



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS ELECTRÓNICA E
INDUSTRIAL**

CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y COMUNICACIONES

Tema:

” SISTEMA ELECTRONICO PARA MONITORIZACION Y CONTROL DE UN
PROTOTIPO DE UN AUTO ELÉCTRICO BIPLAZA UTA-CIM17”

Trabajo de Graduación. Modalidad: Proyecto de Investigación, presentado previo la
obtención del título de Ingeniero en Electrónica y Comunicaciones

SUBLINEA DE INVESTIGACION: Electrónica de Potencia

AUTOR: Mario Fernando Rojas Masapanta

TUTOR: Ing. Patricio Germán Encalada Ruiz M. Sc.

Ambato - Ecuador

Febrero, 2019

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de tutor del Trabajo de Investigación sobre el tema: SISTEMA ELECTRÓNICO PARA MONITORIZACION Y CONTROL DE UN PROTOTIPO DE AUTO ELÉCTRICO BIPLAZA UTA-CIM17, del señor MARIO FERNANDO ROJAS MASAPANTA, estudiante de la Carrera de Ingeniería en Electrónica y Comunicaciones, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, de la Universidad Técnica de Ambato, considero que el informe investigativo reúne los requisitos suficientes para que continúe con los trámites y consiguiente aprobación de conformidad con el numeral 7.2 de los Lineamientos Generales para la aplicación de Instructivos de las Modalidades de Titulación de las Facultades de la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato Febrero, 2019

EL TUTOR



Ing. Patricio Encalada M. Sc.

AUTORÍA

El presente Proyecto de Investigación titulado: SISTEMA ELECTRÓNICO PARA MONITORIZACION Y CONTROL DE UN PROTOTIPO DE AUTO ELÉCTRICO BIPLAZA UTA-CIM17 es absolutamente original, auténtico y personal, en tal virtud, el contenido, efectos legales y académicos que se desprenden del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ambato febrero, 2019



Mario Fernando Rojas Masapanta
CC: 0502985500

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga uso de este Trabajo de Titulación como un documento disponible para la lectura, consulta y procesos de investigación.

Cedo los derechos de mi Trabajo de Titulación, con fines de difusión pública, además autorizo su reproducción dentro de las regulaciones de la Universidad.

Ambato febrero, 2019



Mario Fernando Rojas Masapanta

CC: 0502985500

APROBACIÓN DE LA COMISIÓN CALIFICADORA

La Comisión Calificadora del presente trabajo conformada por los señores docentes Ing. Patricio Córdova y el Ing. Santiago Altamirano, revisó y aprobó el Informe Final del Proyecto de Investigación titulado SISTEMA ELECTRÓNICO PARA MONITORIZACION Y CONTROL DE UN PROTOTIPO DE AUTO ELÉCTRICO BIPLAZA UTA-CIM17, presentado por el señor Mario Fernando Rojas Masapanta de acuerdo al numeral 9.1 de los Lineamientos Generales para la aplicación de Instructivos de las Modalidades de Titulación de las Facultades de la Universidad Técnica de Ambato.



Ing. Mg. Elsa Pilar Urrutia Urrutia
PRESIDENTA DEL TRIBUNAL



Ing. Patricio Córdova
DOCENTE CALIFICADOR



Ing. Santiago Altamirano
DOCENTE CALIFICADOR

DEDICATORIA:

*Dedico este trabajo, a mis padres,
quienes me inculcaron siempre
los valores, haciéndome cada vez
una mejor persona,
mediante la buena actitud,
la perseverancia y el trabajo honesto.*

*Mis hermanas, mis cuñados
Y mis sobrinos que
mediante su apoyo incondicional
y sus consejos, permitieron
continuar con mi propósito
durante los momentos
más difíciles de mi vida.*

*A la persona que
Siempre estuvo a mi lado brindándome
Todo su apoyo incondicional
Mi novia quería Evelyn Karina.*

Mario Fernando Rojas Masapanta

AGRADECIMIENTO

*Agradezco a la universidad y a la
Facultad que me brindó los
conocimientos necesarios
para realizar este
proyecto de investigación;
también a mi tutor
Ing. Patricio Encalada
que con su conocimientos
me brindó el apoyo
necesario que me ayudo
hacer realidad este proyecto.*

