modified miércoles, 27 de noviembre de 2019
Total Parts In Design 28

0 Modules				
Quantity	References	Value	Stock Code	Unit Cost
Sub-totals:				
				\$0,00
8 Capacitors				
Quantity	References	Value	Stock Code	Unit Cost
2	C1-C2	22pF		
1	C6	100n		
1	C7	3300u	Digikey P12379-ND	
1	C8	100nF		
2	C10-C11	0.1uF		
1	C30	10uF		
Sub-totals:				\$0,00
1 Resistors				
Quantity	References	Value	Stock Code	Unit Cost
1	R10	10k	M10K	
Sub-totals:				\$0,00
2 Integrated Circuits				
Quantity	References	Value	Stock Code	Unit Cost
1	U1	MAX487		
1	U2	LM2596		
Sub-totals:				\$0,00
0 Transistors				
Quantity	References	Value	Stock Code	Unit Cost
Sub-totals:				
				\$0,00
1 Diodes				
Quantity	References	Value	Stock Code	Unit Cost
1	D1	1N4148		
Sub-totals:				\$0,00
16 Miscellaneous				
Quantity	References	Value	Stock Code	Unit Cost
2	220V,PILOTO	TBLOCK-I2		
1	BR2	2W02G		
1	FUS	1A		
1	FUSE	17A		
1	IN_220AC	220V		
1	ISP	ISP6		
2	RA,RB	10k		
1	RAB	250R		
1	S1	SENSOR_VOLTAJE		
1	TFT	CONN-SIL4		
1	TR2	TRAN-2P2S		
1	U CONTROL	ATMEGA328P		
1	USB	CONN-SIL6		
1	X1	CRYSTAL		
Sub-totals:				\$0,00

ANEXO # 10

Lista de materiales del sistema de potencia

Bill Of Materials for poten

Design Title poten
Author
Document Number
Revision
Design Created jueves, 24 de octubre de 2019
Design Last Modified martes, 17 de diciembre de 2019
Total Parts In Design 115

0 Modules				
Quantity	References	Value	Stock Code	Unit Cost
Sub-totals:				\$0,00
16 Capacitors				
Quantity	References	Value	Stock Code	Unit Cost
2	C2,C7	3300u	Digikey P12379-ND	
7	C3-C6,C8,C13,C16	100nF		
5	C9-C12,C14	1nF		
1	C15	100n		
1	C30	10uF		
Sub-totals:				\$0,00
38 Resistors				
Quantity	References	Value	Stock Code	Unit Cost
23	R1-R8,R10-R12,R14,R16,R18-R19,R24-R25,R27,R29,R31,R33,R35,R37	10k	M10K	
1	R9	33k	M10K	
4	R13,R15,R17,R22	100k	M10K	
1	R20	22k	M10K	
1	R21	47k	M10K	
8	R23,R26,R28,R30,R32,R34,R36,R38	2.2K	M10K	
Sub-totals:				\$0,00
21 Integrated Circuits				
Quantity	References	Value	Stock Code	Unit Cost
1	U1	LM35		
2	U2,U17	LM2596		
2	U3,U16	TPL0102-100	MOUSER 595-TPL0102-100PWR	
1	U8	ATMEGA328P		
1	U9	4052		
5	U10-U13,U15	ACS712ELCTR-30A-T		
1	U14	MAX487		
8	U18-U25	PC817		
Sub-totals:				\$0,00
8 Transistors				
Quantity	References	Value	Stock Code	Unit Cost
8	Q1-Q8	2N2222A		
Sub-totals:				\$0,00
8 Diodes				
Quantity	References	Value	Stock Code	Unit Cost
8	D1-D8	1N4148		

Sub-totals:				\$0,00
24 Miscellaneous				
<u>Quantity</u>	<u>References</u>	<u>Value</u>	<u>Stock Code</u>	<u>Unit Cost</u>
1	220V	ACIN		
1	BR2	2W02G		
2	CARGA,PILOTO	TBLOCK-12		
3	DCDC1-DCDC2,DO	CONN-DIL8		
1	FUSE	1A		
1	I1	ISP6		
4	RA,RB,RFX1,RTX1	10k		
1	RAB	250R		
8	RL1-RL8	NTE-R46-12		
1	TR2	TRAN-2P2S		
1	X1	CRYSTAL		
Sub-totals:				\$0,00
<hr/> Totals:				\$0,00

miércoles, 08 de enero de 2020 14:27:19

ANEXO #11

Hojas tecnicas de los dispositivos electrónicos

Configuración ATMEGA

Features

- High Performance, Low Power AVR[®] 8-Bit Microcontroller
- Advanced RISC Architecture
 - 131 Powerful Instructions – Most Single Clock Cycle Execution
 - 32 x 8 General Purpose Working Registers
 - Fully Static Operation
 - Up to 20 MIPS Throughput at 20 MHz
 - On-chip 2-cycle Multiplier
- High Endurance Non-volatile Memory Segments
 - 4/8/16/32K Bytes of In-System Self-Programmable Flash program memory (ATmega48PA/88PA/168PA/328P)
 - 256/512/512/1K Bytes EEPROM (ATmega48PA/88PA/168PA/328P)
 - 512/1K/1K/2K Bytes Internal SRAM (ATmega48PA/88PA/168PA/328P)
 - Write/Erase Cycles: 10,000 Flash/100,000 EEPROM
 - Data retention: 20 years at 85°C/100 years at 25°C⁽¹⁾
 - Optional Boot Code Section with Independent Lock Bits
 - In-System Programming by On-chip Boot Program
 - True Read-While-Write Operation
 - Programming Lock for Software Security
- Peripheral Features
 - Two 8-bit Timer/Counters with Separate Prescaler and Compare Mode
 - One 16-bit Timer/Counter with Separate Prescaler, Compare Mode, and Capture Mode
 - Real Time Counter with Separate Oscillator
 - Six PWM Channels
 - 8-channel 10-bit ADC in TQFP and QFN/MLF package
 - Temperature Measurement
 - 6-channel 10-bit ADC in PDIP Package
 - Temperature Measurement
 - Programmable Serial USART
 - Master/Slave SPI Serial Interface
 - Byte-oriented 2-wire Serial Interface (Philips I²C compatible)
 - Programmable Watchdog Timer with Separate On-chip Oscillator
 - On-chip Analog Comparator
 - Interrupt and Wake-up on Pin Change
- Special Microcontroller Features
 - Power-on Reset and Programmable Brown-out Detection
 - Internal Calibrated Oscillator
 - External and Internal Interrupt Sources
 - Six Sleep Modes: Idle, ADC Noise Reduction, Power-save, Power-down, Standby, and Extended Standby
- I/O and Packages
 - 23 Programmable I/O Lines
 - 28-pin PDIP, 32-lead TQFP, 28-pad QFN/MLF and 32-pad QFN/MLF
- Operating Voltage:
 - 1.8 - 5.5V for ATmega48PA/88PA/168PA/328P
- Temperature Range:
 - -40°C to 85°C
- Speed Grade:
 - 0 - 20 MHz @ 1.8 - 5.5V
- Low Power Consumption at 1 MHz, 1.8V, 25°C for ATmega48PA/88PA/168PA/328P:
 - Active Mode: 0.2 mA
 - Power-down Mode: 0.1 µA
 - Power-save Mode: 0.75 µA (Including 32 kHz RTC)



8-bit AVR[®]
Microcontroller
with 4/8/16/32K
Bytes In-System
Programmable
Flash

ATmega48PA
ATmega88PA
ATmega168PA
ATmega328P

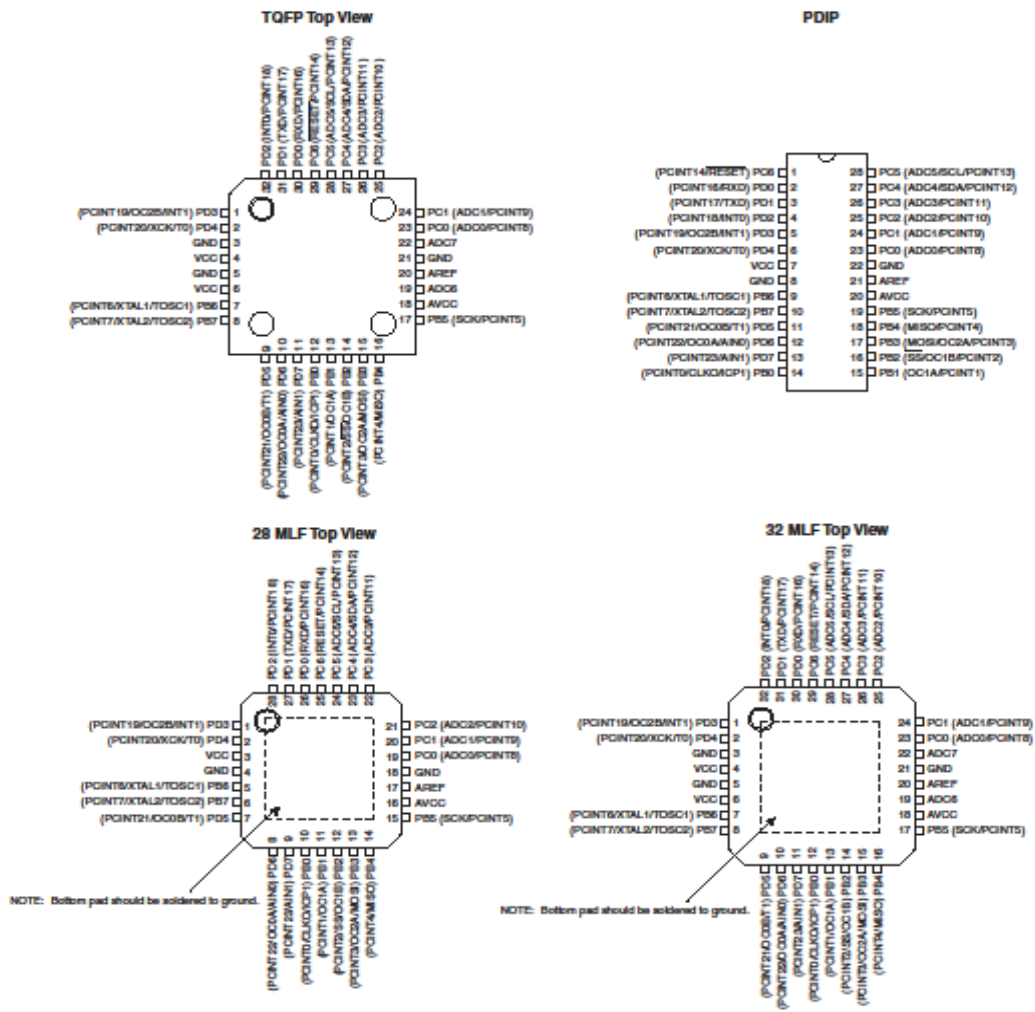
Summary

Rev. 8161DS-AVR-10/00



1. Pin Configurations

Figure 1-1. Pinout ATmega48PA/88PA/168PA/328P



1.1 Pin Descriptions**1.1.1 VCC**

Digital supply voltage.

1.1.2 GND

Ground.

1.1.3 Port B (PB7:0) XTAL1/XTAL2/TOSC1/TOSC2

Port B is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port B output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port B pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port B pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.

Depending on the clock selection fuse settings, PB6 can be used as input to the Inverting Oscillator amplifier and input to the internal clock operating circuit.

Depending on the clock selection fuse settings, PB7 can be used as output from the Inverting Oscillator amplifier.

If the internal Calibrated RC Oscillator is used as chip clock source, PB7..6 is used as TOSC2..1 input for the Asynchronous Timer/Counter2 if the AS2 bit in ASSR is set.

The various special features of Port B are elaborated in "Alternate Functions of Port B" on page 76 and "System Clock and Clock Options" on page 26.

1.1.4 Port C (PC5:0)

Port C is a 7-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The PC5..0 output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port C pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port C pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.

1.1.5 PC6/RESET

If the RSTDISBL Fuse is programmed, PC6 is used as an I/O pin. Note that the electrical characteristics of PC6 differ from those of the other pins of Port C.

If the RSTDISBL Fuse is unprogrammed, PC6 is used as a Reset Input. A low level on this pin for longer than the minimum pulse length will generate a Reset, even if the clock is not running. The minimum pulse length is given in Table 28-3 on page 308. Shorter pulses are not guaranteed to generate a Reset.

The various special features of Port C are elaborated in "Alternate Functions of Port C" on page 79.

1.1.6 Port D (PD7:0)

Port D is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port D output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port D pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port D pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.





MAX·COM, INC. Mixed Signal ICs

APPLICATION NOTE

Crystal Oscillator Circuit Design

In this application note we shall discuss our recommended crystal oscillator circuit, explain each component in the circuit and provide some guidelines on selecting values for these components. Finally, we shall give a few precautions to take in order to avoid in-stability and start-up problems.

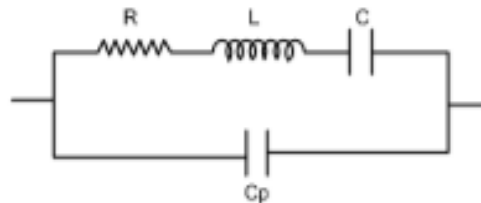


Figure 1. Crystal equivalent Circuit.

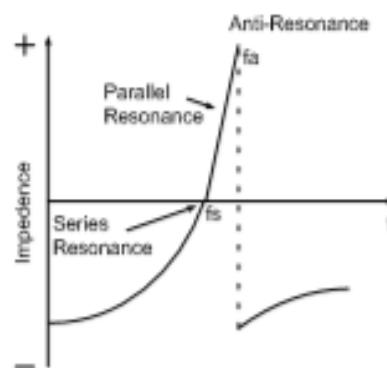


Figure 2. Reactance Vs Frequency plot of a crystal.

Figure 1. shows the crystal equivalent circuit. R is the effective series resistance, L and C are the motional inductance and capacitance of the crystal. C_p is the shunt capacitance due to the crystal electrodes. Figure 2. shows the reactance-frequency plot of the crystal. When a crystal is operating at series resonance it looks purely resistive and the reactances of the inductor and the capacitor are equal ($X_L = X_C$). The series resonance frequency is given by the equation

$$f_s = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

When the crystal is operating in parallel resonant mode it looks inductive. The frequency of operation in this mode is defined by the load on the crystal. The crystal manufacturer should specify the load capacitance C_L for parallel resonant crystals. In this mode the frequency of oscillation is given by the equation.

$$f_c = \frac{1}{2\pi\sqrt{L \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}}}$$



1N4148 / 1N4448

SMALL SIGNAL SWITCHING DIODE

FEATURES

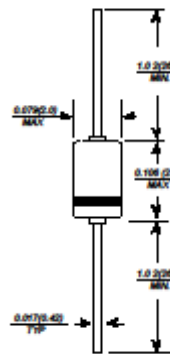
- Silicon epitaxial planar diode
- Switching diodes
- 500mw power dissipation
- High temperature soldering guaranteed
250 C/10 seconds, 0.375" (9.5mm) lead length,
5 lbs. (2.3kg) tension

MECHANICAL DATA

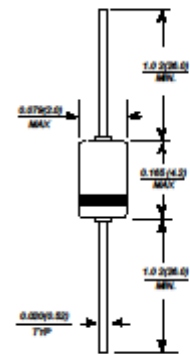
Case: DO-34\DO-35 glass sealed envelope.
Terminals: Plated axial leads, solderable per MIL-STD-750,
Method 2026
Polarity: Color band denotes cathode end
Mounting Position: Any
Weight: 0.003 ounce, 0.09 grams (DO-34)
0.005 ounce, 0.14 grams (DO-35)



DO-34(GLASS)



DO-35(GLASS)



Maximum Ratings ($T_A=25^{\circ}\text{C}$ Unless otherwise noted)

Characteristic	Symbol	1N4148 / 1N4448	Unit
Non-Repetitive Peak Voltage	V_{RM}	100	V
Peak Repetitive Reverse Voltage	V_{PRM}	75	V
Working Peak Reverse Voltage	V_{RWM}		
DC Blocking Voltage	V_R		
Average Rectified Output Current ⁽¹⁾	I_O	150	mA
Non-Repetitive Peak Forward Surge Current @ $t=1.0\mu\text{s}$	I_{FSM}	2.0	A
Power Dissipation	P_d	500	mW
Thermal Resistance Junction to Ambient	$R_{\theta JA}$	300	K/W
Operating and Storage Temperature Range	T_J, T_{STG}	-65 to +175	$^{\circ}\text{C}$

Electrical Characteristics ($T_A=25^{\circ}\text{C}$ Unless otherwise noted)

Characteristic	Symbol	Min	Max	Unit
Reverse Breakdown Voltage $I_{R}=100\mu\text{A}$	$V_{(BR)R}$	100	-	V
Forward Voltage 1N4148 $I_F=10\text{mA}$ 1N4448 $I_F=5\text{mA}$ $I_F=100\text{mA}$	V_F	0.62	1.0 0.72 1.0	V
Leakage Current $V_R=20\text{V}$ $V_R=75\text{V}$ $V_R=75\text{V}, T_J=150^{\circ}\text{C}$	I_R	-	25 5 50	μA
Junction Capacitance	C_J	-	4	PF
Reverse Recovery Time $I_F=10\text{mA}, I_R=1\text{mA}, V_R=6\text{V}, R_L=100\Omega$	T_{RR}	-	4	nS

Note: 1. Valid Provided that device Terminals are Kept at Ambient Temperature.

LM2596 SIMPLE SWITCHER® Power Converter 150 kHz 3A Step-Down Voltage Regulator

Check for Samples: [LM2596](#)

FEATURES

- 3.3V, 5V, 12V, and Adjustable Output Versions
- Adjustable Version Output Voltage Range, 1.2V to 37V ±4% Max Over Line and Load Conditions
- Available in TO-220 and TO-263 Packages
- Ensured 3A Output Load Current
- Input Voltage Range Up to 40V
- Requires Only 4 External Components
- Excellent Line and Load Regulation Specifications
- 150 kHz Fixed Frequency Internal Oscillator
- TTL Shutdown Capability
- Low Power Standby Mode, I_Q Typically 80 μ A
- High Efficiency
- Uses Readily Available Standard Inductors
- Thermal Shutdown and Current Limit Protection

APPLICATIONS

- Simple High-Efficiency Step-Down (Buck) Regulator
- On-Card Switching Regulators
- Positive to Negative Converter

DESCRIPTION

The LM2596 series of regulators are monolithic integrated circuits that provide all the active functions for a step-down (buck) switching regulator, capable of driving a 3A load with excellent line and load regulation. These devices are available in fixed output voltages of 3.3V, 5V, 12V, and an adjustable output version.

Requiring a minimum number of external components, these regulators are simple to use and include internal frequency compensation, and a fixed-frequency oscillator.

The LM2596 series operates at a switching frequency of 150 kHz thus allowing smaller sized filter components than what would be needed with lower frequency switching regulators. Available in a standard 5-lead TO-220 package with several different lead bend options, and a 5-lead TO-263 surface mount package.

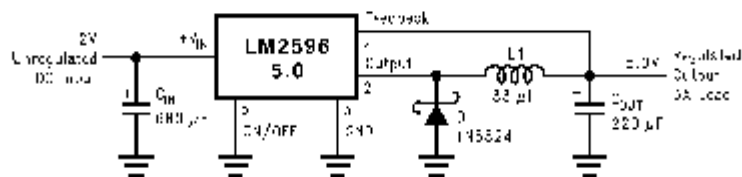
A standard series of inductors are available from several different manufacturers optimized for use with the LM2596 series. This feature greatly simplifies the design of switch-mode power supplies.