Mario Fernando Rojas Masapanta

INDICE GENERAL

RESÚMEN.....	1
ABSTRACT.....	2
INTRODUCCIÓN	3
CAPÍTULO I	5
EL PROBLEMA	5
1.1 Tema	5
1.2 Planteamiento del problema	5
1.3 Delimitación	6
1.4 Justificación.....	7
1.5 Objetivos.....	8
1.5.1 Objetivo General	8
1.5.2 Objetivos Específicos	8
CAPÍTULO II	9
MARCO TEÓRICO.....	9
2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS	9
2.2 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	11
2.2.2 Motor Eléctrico.....	12
2.2.3 Baterías	12
2.2.4 Botoneras	12
2.2.5 Sensores	13
2.2.6 Controlador.....	13
2.2.7 Unidad de control electrónico	14
2.2.8 Sistema de Aceleración	14
2.2.9 Actuadores	15

2.2.10 Interfaz grafica.....	15
2.2.11 Investigación de los distintos métodos utilizados por las organizaciones encargadas de regular la construcción de sistemas electrónicos para vehículos eléctricos.....	16
2.3 Protocolo de comunicación	19
2.3.1 Comunicación serie	19
2.3.2 Descripción de la trama de datos	20
2.4 PROPUESTA DE SOLUCIÓN.....	24
CAPÍTULO III.....	25
METODOLOGÍA	25
3.1 MODALIDAD DE LA INVESTIGACIÓN	25
3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA.....	25
3.3 RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN	26
3.4 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS	26
3.5 DESARROLLO DEL PROYECTO.....	26
CAPITULO IV.....	28
DISEÑO DE LA SOLUCIÓN	28
4.1. ANALISIS DE FACTIBILIDAD.....	28
4.1.1 Factibilidad Técnica	28
4.1.2 Factibilidad Operativa	28
4.1.3 Factibilidad Económica	29
4.2 Selección de los dispositivos	30
4.2.1 Unidad de Control Electrónico.....	30
4.2.2 Selección del microcontrolador para la adquisición de datos de los sensores	30
4.2.3 Dispositivos de Entrada/Salida.....	33
4.2.4 Pedal Acelerador (Potbox).....	33
4.2.5 Selección del dispositivo de medición de voltaje	36

4.3 CALCULO DE COMPONENTES ELECTRÓNICOS	36
4.4 ESTRUCTURA	37
4.5 CARACTERISTICAS DEL SISTEMA	39
4.6 PROGRAMACION.....	39
4.7 PROCESO	42
4.8 SIMULACIONES	44
4.9 IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA ELECTRÓNICO.....	46
4.9.1 Desarrollo de la interfaz HMI.....	47
4.9.2 Programación de la pantalla	47
4.9.3 Prueba de la interfaz	49
4.10 DISEÑO DEL TABLERO	50
4.10.1 Distribución de los elementos electrónicos en el tablero de mando	50
4.11 INSTALACIÓN DEL SISTEMA ELECTRÓNICO.....	51
4.12 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO Y ANÁLISIS DE RESULTADOS .	54
4.12.1 Encendido, apagado del sistema electrónico.....	54
4.12.2 Encendido del velocímetro	54
4.12.3 Encendido del sistema de iluminación de las luces	57
4.13 EVALUACION DE LA EFECTIVIDAD DE LAS TECNOLOGIAS UTILIZADAS EN LA IMPLEMENTACION DE SISTEMAS ELECTRONICOS PARA AUTOS ELECTRICOS	59
CAPITULO V	61
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	61
5.1 CONCLUSIONES.....	61
5.2 RECOMENDACIONES	62
BIBLIOGRAFÍA	63
Anexos	66

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA

Figura 2.1 Partes internas del motor.....	12
Figura 2.2. Esquema del sensor.....	13
Figura 2.3 Procesamiento de señales en la unidad de control	14
Figura 4.6 Señal Análoga del Sensor	18
Figura 4.7 Diagrama de Conversión Análogo Digital.....	18
Figura 4.8 Diagrama de etapas.....	19
Figura 4.9 Grafica de conversión a bits	20
Figura 4.10 Comunicación serial	20
Figura 4.11 Trama de datos.....	21
Figura 4.1 Diagrama de bloques	29
Figura 4.2 Relé.....	33
Figura 4.3 Funcionamiento del potenciómetro en el pedal acelerador.....	34
Figura 4.4 Final de carrera	34
Figura 4.5 Medidor de voltaje	36
Figura 4.12 Circuito de potencia.....	36
Figura 4.13 Esquema grafico del Prototipo.....	38
Figura 4.14 Diagrama del módulo de control	38
Figura 4.15 Diagrama de flujo Prototipo Electrónico	41
Figura 4.16 Software Arduino.....	42
Figura 4.17: Circuito de Direccionales	44
Figura 4.18: Circuito de Direccionales	45
Figura 4.19 Diagrama del circuito electrónico del velocímetro	46
Figura 4.20 Pantalla principal del software Nextion Editor	47