Other features include an ensured ±4% tolerance on output voltage under specified input voltage and output load conditions, and ±15% on the oscillator frequency. External shutdown is included, featuring typically 80 μ A standby current. Self protection features include a two stage frequency reducing current limit for the output switch and an over temperature shutdown for complete protection under fault conditions. ⁽¹⁾

(1) † Patent Number 5,382,918.

Typical Application

(Fixed Output Voltage Versions)



Please be aware that an important notice concerning availability, standard warranty, and use in critical applications of Texas Instruments semiconductor products and disclaimers thereto appears at the end of this data sheet.

SIMPLE SWITCHER is a registered trademark of Texas Instruments.
All other trademarks are the property of their respective owners.

PRODUCTION DATA information is current as of publication date.
Products conform to specifications per the terms of the Texas Instruments standard warranty. Production processing does not necessarily include testing of all parameters.

Copyright © 1999–2013, Texas Instruments Incorporated

MAXIM

Low-Power, Slew-Rate-Limited RS-485/RS-422 Transceivers

General Description

The MAX481, MAX483, MAX485, MAX487-MAX491, and MAX1487 are low-power transceivers for RS-485 and RS-422 communication. Each part contains one driver and one receiver. The MAX483, MAX487, MAX488, and MAX489 feature reduced slew-rate drivers that minimize EMI and reduce reflections caused by improperly terminated cables, thus allowing error-free data transmission up to 250kbps. The driver slew rates of the MAX481, MAX485, MAX490, MAX491, and MAX1487 are not limited, allowing them to transmit up to 2.5Mbps.

These transceivers draw between 120 μ A and 500 μ A of supply current when unloaded or fully loaded with disabled drivers. Additionally, the MAX481, MAX483, and MAX487 have a low-current shutdown mode in which they consume only 0.1 μ A. All parts operate from a single 5V supply.

Drivers are short-circuit current limited and are protected against excessive power dissipation by thermal shutdown circuitry that places the driver outputs into a high-impedance state. The receiver input has a fail-safe feature that guarantees a logic-high output if the input is open circuit.

The MAX487 and MAX1487 feature quarter-unit-load receiver input impedance, allowing up to 128 MAX487/MAX1487 transceivers on the bus. Full-duplex communications are obtained using the MAX488-MAX491, while the MAX481, MAX483, MAX485, MAX487, and MAX1487 are designed for half-duplex applications.

Applications

Low-Power RS-485 Transceivers
 Low-Power RS-422 Transceivers
 Level Translators
 Transceivers for EMI-Sensitive Applications
 Industrial-Control Local Area Networks

Next Generation Device Features

- ◆ For Fault-Tolerant Applications
 MAX3430: \pm 80V Fault-Protected, Fail-Safe, 1/4 Unit Load, +3.3V, RS-485 Transceiver
 MAX3440E-MAX3444E: \pm 15kV ESD-Protected, \pm 60V Fault-Protected, 10Mbps, Fail-Safe, RS-485/J1708 Transceivers
- ◆ For Space-Constrained Applications
 MAX3460-MAX3464: +5V, Fail-Safe, 20Mbps, Profibus RS-485/RS-422 Transceivers
 MAX3362: +3.3V, High-Speed, RS-485/RS-422 Transceiver in a SOT23 Package
 MAX3280E-MAX3284E: \pm 15kV ESD-Protected, 52Mbps, +3V to +5.5V, SOT23, RS-485/RS-422, True Fail-Safe Receivers
 MAX3293/MAX3294/MAX3295: 20Mbps, +3.3V, SOT23, RS-855/RS-422 Transmitters
- ◆ For Multiple Transceiver Applications
 MAX3030E-MAX3033E: \pm 15kV ESD-Protected, +3.3V, Quad RS-422 Transmitters
- ◆ For Fail-Safe Applications
 MAX3080-MAX3089: Fail-Safe, High-Speed (10Mbps), Slew-Rate-Limited RS-485/RS-422 Transceivers
- ◆ For Low-Voltage Applications
 MAX3483E/MAX3485E/MAX3486E/MAX3488E/MAX3490E/MAX3491E: +3.3V Powered, \pm 15kV ESD-Protected, 12Mbps, Slew-Rate-Limited, True RS-485/RS-422 Transceivers

Ordering Information appears at end of data sheet.

Selection Table

PART NUMBER	HALF/FULL DUPLEX	DATA RATE (Mbps)	SLEW-RATE LIMITED	LOW-POWER SHUTDOWN	RECEIVER/ DRIVER ENABLE	QUIESCENT CURRENT (μ A)	NUMBER OF TRANSMITTERS ON BUS	PIN COUNT
MAX481	Half	2.5	No	Yes	Yes	300	32	8
MAX483	Half	0.25	Yes	Yes	Yes	120	32	8
MAX485	Half	2.5	No	No	Yes	300	32	8
MAX487	Half	0.25	Yes	Yes	Yes	120	128	8
MAX488	Full	0.25	Yes	No	No	120	32	8
MAX489	Full	0.25	Yes	No	Yes	120	32	14
MAX490	Full	2.5	No	No	No	300	32	8
MAX491	Full	2.5	No	No	Yes	300	32	14
MAX1487	Half	2.5	No	No	Yes	230	128	8

MAXIM

Maxim Integrated Products 1

For pricing, delivery, and ordering information, please contact Maxim/Dallas Direct! at 1-888-629-4642, or visit Maxim's website at www.maxim-ic.com.

MAX481/MAX483/MAX485/MAX487-MAX491/MAX1487

DATA SHEET



2N2222; 2N2222A NPN switching transistors

Product specification
Supersedes data of September 1994
File under Discrete Semiconductors, SC04

1997 May 29



NPN switching transistors

2N2222; 2N2222A

FEATURES

- High current (max. 800 mA)
- Low voltage (max. 40 V).

APPLICATIONS

- Linear amplification and switching.

DESCRIPTION

NPN switching transistor in a TO-18 metal package.
PNP complement: 2N2907A.

PINNING

PIN	DESCRIPTION
1	emitter
2	base
3	collector, connected to case

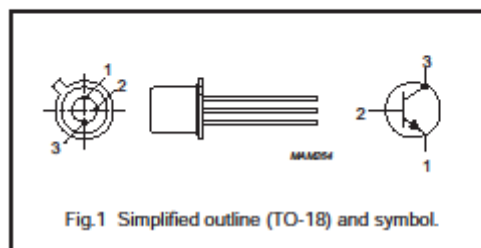


Fig.1 Simplified outline (TO-18) and symbol.

QUICK REFERENCE DATA

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN.	MAX.	UNIT
V_{CBO}	collector-base voltage	open emitter	–	60	V
	2N2222		–	75	V
V_{CEO}	collector-emitter voltage	open base	–	30	V
	2N2222A		–	40	V
I_C	collector current (DC)		–	800	mA
P_{tot}	total power dissipation	$T_{amb} \leq 25\text{ }^\circ\text{C}$	–	500	mW
h_{FE}	DC current gain	$I_C = 10\text{ mA}; V_{CE} = 10\text{ V}$	75	–	
f_T	transition frequency	$I_C = 20\text{ mA}; V_{CE} = 20\text{ V}; f = 100\text{ MHz}$	250	–	MHz
	2N2222A		300	–	MHz
t_{off}	turn-off time	$I_{Con} = 150\text{ mA}; I_{Bon} = 15\text{ mA}; I_{Boff} = -15\text{ mA}$	–	250	ns



2W005G THRU 2W10G SINTERED GLASS PASSIVATED BRIDGE RECTIFIER

Reverse Voltage - 50 to 1000 Volts Forward Current - 2.0 Amperes

WOB

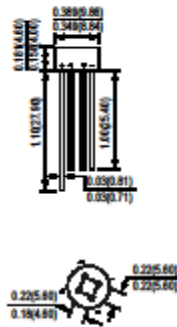


FEATURES

- *Glass Passivated Die Construction
- *Diffused Junction
- *Low Forward Voltage Drop, High Current Capability
- *Surge Overload Rating to 60A Peak
- *Ideal for Printed Circuit Boards
- *Case to Terminal Isolation Voltage 2500V
- *Plastic Material has Underwriters Laboratory Flammability Classification 94V-0

MECHANICAL DATA

Case : Molded Plastic
 Terminals : Plated leads solderable per MIL-STD-750, Method 2026
 Polarity : As marked on Body
 Mounting Position : Any
 Weight : 1.3 grams (approx)



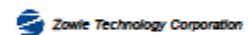
*Dimensions in inches and (millimeters)

MAXIMUM RATINGS AND ELECTRICAL CHARACTERISTICS

Ratings at 25°C ambient temperature unless otherwise specified.	SYMBOLS	2W							UNITS
		005G	01G	02G	04G	06G	08G	10G	
Maximum repetitive peak reverse voltage	V _{RRM}	50	100	200	400	600	800	1000	Volts
Maximum RMS voltage	V _{RMS}	35	70	140	280	420	560	700	Volts
Maximum DC blocking voltage	V _{DC}	50	100	200	400	600	800	1000	Volts
Maximum average forward rectified current @TA=25°C	I _(AV)	2.0							Amps
Peak forward surge current 8.3ms single half sine-wave superimposed on rated load (JEDEC Method)	I _{FSM}	60							Amps
Maximum instantaneous forward voltage at 2.0 A	V _F	1.1							Volts
Maximum DC reverse current @TA=25°C at rated DC blocking voltage @TA=125°C	I _R	5.0 500							uA
Typical junction capacitance (NOTE 1)	C _J	16							pF
Typical thermal resistance junction to case	R _{θJC}	63							K/W
Operating junction and storage temperature range	T _J ,T _{STG}	-65 to +150							°C

NOTES (1) Measured at 1.0 MHz and applied reverse voltage of 4.0 Volts
 (2) Thermal resistance from junction to case mounted on PC board with 13 X 13mm (0.03mm thick) land areas.

REV. : 0



256-TAPS DUAL CHANNEL DIGITAL POTENTIOMETER WITH NON-VOLATILE MEMORY

 Check for Samples: [TPL0102](#)
FEATURES

- Dual Channel, 256-Position Resolution
- Non-volatile Memory Stores Wiper Settings
- 2mm x 2mm, 14-pin MicroQFN or 14-pin TSSOP Packages
- 100 k Ω End-to-End Resistance (TPL0102-100)
- Fast Power-up Response Time to Wiper Setting: $100\mu\text{s}$
- ± 0.5 LSB INL, ± 0.25 LSB DNL (Voltage-Divider Mode)
- 4 ppm/ $^{\circ}\text{C}$ Ratiometric Temperature Coefficient
- I²C-compatible Serial Interface
- 2.7 V to 5.5 V Single-Supply Operation
- ± 2.25 V to ± 2.75 V Dual-Supply Operation
- Operating Temperature Range From -40°C to $+85^{\circ}\text{C}$
- ESD Performance Tested Per JESD 22
 - 2000-V Human Body Model (A114-B, Class II)

APPLICATIONS

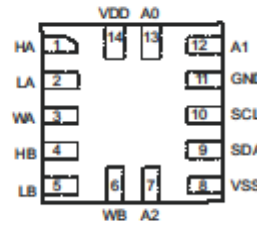
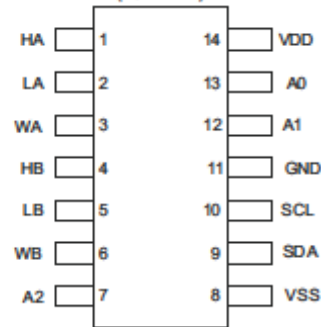
- Adjustable Gain Amplifiers and Offset Trimming
- Adjustable Power Supplies
- Precision Calibration of Set Point Thresholds
- Sensor Trimming and Calibration
- Mechanical Potentiometer Replacement

DESCRIPTION

The TPL0102 is a two channel, linear-taper digital potentiometer with 256 wiper positions. Each potentiometer can be used as a three-terminal potentiometer or as a two-terminal rheostat. The TPL0102-100 has an end-to-end resistance of 100k Ω .

The TPL0102 has non-volatile memory (EEPROM) which can be used to store the wiper position. The internal registers of the TPL0102 can be accessed using the I²C interface.

The TPL0102 is available in a 14-pin MicroQFN and 14-pin TSSOP package with a specified temperature range of -40°C to $+85^{\circ}\text{C}$.

**MicroQFN - RUC PACKAGE
(TOP VIEW)**

**TSSOP - PW PACKAGE
(TOP VIEW)**


Please be aware that an important notice concerning availability, standard warranty, and use in critical applications of Texas Instruments semiconductor products and disclaimers thereto appears at the end of this data sheet.

PRODUCTION DATA information is current as of publication date. Products conform to specifications per the terms of the Texas Instruments standard warranty. Production processing does not necessarily include testing of all parameters.

Copyright © 2011, Texas Instruments Incorporated

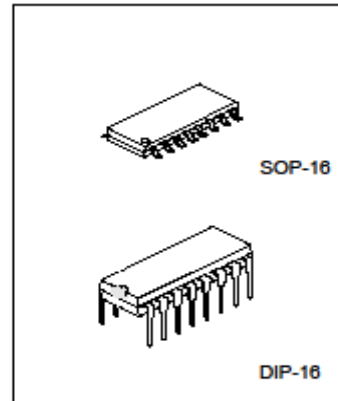
**ANALOG MULTIPLEXERS
/DEMULTIPLEXERS**

DESCRIPTION

The UTC 4052 analog multiplexers is digitally -controlled analog switch. The device feature low ON impedance and very low OFF leakage current. Control of analog signals up to the complete supply voltage range can be achieved.

FEATURES

- *Triple Diode Protection on Control Inputs
- *Switch Function Is Break Before Make
- *Supply Voltage Range=3.0 Vdc to 18 Vdc
- *Analog Voltage Range(VDD-VEE)~3.0 to 18V
Note:VEE must be \leq Vss
- *Linearized Transfer Characteristics
- *Low-noise-12mV/√Cycle, $f_s \geq 1.0$ kHz Typical

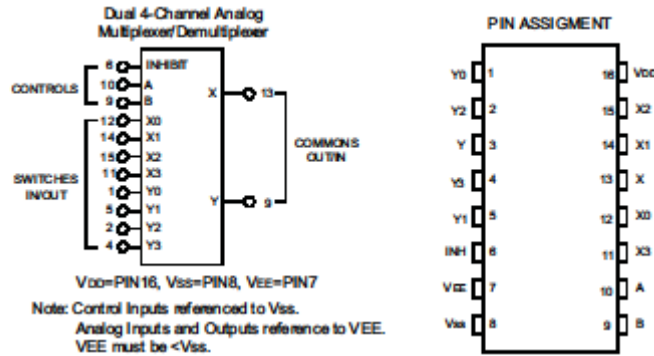


ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS*1

PARAMETER	SYMBOL	RATING	UNIT
DC Supply Voltage (Referenced to Vss, Vss \geq Vss)	V _{DD}	-0.5 ~ +18.0	V
Input or Output Voltage (DC or Transient) (Referenced to Vss for Control Inputs and Vss for switch I/O)	V _{in} , V _{out}	-0.5 ~ V _{DD} +0.5	V
Input Current (DC or Transient) per Control Pin	I _{in}	± 10	mA
Switch Through Current	I _{sw}	± 25	mA
Power Dissipation *2	P _D	700 500	mW
DIP-16 SOP-16			
Ambient Temperature Range	T _A	-55 ~ +125	°C
Storage Temperature Range	T _{stg}	-65 ~ +150	°C
Lead Temperature (8-Second Soldering)	T _{LEAD}	260	°C

*1. Maximum Ratings are those values beyond which damage to the device may occur.

*2. Temperature Derating : 7.0 mW/°C From 65°C ~ 125°C



ELECTRICAL CHARACTERISTICS

PARAMETER	SYMBOL	TEST CONDITIONS	-55°C		25°C		125°C		UNIT		
			MIN	MAX	MIN	TYP*	MAX	MIN		MAX	
SUPPLY REQUIREMENTS (Voltages Referenced to VEE)											
Power Current Per Range	I _{CC}	V _{CC} -3.0≥V _{SS} ≥V _{EE}	3.0	18	3.0		18	3.0	18	V	
Quiescent Current Per Package	I _{CC}	Control Inputs: V _{IN} =V _{AS} or V _{CC} , Switch I/O : V _{SS} ≤V _{IO} ≤V _{CC} , and ΔV _{switch} ≤500mV TM V _{CC} =5.0V V _{CC} =10V V _{CC} =15V		5.0 10 20		0.005 0.010 0.015	5.0 10 20		150 300 600	μA	
Total Supply Current (Dynamic Plus Quiescent, Per Package)	I _{CC(AV)}	TA=25°C only (The channel component, (V _{IN} -V _{OUT})/R _{ON} , is not included.) V _{CC} =5.0V V _{CC} =10V V _{CC} =15V	Typical (0.07μA/kHz)f+I _{CC} (0.20μA/kHz)f+I _{CC} (0.36μA/kHz)f+I _{CC}								μA
CONTROL INPUTS-INHIBIT, A, B, C (Voltages Referenced to Vss)											
Low-Level Input Voltage	V _L	R _{ON} per spec, I _{OFF} per spec V _{CC} =5.0V V _{CC} =10V V _{CC} =15V		1.5 3.0 4.0		2.25 4.50 6.75	1.5 3.0 4.0		1.5 3.0 4.0	V	
High-Level Input Voltage	V _H	R _{ON} per spec, I _{OFF} per spec V _{CC} =5.0V V _{CC} =10V V _{CC} =15V	3.5 7.0 11		3.5 7.0 11	2.75 5.50 8.25		3.5 7.0 11	- - -	V	

ANEXO #12

CODIGO DE PROGRAMACION DE LA PANTALLA , ATMEGA PARA CIRCUITOS DE CONTROL Y POTENCIA

```
#include <SoftwareSerial.h>

#include <EEPROM.h>

#include <Filters.h>

SoftwareSerial SerialHMI(-1, 6); // RX, TX

SoftwareSerial Serial485(9, 7); // RX, TX

#define control485 8

#define MAX_BIT 15

#define MUESTREOTFT 500

#define MUESTREO485 180

const int cid[ MAX_BIT ] = {

    101, 102, 103, 108,

    201, 202, 205, 206, 203,

    301,312,

    401,412,

    507,508

};

const char* nid[ MAX_BIT ] = {

    "b0", "b1", "b2", "b3",

    "b0", "b1", "b3", "b4", "b2",

    "b0", "b1",

    "b0", "b1",

    "b0", "b1"

};
```

```

///// Variables de tiempo
unsigned long t0;
unsigned long t1;
unsigned long t2;
unsigned long t3;

///// VARIABLES DE SERIAL
char inputString[255];
byte index=0;

///// VARIABLES DEL SISTEMA
float I_real;
float V_real;
float I_deseado;
int nCeldas=1;
int V_aplicado;
float VCelda=3.9;
float V_real_descarga;
float I_real_descarga;
float P_real;
int iniciar=0;
int pag=1;

///// VARIABLES POR CELDA
float Icr[4]={0,0,0,0};
float Icd[4]={1,1,1,1};
float Vcr[4]={0,0,0,0};
int waveformV[2]={2,4};
int waveformI[2]={3,5};

```

```

//// TEXT TFT PAG 1 MEN
String text_I_deseado_P1="t4";
String text_I_real_P1="t5";
String text_P_potencia_P1="t3";
String text_V_deseado_P1="t1";
String text_V_real_P1="t2";
String text_V_voltajeAplicado_P1="t0";
String text_bateria_P1="t6";
String progress_bateria_P1="j0";
String text_button_iniciar_P1="b3";
//// PAGINAS PARA CAMBIO DE BOTON
/// PAGINA 1
const int pagOFF=1,pagON=2;
//// TEXT TFT PAG 2 SET VALORES
String text_I_deseado_P2="t0";
String text_Celdas_P2="t1";
//// TEXT TFT PAG 3 y 4 TENDENCIA
String text_I_real_P3[2]={"t5","t7"};
String text_I_deseado_P3[2]={"t4","t6"};
String text_V_real_P3[2]={"t8","t9"};
//// TEXT TFT PAG 5 TENDENCIA
String text_I_real_P5="t3";
String text_V_real_P5="t2";
//// DIRECCIONES DE MEMORIA
int addrIdeseada = 1;
int addrVnominal = 2;