Figura 4.21 Diseño de la interfaz del tacómetro	48
Figura 4.22 Visualización de la interfaz	49
Figura 4.23 Interfaz HMI	49
Figura 4.24 Diseño del tablero	50
Figura 4.25 Instalación de la pantalla	50
Figura 4.26 Ubicación medidor de batería.....	51
Figura 4.27 Instalación del radio.....	51
Figura 4.28 Tablero de mando	51
Figura 4.29 Implementación de las Interfaz Graficas en el tablero.....	52
Figura 4.30 Implementación de las Interfaz HMI en el tablero	52
Figura 4.31 Medidor de Voltaje en el tablero	52
Figura 4.32 Colocación de la Radio	53
Figura 4.33 Distribución de elementos electrónicos	53
Figura 4.34 Encendido de los elementos.....	54
Figura 4.35 Encendido del velocímetro	54
Figura 4.36 Visualización de la variación de la velocidad.....	55
Figura 4.37 Velocímetro	55
Figura 4.38 Grafica de la aceleración	56
Figura 4.39 Grafica de desaceleración.....	56
Figura 4.40 Encendido de las luces de parqueo	57
Figura 4.41 Grafica de la señal de luces de parqueo	57
Figura 4.42 Encendido de las luces principales	57
Figura 4.43 Grafica del encendido de luces de parqueo	58
Figura 4.44 Encendido de paro de emergencia	58
Figura 4.45 Grafica del encendido de luces de parqueo.....	58

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA

Tabla 2.1 especificaciones técnicas uta-cim17	11
Tabla 2.3.3 lista de indicadores de la guía GEDIS	22
Tabla 4.1 Comparativa para selección del microcontrolador	31
Tabla 4.2 Selección del dispositivo para interfaz de control y visualización HMI ...	32
Tabla 4.3 Características técnicas del transistor	32
Tabla 4.4 Descripción de interruptores	35
Tabla 4.6 Tipos de Datos	43
Tabla 4.14 Inspección electrónica.....	59

RESÚMEN

El presente trabajo de investigación se enfocó en el diseño e implementación de un sistema electrónico para un prototipo de auto eléctrico, el proyecto se basa en implementar un mando central (Arduino e Interfaces graficas), para permitir al operario tener el control manual de todos los dispositivos conectados, los cuales permiten controlar la iluminación de los faros, plumas, radio, velocímetro y un bloqueo de emergencia.

Gracias a un estudio y análisis de la norma GEDIS se realizó el diseño de la interfaz gráfica y de la distribución de los elementos electrónicos en el tablero de control ubicado en el interior del prototipo de Auto Eléctrico. El sistema se compone por una Unidad de Control Electrónico, dos pantallas Nextion de Interfaz Gráfica y de elementos complementarios de protección y control de accionamiento; en donde el funcionamiento del vehículo es posible mediante el pedal acelerador el cual está vinculado con la ECU la cual recibe la información y la permite visualizar en una pantalla HMI, una segunda pantalla de interfaz gráfica permite el encendido y apagado de las luces de indicaciones del vehículo. Las pruebas de funcionamiento fueron satisfactorias de acuerdo a los requerimientos del operario al momento de conducir.

ABSTRACT

This research work focused on the design and implementation of an electronic system for a prototype electric car, the project is based on implementing a central command (Arduino and graphic interfaces), to allow the operator to have manual control of all the connected devices, which allow to control the illumination of the headlights, pens, radio, speedometer and an emergency lock

Thanks to a study and analysis of the GEDIS standard, the design of the graphic interface and the distribution of the electronic elements on the control panel located inside the prototype of Auto Eléctrico was carried out. The system consists of an Electronic Control Unit, two Nextion graphic interface screens and complementary elements of protection and control of drive; where the operation of the vehicle is possible by means of the accelerator pedal which is linked to the ECU which receives the information and allows it to be displayed on an HMI screen, a second graphic interface screen allows the turning on and off of the indicator lights of the vehicle. vehicle. The performance tests were satisfactory according to the operator's requirements at the time of driving.