```

```

int addrCelda = 3;

int addrVACaplicado=4;

int nw=0;

// parametros para calculo de VOLTAJE

float testFrequency = 60;           // test signal frequency (Hz)

float windowLength = 40.0; //testFrequency;   how long to average the signal, for statistist

float intercept = -0.04; // to be adjusted based on calibration testing

float slope = 0.0405; // to be adjusted based on calibration testing

float current_Volts; // Voltage

int Sensor = 0; //Sensor analog input, here it's A0

unsigned long printPeriod = 1000; //Refresh rate

unsigned long previousMillis = 0;

int descargar=0;

RunningStatistics inputStats;           //Easy life lines, actual calculation of the RMS requires
a load of coding

void setup() {

inputStats.setWindowSecs( windowLength );

    //ingresa solo cuando es programado la primera vez

if(EEPROM.read(0)==255)

{

EEPROM.write(0, 1); // para nunca mas entre

EEPROM.write(addrIdeseada, 4);

EEPROM.write(addrVnominal, 13);

EEPROM.write(addrCelda, 4);

EEPROM.write(addrVACaplicado, 110);

}

```

```

nCeldas=EEPROM.read(addrCelda);
I_deseado=EEPROM.read(addrIdeseada);
for(int i=0;i<4;i++)
    {Icd[i]=I_deseado/nCeldas;}
// put your setup code here, to run once:
Serial485.begin(57600);
Serial.begin(9600);
SerialHMI.begin(57600);
delay(3000);
t0=millis();
t1=millis();
t2=millis();
t3=millis();
pinMode(control485,OUTPUT);
digitalWrite(control485,LOW);
sendCommand("page 1");
delay(100);
pag=1;
menuPag();
}
void loop() {
    //calcularVoltajeAC();
    actualizarVariablesNextion();
    serialEvent485();
}
void serialEvent()

```



```

{
  while (Serial.available() > 0)
  {
    char c = Serial.read();
    if (c == 0x65)
    {
      delay(10);
      if (Serial.available() >= 6)
      {
        static uint8_t buffer[8];
        buffer[0] = c;
        uint8_t i;
        for (i = 1; i < 7; i++)
          buffer[i] = Serial.read();
        buffer[i] = 0x00;
        if (buffer[4] == 0xFF && buffer[5] == 0xFF && buffer[6] == 0xFF)
        {
          int page=buffer[1];
          int id=buffer[2];
          int code = id + (page*100);
          byte pos;
          for( pos=0; pos<MAX_BIT; pos++ )
            if( cid[pos]==code ) break;
          eventos(pos);
        }
      }
    }
  }
}

```

```

    }
}
}

void eventos(byte pos){
    switch(pos){
        case 0: // TENDENCIA
            nw=0;
            sendCommand("page 3");
            pag=3;
            delay(1);
            for(int i=0;i<2;i++){
                send_component(text_I_deseado_P3[i],Icd[i],"A");
            }
            break;
        case 1: // SETEAR DATOS
            sendCommand("page 2");
            pag=2;
            send_component(text_Celdas_P2,nCeldas," ");
            send_component(text_I_deseado_P2,I_deseado,"[A]");
            break;
        case 2: // DESCARGRA
            if(descargar==1){
                descargar=0;
                change_picture("page1",nid[2],pagOFF);
            }
            else{

```

```

if(iniciar==0){
  descargar=1;
  change_picture("page1",nid[2],pagON);
}
}
t3=millis();
break;

case 3: /// INICIAR PROCESO DE CARGA
if(iniciar==1){
  iniciar=0;
  change_picture("page1",nid[3],pagOFF);
}
else{
  if(descargar==0){
    iniciar=1;
    change_picture("page1",nid[3],pagON);
  }
}
t2=millis();
break;

case 4: // RESTAR LA CORRIENTE DESEADA
I_deseado=I_deseado-0.25;
if(I_deseado<0)I_deseado=0;
send_component(text_I_deseado_P2,I_deseado,"[A]");
EEPROM.write(addrIdeseada, I_deseado);
for(int i=0;i<4;i++)

```

```

    {Icd[i]=I_deseado/nCeldas;}

break;

case 5: // SUMAR CORRIENTE DESEADO
I_deseado=I_deseado+0.25;
if(I_deseado>4)I_deseado=4;
if(I_deseado/nCeldas>2)I_deseado=nCeldas*2;
send_component(text_I_deseado_P2,I_deseado,"[A]");
EEPROM.write(addrIdeseada, I_deseado);
for(int i=0;i<4;i++)
    {Icd[i]=I_deseado/nCeldas;}

break;

case 6:
nCeldas=nCeldas-1;
if(nCeldas<1)nCeldas=1;
if(I_deseado/nCeldas>2)I_deseado=nCeldas*2;
send_component(text_Celdas_P2,nCeldas," ");
EEPROM.write(addrCelda, nCeldas);
send_component(text_I_deseado_P2,I_deseado,"[A]");
EEPROM.write(addrIdeseada, I_deseado);
for(int i=0;i<4;i++)
    {Icd[i]=I_deseado/nCeldas;}

break;

case 7:
nCeldas=nCeldas+1;
if(nCeldas>4)nCeldas=4;
send_component(text_Celdas_P2,nCeldas," ");

```

```

EEPROM.write(addrCelda, nCeldas);

for(int i=0;i<4;i++)

    {Icd[i]=I_deseado/nCeldas;}

break;

case 8:

sendCommand("page 1");

pag=1;

menuPag();

break;

case 9:

    sendCommand("page 1");

    pag=1;

    menuPag();

break;

case 10:

    sendCommand("page 4");

    pag=4;

    nw=1;

break;

case 11:

    sendCommand("page 1");

    pag=1;

    menuPag();

break;

case 12:

if(iniciar==1){

```

```

    sendCommand("page 3");
    pag=3;
    nw=0;
    }
else{
    sendCommand("page 5");
    pag=5;
    }

break;
case 13:
    sendCommand("page 1");
    pag=1;
    menuPag();
break;
case 14:
    sendCommand("page 3");
    pag=1;
    menuPag();
break;
    }
}

void serialEvent485() {

while (Serial485.available()) {
    char inChar = (char)Serial485.read();

```

```

if (inChar=='')inChar='.';
inputString[ index++ ] = inChar;
if (inChar == '\n') {
    checkData485();
    send485();
    index=0;
}
}
}

void checkData485(){
char* p;
p = inputString;
    int iniHMI=atoi(p);
    p = strchr( p, ' ' ) + 1;
    float corrie485=atof(p);
    p = strchr( p, ' ' ) + 1;
    Icr[0]= atof(p);
    p = strchr( p, ' ' ) + 1;
    Vcr[0]=  atof(p);
    p = strchr( p, ' ' ) + 1;
    Icr[1]= atof(p);
    p = strchr( p, ' ' ) + 1;
    Vcr[1]=  atof(p);
    p = strchr( p, ' ' ) + 1;
    Icr[2]= atof(p);
    p = strchr( p, ' ' ) + 1;

```

```

Vcr[2]= atof(p);
p = strchr( p, ' ' ) + 1;
Icr[3]= atof(p);
p = strchr( p, ' ' ) + 1;
Vcr[3]= atof(p);
p = strchr( p, ' ' ) + 1;
I_real_descarga= atof(p);
p = strchr( p, ' ' ) + 1;
V_real_descarga= atof(p);
p = strchr( p, ' ' ) + 1;
int terminado= atoi(p);
p = strchr( p, ' ' ) + 1;
float cvAplicado= atof(p);
SerialHMI.print(iniHMI);
SerialHMI.print(" ");
SerialHMI.print(corrie485);
for(int i=0;i<4;i++){
SerialHMI.print(" ");
SerialHMI.print(Icr[i]);
SerialHMI.print(" ");
SerialHMI.print(Vcr[i]);
}
SerialHMI.print(" ");
SerialHMI.print(I_real_descarga);
SerialHMI.print(" ");
SerialHMI.print(V_real_descarga);

```



```

SerialHMI.print(" ");

SerialHMI.print(terminado);

SerialHMI.print(" ");

SerialHMI.println(cvAplicado);

if(iniHMI==0 && millis()-t2>2000){

iniciar=0;

change_picture("page1",nid[3],pagOFF);

}

if(terminado==0 && millis()-t3>2000){

descargar=0;

change_picture("page1",nid[2],pagOFF);

}

}

void graficarWaveForm(int id,int canal,int dato){

String comando="add ";

comando+=id; comando+=","; comando+=canal; comando+=","; comando+=dato;
comando+="\xFF\xFF\xFF";

Serial.print(comando);

}

void send_component(String component,float I,String unidad){

Serial.print(component); // This is sent to the nextion display to set what object name
(before the dot) and what atribute (after the dot) are you going to change.

Serial.print(".txt=");

Serial.print("\""); // Since we are sending text, and not a number, we need to send double
quote before and after the actual text.

Serial.print(I); // This is the text you want to send to that object and atribute mentioned
before.

```

```

Serial.print("");

Serial.print(unidad);

Serial.print(""); // Since we are sending text, and not a number, we need to send double
quote before and after the actual text.

Serial.write(0xff); // We always have to send this three lines after each command sent to the
nextion display.

Serial.write(0xff);

Serial.write(0xff);

}

////////// ACTUALIZAR VARIABLES EN TFT

float voltajeprop=0;

int contprop=0;

void actualizarVariablesNextion()

{

if(millis()-t0>MUESTREOTFT){

    t0=millis();

    if(pag==1){

        send_component(text_I_deseado_P1,I_deseado,"[A]");

        send_component(text_V_deseado_P1,VCelda*nCeldas,"V");

        //send_component(text_I_real_P1,I_real,"[A]");

        //send_component(text_V_real_P1,V_real,"[V]");

        //send_component(text_P_potencia_P1,P_real,"[W]");

        float voltajeceldas=0;

        float corrienteceldas=0;

        for(int i=0;i<4;i++){

            voltajeceldas=voltajeceldas+Vcr[i];

            corrienteceldas=corrienteceldas+Icr[i];

```

```

}
if(iniciar==1){
    send_component(text_P_potencia_P1,voltajeceldas*corrienteceldas,"[W]");
}else
{
    send_component(text_P_potencia_P1,0,"[W]");
}
send_component(text_I_real_P1,corrienteceldas,"[A]");
send_component(text_V_real_P1,voltajeceldas,"[V]");
contprop++;
voltajeprop=voltajeprop+voltajeceldas;
int muestrass=5;
if(contprop>=muestrass){
    int val=map(voltajeprop/muestrass,0,VCelda*nCeldas,0,100);
    if(val>100)val=100;
    porcentajeCarga(progress_bateria_P1,val);
    send_component(text_bateria_P1,val,"%");
    voltajeprop=0;
    contprop=0;
}
}
if(pag==3 || pag==4){
    for(int i=0;i<2;i++){
        if(Icr[i+ 2*nw]<0)Icr[i+ 2*nw]=0;
        send_component(text_I_real_P3[i],Icr[i + 2*nw],"A");
        send_component(text_V_real_P3[i],Vcr[i+ 2*nw],"V");
    }
}

```

```

graficarWaveForm(waveformI[i],1,Icd[i+ 2*nw]*50);
graficarWaveForm(waveformI[i],0,Icr[i+ 2*nw]*50);
graficarWaveForm(waveformV[i],0,Vcr[i+ 2*nw]*20);
}
}
if(pag==5){
    send_component(text_I_real_P5,I_real_descarga,"[A]");
    send_component(text_V_real_P5,V_real_descarga,"[V]");
    graficarWaveForm(2,0,I_real_descarga*20);
    graficarWaveForm(1,0,V_real_descarga*10);
}
}
}
void sendCommand(char *command)
{
    Serial.print(command);Serial.write(0xFF);Serial.write(0xFF);Serial.write(0xFF);
}
void send_component(String component,String unidad){
    Serial.print(component); // This is sent to the nextion display to set what object name
(before the dot) and what attribute (after the dot) are you going to change.
    Serial.print(".txt=");
    Serial.print("\""); // Since we are sending text, and not a number, we need to send double
quote before and after the actual text.
    Serial.print(unidad);
    Serial.print("\""); // Since we are sending text, and not a number, we need to send double
quote before and after the actual text.

```

Serial.write(0xff); // We always have to send this three lines after each command sent to the nextion display.

```
Serial.write(0xff);
```

```
Serial.write(0xff);
```

```
}
```

```
void change_picture(String page,String component,int picture){
```

```
Serial.print(page); Serial.print(".");Serial.print(component);Serial.print(".picc=");
```

```
Serial.print(picture);Serial.write(0xff); Serial.write(0xff);Serial.write(0xff);
```

```
}
```

```
void porcentajeCarga(String component,int val){
```

```
    Serial.print(component); Serial.print(".val="); Serial.print(val);
```

```
    Serial.write(0xff);Serial.write(0xff);Serial.write(0xff);
```

```
}
```

```
void calcularVoltajeAC(){
```

```
    Sensor = analogRead(A3); // read the analog in value:
```

```
    inputStats.input(Sensor); // log to Stats function
```

```
    if(((unsigned long)(millis() - previousMillis) >= printPeriod) {
```

```
        previousMillis = millis(); // update time every second
```

```
        current_Volts = intercept + slope * inputStats.sigma(); //Calibartions for offset and amplitude
```

```
        current_Volts= current_Volts*(68.3231);
```

```
        V_aplicado=(int)current_Volts;
```

```
    }
```

```
}
```

```
void menuPag(){
```

```
    send_component(text_I_deseado_P1,I_real,"[A]");
```

```
    send_component(text_V_voltajeAplicado_P1,V_aplicado,"[VAC]");
```

```

send_component(text_V_deseado_P1,VCelda*nCeldas,"V");
if(iniciar==1) change_picture("page1",nid[3],pagON);
    else change_picture("page1",nid[3],pagOFF);
if(descargar==1) change_picture("page1",nid[2],pagON);
    else change_picture("page1",nid[2],pagOFF);
}
void send485(){
    digitalWrite(control485,HIGH);
    delayMicroseconds(5);
    Serial485.print("0 ");
    Serial485.print(iniciar);
    Serial485.print(" ");
    Serial485.print(Icd[0]);
    Serial485.print(" ");
    Serial485.print(nCeldas);
    Serial485.print(" ");
    Serial485.println(descargar);
    digitalWrite(control485,LOW);
}

```

Código de potencia

```

#include <Wire.h>
#define control485 2
#define MUESTREO 400

#define ry1 3

```

```

#define ryg2 4
#define ry3 5
#define ryg4 6
#define ry5 7
#define ryg6 8
#define ry7 9
#define ry8 10

// pines analogicos

#define Ib A3

#define Vb A6

#define pAA A2

#define pBB 12

// DECLARACION PINES

///// Variables de tiempo

unsigned long t0;

unsigned long t1;

///// VARIABLES DE SERIAL

char inputString[255];

byte index=0;

int iniciar=0;

float corriente=0;

///// VARIABLES PID

float kp = 0.1 , kd = 0, ki = 0.3805;

double iv[4]={0,0,0,0};

float sp[4]={0,0,0,0};

float pv[4]={0,0,0,0};

```

```

float volt[4]={0,0,0,0};

float curren[4]={0,0,0,0};

float voltB=0;

float corrB=0;

float cvVconst[4]={0,0,0,0};

float escala[4]={0.0270967, 0.0152785, 0.0097751, 0.0048875};

float escala2[4]={0.0265591, 0.0149809, 0.00957966, 0.004789};

float voltAux[4]={0, 0, 0, 0};

int etapa[4]={0,0,0,0};

///// potenciómetros digital

byte slave_address[4] = {0b01010000, 0b01010000, 0b01010001, 0b01010001} ; //
ADDRESS SLAVE TO TPL0102 TEXAS INSTR, SON 7 BITS, AUMENTO UN CERO A
LA IZQUIERDA

byte register_pot[4] = {0b00000000, 0b00000001, 0b00000000, 0b00000001};

int tempoRes[4]=      {30,0,27,0}; // tiempo para que la resistencia tome valores

int cvAplicado[4]={0,0,0,0};

int contVConst[4]={0,0,0,0};

boolean unicaVez=true;

int etapasTerminadas=0;

int terminado=0;

float offsetI1[4]={-1.2,-0.5,-0.56,-0.56};

float offsetI2[4]={514,514,-0.56,-0.56};

double actualI[4]={0,0,0,0};

int nCeldas=0;

int descargar;

int descargo=0;

int anteriorDescargar=0;

```



```

void setup() {
pinMode(ry1,OUTPUT);
pinMode(ryg2,OUTPUT);
pinMode(ry3,OUTPUT);
pinMode(ryg4,OUTPUT);
pinMode(ry5,OUTPUT);
pinMode(ryg6,OUTPUT);
pinMode(ry7,OUTPUT);
pinMode(ry8,OUTPUT);
pinMode(pAA,OUTPUT);
pinMode(pBB,OUTPUT);

  cerrarRY();

  //abrirRY();

  // put your setup code here, to run once:
Serial.begin(57600);

Wire.begin();

pinMode(control485,OUTPUT);
digitalWrite(control485,LOW);
}

int calibrarI[4]={0,0,0,00};

void loop() {

  if(iniciar==0 && descargar==1)

  {
for(int i=3;i>4-nCeldas;i--){

  if(voltAux[i]<1.7){

    digitalWrite(ry8,LOW);

```

```

descargar=0;
enviarDatos();
}
}
}
if(millis()-t0>MUESTREO){
t0=millis();
enviarDatos();
monitoreoVariables();
if(iniciar==0 && descargar==1)
{
for(int i=3;i>nCeldas;i--){
if(voltAux[i]<2.7){
digitalWrite(ry8,LOW);
descargar=0;
enviarDatos();
}
}
}
if(iniciar==1){
etapasTerminadas=0;
for(int i=0;i<4;i++){
if((4-nCeldas)<=i){
if(contVConst[i]<40){
cvAplicado[i]=map(controlPID(sp[i],curren[i],i),0,200,250,50);
//setResistor(slave_address[i],register_pot[i],calibrarI[i]);

```

```

        setResistor(slave_address[i],register_pot[i],cvAplicado[i]);}
    else
    {
        cvAplicado[i]=map(cvVconst[i]/contVConst[i],0,200,250,50);
        setResistor(slave_address[i],register_pot[i],cvAplicado[i]);
    }
}
delay(tempoRes[i]);
}
if(etapasTerminadas==8){iniciar=0; abrirRY();
terminado=1;
}
unicaVez=true;
}
else{
for(int i=0;i<4;i++){
setResistor(slave_address[i],register_pot[i],map(0,0,200,250,10));
iv[i]=0;
delay(tempoRes[i]);
}
}
}
}
}

void serialEvent(){

```

```

if(Serial.available()) {
char inChar=(char)Serial.read();
inputString[ index++ ] = inChar;
  if (inChar == '\n') {
    inputString[ index ] = 0;
    index = 0;
    checkData();
  }
}
}

void checkData() {
uint8_t num_slave = 0;
char* p;
p = inputString; //obtener puntero inicial
int anteriorIniciar;
if(num_slave==atoi( p ))
{
anteriorIniciar=iniciar;
anteriorDescargar=descargar;
  p = strchr( p, ' ' ) + 1;
  iniciar = atoi(p) ;
  p = strchr( p, ' ' ) + 1;
  corriente=atof(p) ;
  p = strchr( p, ' ' ) + 1;
  nCeldas=atoi(p) ;
  p = strchr( p, ' ' ) + 1;
}
}

```

```

    descargar=atoi(p);
for(int i=0;i<4;i++)
    sp[i]=corriente*100;
//enviarDatos();

    if(anteriorIniciar!=iniciar) {
        for(int p=0;p<4;p++){contVConst[p]=0; cvVconst[p]=0;}
    if(iniciar==1){
        //descargo=1;
        //digitalWrite(ry8,HIGH);
        //delay(5);
        abrirRY();
        delay(10);
    }
    else{
        cerrarRY();
        delay(10);
    }
}

if(anteriorDescargar!=descargar)
{
    if(descargar==1)
        digitalWrite(ry8,HIGH);
    else
        digitalWrite(ry8,LOW);
}
}

```

```

}

void enviarDatos(){
    digitalWrite(control485,HIGH);
    Serial.print(iniciar);
    Serial.print(" ");
    Serial.print(sp[0]/100);
    for(int i=0;i<4;i++){
        Serial.print(" ");
        Serial.print(curren[i]/100);//curren[i];
        Serial.print(" ");
        if(iniciar==1)
            Serial.print(volt[i]);
        else
            Serial.print(voltAux[i]);
    }
    Serial.print(" ");
    Serial.print(corrB);
    Serial.print(" ");
    Serial.print(voltB);
    Serial.print(" ");
    Serial.print(descargar);
    Serial.print(" ");
    Serial.println(cvAplicado[0]);

```

Serial.flush(); //delay(9);// espera a que el serial termine de enviar datos para continuar, indispensable para habilitar la entrada

```

        digitalWrite(control485,LOW);
    }
void monitoreoVariables(){
    double anteriorI[4]={0,0,0,0};
    actualI[0]=0;
    actualI[1]=0;
    actualI[2]=0;
    actualI[3]=0;
    corrB=0;
    for(int k=0;k<100;k++){
        for(int i=0;i<4;i++){
            {
                mux(i);
                delayMicroseconds(50);
                if(iniciar==1)
                    actualI[i]=anteriorI[i]+(analogRead(1)-514.5)*0.076054;
                else
                    actualI[i]=anteriorI[i]+(analogRead(1)-512)*0.074054;
                anteriorI[i]=actualI[i];
                corrB=corrB+(analogRead(Ib)-509.5);
            }
        }
        for(int i=0;i<4;i++){
            mux(i);
            delayMicroseconds(10);
            if(iniciar==1){

```

```

    volt[i]=analogRead(0)*escala2[i]-0.2;
}
else
    volt[i]=analogRead(0)*escala[i];
    curren[i]=(actualI[i]);
}
    voltAux[0]=volt[0]-volt[1];
    voltAux[1]=volt[1]-volt[2];
    voltAux[2]=volt[2]-volt[3];
    voltAux[3]=volt[3];
    for(int i=0;i<4;i++)
        {if(voltAux[i]<0)voltAux[i]=0;}
        corrB=(corrB/100)*0.01725-0.02;
    voltB=analogRead(Vb)*0.0210166;
}
void cerrarRY(){
    digitalWrite(ry1,LOW);
    digitalWrite(ry3,LOW);
    digitalWrite(ry5,LOW);
    digitalWrite(ry7,LOW);
    delay(50);
    digitalWrite(ryg2,LOW);
    digitalWrite(ryg4,LOW);
    digitalWrite(ryg6,LOW);
}
void abrirRY(){
    digitalWrite(ryg2,HIGH);

```



```

digitalWrite(ryg4,HIGH);
digitalWrite(ryg6,HIGH);
delay(50);
digitalWrite(ry1,HIGH);
digitalWrite(ry3,HIGH);
digitalWrite(ry5,HIGH);
digitalWrite(ry7,HIGH);
}

void mux(int pos){
  switch(pos){
    case 0: digitalWrite(pAA,LOW); digitalWrite(pBB,LOW); break;
    case 1: digitalWrite(pAA,HIGH); digitalWrite(pBB,LOW); break;
    case 2: digitalWrite(pAA,LOW); digitalWrite(pBB,HIGH); break;
    case 3: digitalWrite(pAA,HIGH); digitalWrite(pBB,HIGH); break;
  }
}

void setResistor(byte slave, byte res, byte val){
  Wire.beginTransmission(slave); // transmit to device #44 (0x2c)
  Wire.write(res);           // sends instruction byte
  Wire.write(val);           // sends potentiometer value byte
  //Wire.write(val);
  Wire.endTransmission(); // stop transmitting
}

////////// CONTROLADOR PID //////////

int controlPID(float sp, float pv,int celda){

```

```

float ev, cv, dv, le;

ev=0; cv=0; dv=0; le=0;

ev = sp - pv; //calculo error

dv = ev - le; //derivativo

iv[celda] += ev; //integral

le = ev;

if(iv[celda]>10000) iv[celda]=10000;

if(iv[celda]<-8000) iv[celda]=-8000;

cv = ev*kp + dv*kd + iv[celda]*ki;

if(cv <0) cv=0;

if(cv>=200) cv=200;

if(volt[celda]>=4.3){ contVConst[celda]=contVConst[celda]+1;

cvVconst[celda]=cvVconst[celda]+cv;

etapa[celda]=2;

}

return (int)cv;

}

```

ANEXO #13

Guia de usuario del prototipo

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA



Sistema de visualización y manipulación de parámetros eléctricos para el prototipo de una electrolinera para carga lenta de baterías de litio de vehículos eléctricos.

Manual de usuario

Institución	Universidad Técnica de Cotopaxi		
Carrera	Ingeniería Eléctrica en Sistemas Eléctricos de Potencia		
Proyecto	Construcción de una electrolinera para vehículo eléctrico de carga domiciliaria lenta		
Entrega	Manual de Usuario	Fecha Versión	Enero/2020
Versión/Edición	0001	Fecha Aprobación	Febrero/2020
Aprobado por	Ing. MsC. Carlos Quinatoa	Nº Total de Páginas	

AUTORES	
Gualpa Tasinchana Luis Alfredo	
Tenemaza Guanga Cristian Oswaldo	

1. Objetivo:

Este documento tiene como fin ser una guía para la correcta visualización y manipulación de los parámetros eléctricos para el prototipo de la electrolinera para carga lenta de baterías de litio de vehículos eléctricos.

2. Funcionamiento:

Este prototipo consta de una pantalla Nextion, la cual nos va a poder visualizar y manipular tanto el dato de corriente y el número de celdas que tenemos en nuestro banco de baterías, además podremos visualizar el nivel de carga de cada una de las celdas, su comportamiento durante todo el tiempo de carga y al momento de entrar en descarga aplicado una resistencia o cualquier carga que se desee,

Para lo cual se ha programado mediante el programa atmega indicadores específicos como: corriente, seteo de datos, potencia, inicio entre otros que a continuación se especifica, para su mejor interacción con la pantalla

Este prototipo cuenta con un sistema de control donde se ubica la pantalla Nextion y un sistema de potencia donde encontramos el circuito de fuerza y el banco de baterías.

3. Descripción de iconos de la pantalla Nextion

Como se observa en la figura se visualiza cada uno de los iconos establecidos para cada función donde tenemos:

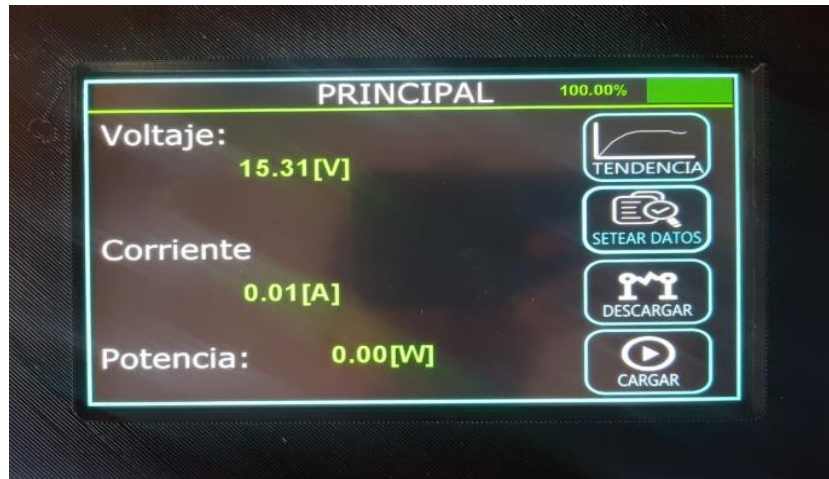


Fig. 1 Visualización de la pantalla Nextion

3.1 Icono de voltaje

En este icono se visualiza el voltaje con el cual cuenta nuestro banco de baterías antes de proceder a realizar alguna actividad tanto como carga o descarga de la misma.

3.2 Icono de corriente

Se visualiza la corriente con la cual la batería se encuentra tanto en estado de carga como descarga

3.2 Icono de potencia

Se visualiza la cantidad de energía eléctrica absorbida por el banco de baterías en un determinado tiempo en el cual este sea en modo de carga o descarga

3.3 Icono de tendencia

Al presionar este icono se puede acceder a la visualización de la onda de la celda tanto de corriente y voltaje con la cual la celda se está cargando en tiempo real

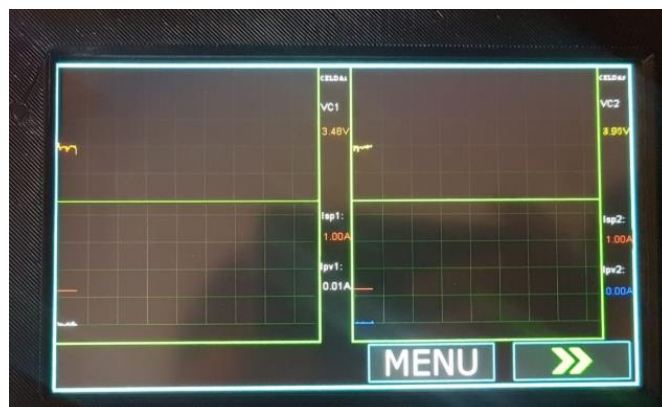


Fig. 2 Visualización de la tendencia de carga por celda

3.4 Icono de Setear datos

Mediante este icono podemos acceder a la manipulación de la corriente que deseemos enviar a nuestro banco de baterías, además en este podemos señalar el número de celdas las cuales deseemos cargar

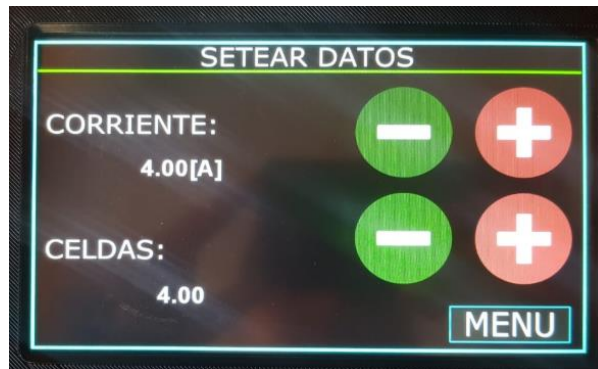


Fig. 3 Visualización de seteo de datos de corriente y número de celdas

3.5 Icono de descarga

Este icono se nos permite activarlo para poder realizar la descarga de nuestro banco de baterías en el cual se puede visualizar la onda de descarga, cabe recalcar que en este estado no se debe desconectar por ningún motivo el conector sail j 1773



Fig. 4 Icono de descarga para banco de baterías

3.6 Icono de cargar

Mediante este acceso podemos iniciar la carga respectiva de nuestro banco de baterías. Además debemos tener en cuenta los procedimientos respectivos para realizar una carga eficiente y segura.

4. Descripción del circuito de control y fuerza

4.1 Módulo de control

Este módulo de control está diseñado en madera, lo cual en este se encuentra una placa electrónica donde tenemos un transformador, un dc-dc, puente de diodos un atmega donde se procede a programar la pantalla Nextion para poder enviar y adquirir señales de voltaje corriente y potencia del circuito de fuerza además como se observa en la figura tenemos una entrada para energizar los componentes electrónicos y para la comunicación 485 hacia el circuito de fuerza



Fig. 5 Modulo de control de carga

4.1.1 Conector

El conector se encuentra ubicado bajo el modulo el cual nos va a permitir realizar la respectiva comunicación con el módulo de potencia, este tiene cuatro salidas. Los cuales son de comunicación para el enlace y energía (fase y neutro)



Fig. 6 Conector de comunicación al sistema de fuerza

4.1.2 Elementos de la placa electrónica de control

Como se puede observar en la figura se encuentra la placa de control con sus respectivos componentes electrónicos.

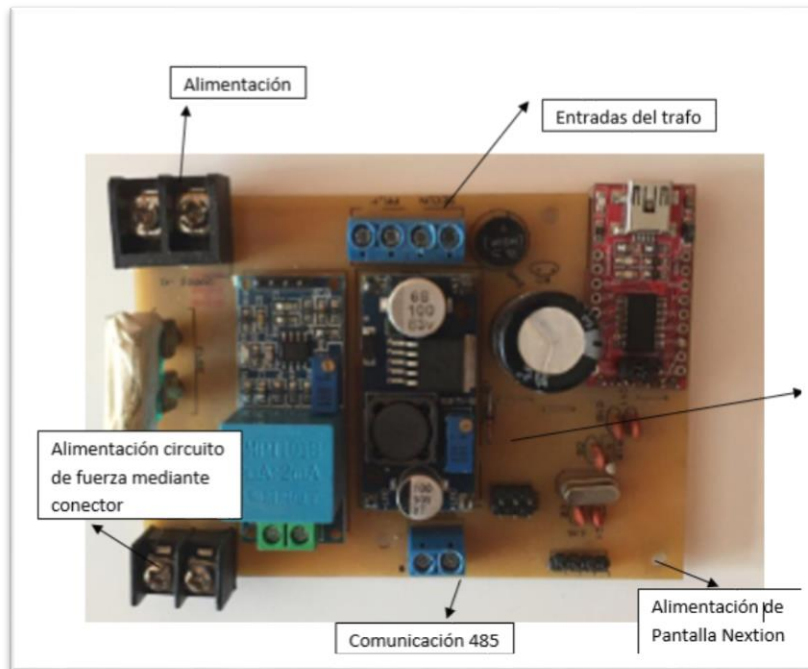


Fig. 7 Componentes electrónicos de control

4.2. Módulo de fuerza

4.2.1 Circuito de fuerza

Este módulo está construido en material de madera y en este circuito se encuentra un transformador, siete relés, sensores de corriente un mucs, un controlador pid, potenciómetros digitales, opto acopladores y el banco de baterías y para este circuito tenemos el conector hembra

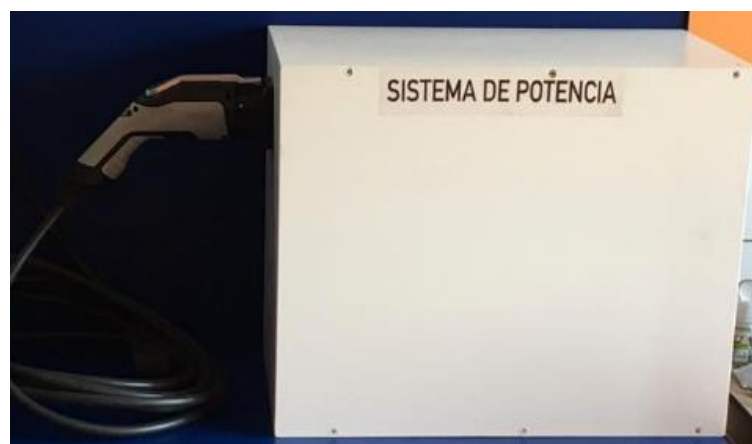


Fig. 8 Modulo de fuerza

4.2.2 Elementos del sistema de fuerza

Este circuito como se observa está constituido por los principales siguientes elementos electrónicos.

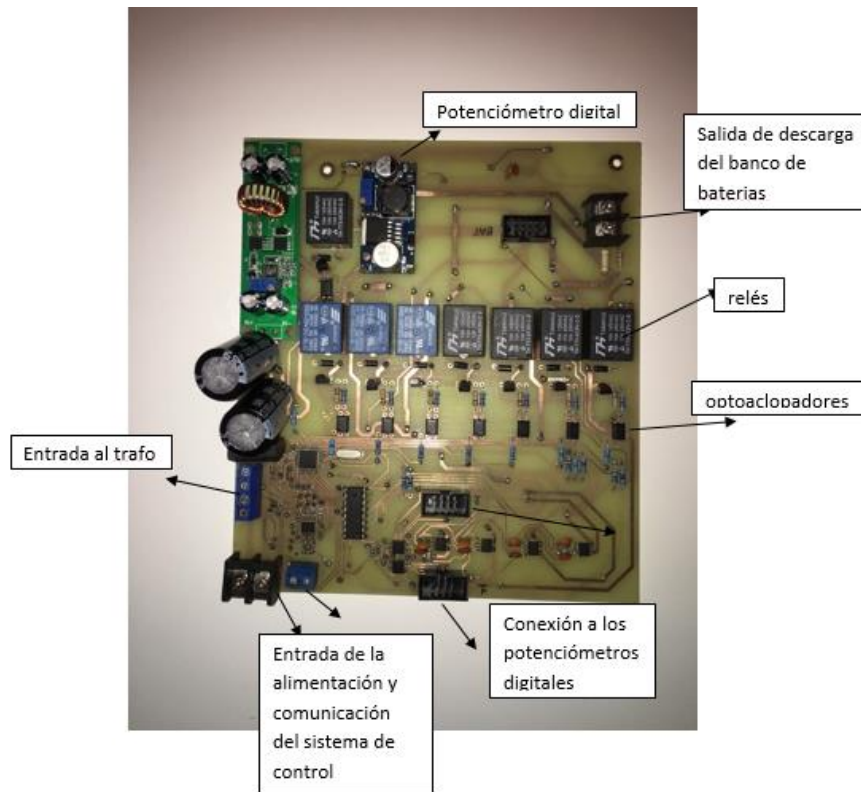


Fig. 9 Componentes electrónicos de fuerza

5. Pasos para realizar una carga

1	Energizar el prototipo con una fuente de alimentación de 110 V / 220 V en corriente alterna
2	Activar el interruptor para encendido del prototipo
3	Visualizar que la pantalla este encendida totalmente y mostrando todos los indicadores
4	Comprobar que el banco de baterías este bien conectado al circuito de fuerza
5	Comprobar el porcentaje de carga q posee el banco de baterías mediante la visualización en la pantalla Nextion
6	Setear datos de corriente deseada y el número de celdas a cargar
7	Alimentar el sistema de fuerza mediante el conector sailj 17777
8	Comprobar que los conectores se encuentren perfectamente acoplados
9	Comprobar que el sistema de fuerza este ya energizado mediante la pantalla Nextion
10	Mediante la pantalla Nextion pulsamos iniciar carga para empezar a cargar nuestro banco de baterías
11	Comprobamos el estado de carga de la batería mediante los valores que nos marcan en la pantalla Nextion como son de voltaje, corriente y potencia
12	Si se quiere visualizar la carga de cada celda se debe ingresar en tendencia donde se desplegara la curva de carga de cada una de estas
13	Una vez el banco de baterías se visualice en su 100 % la corriente comenzara a descender hasta q llegue a 0 mientras el voltaje se mantiene constante y así la carga se apagara automáticamente
14	Desacoplar el conector del sistema de fuerza y colocarlo en su sitio de inicio