INTRODUCCIÓN

El calentamiento global va afectando cada vez más al planeta lo cual se ve reflejado, es verdad que las industrias contribuyen con la economía del país pero son las principales fuente de contaminación al medio ambiente, el incremento en el parque automotor también ejerce un papel negativo ya que emiten CO₂ adicionando más contaminación ambiental. Es por eso que ahora las personas están optando la opción de energías alternativas que estén libres de contaminar al medio ambiente, en este proyecto el uso de la tecnología es un factor indispensable así como el uso de energía eléctrica para propulsión de motores instalados en autos eléctricos. Es prescindible saber la capacidad del vehículo, el tipo de baterías, la tecnología que se utiliza y la velocidad que se puede alcanzar, por razones de diseño del prototipo. Se establece un reto frente a las nuevas generaciones en el Ecuador que vienen desarrollando este tipo de máquinas, intentando aplicar diferentes técnicas de control electrónico mediante los pedales de aceleración que son adaptados de distintos modos en los vehículos que se rigen a los distintos tipos de diseño.

Las técnicas que representan el sistema de control electrónico, correcto funcionamiento y comodidad del operario del vehículo se basan en tener un control total de todos los dispositivos ubicados en el vehículo, así el operario tendrá una tendencia muy baja a cometer un error al momento de manejar, los elementos instalados son los indispensables que tiene todos los vehículos de combustión, se utilizó un software de plataforma libre el cual permitirá seguir realizando modificaciones, sumando el número de dispositivos que beneficien el uso del Auto.

El Primer capítulo se estableció el tema del proyecto, el planteamiento del problema en base a las diferentes problemáticas que existen sobre el tema y las soluciones que se plantean para poder enfrentarlas, la delimitación temporal y espacial del proyecto; así como la justificación que sustento el desarrollo del proyecto enfocado en posibilidades existentes en nuestro medio.

El Segundo capítulo se analizaron los antecedentes investigativos, la fundamentación teórica que es importante para una mejor comprensión del sistema a implementar en el cual se especifica las distintas técnicas y dispositivos electrónicos eficientes a utilizar; así como también el desarrollo de la propuesta de solución.

El Tercer capítulo abarca la modalidad de investigación, la población y muestra, el método de recolección de la información que sirvió para el procesamiento y análisis de datos y el desarrollo del Sistema Electrónico.

El Cuarto contiene el diseño de la propuesta de solución donde se muestran las características básicas del prototipo, la selección de los componentes principales que van a ser útiles en la implementación del sistema basados en una justificación técnica y por último se muestran las pruebas que arrojaron resultados que coinciden con el estudio realizado previamente.

El Quinto capítulo contiene las conclusiones y en donde se especifica puntualmente los parámetros especiales y las observaciones más importantes con respecto al funcionamiento del sistema, también se especifica las recomendaciones técnicas para el correcto funcionamiento en base a los datos obtenidos y analizados anteriormente durante el desarrollo del Sistema Electrónico.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1 Tema

“Sistema electrónico para monitorización y control de un prototipo de auto eléctrico biplaza UTA-CIM17”

1.2 Planteamiento del problema

En los últimos años el desarrollo de la Electrónica aplicada a la Automotriz ha tomado auge en Ecuador, siendo lo más relevante sistemas electrónicos, con el objetivo de mejorar la seguridad y el confort de los usuarios. Empresas automotoras se enfatizan en optimizar el control del vehículo, diseñando de tal manera que el panel de mando es totalmente al alcance del piloto; pero aun con todas estas distribuciones no es suficiente llegar a este objetivo ya que ciertas acciones obligan al chofer realizar maniobras de riesgos que en algunas circunstancias pueden ocasionar accidentes de tránsito. [1]

A nivel mundial los vehículos que utilizan el sistema de combustión tradicional depende de su mayor parte de energía fósil, la cual se obtiene de los derivados del petróleo que genera una dependencia de fuentes de energía no renovables son uno de los principales medios de movilización y de transportación a gran escala, que influye en la vida diaria de las personas y constituye una de las principales fuentes de emisión de gases contaminantes a la atmósfera. [1]

Uno de los principales problemas sociales y ambientales provocados por el consumo energético tiene lugar en las zonas urbanas, donde una gran parte del desplazamiento no supera los 3km y el consumo de combustible se va incrementando por el elevado

número de movimiento de arranque y frenada. Además, el 24% de la población vive expuesta a niveles altos de ruido originado por el tráfico así como secuelas que provocan efectos graves en la salud de las personas. [2]

En la ciudad de Ambato provincia de Tungurahua según los datos de la dirección de tránsito transporte y movilidad el parque automotor se incrementó en un 21.82%, por tener gran densidad poblacional lo cual ha hecho que el congestionamiento y la contaminación por parte de los automotores se incrementen año tras año. Desde siempre la aglomeración vehicular en el centro de la ciudad ha sido uno de los mayores problemas, principalmente en la hora pico donde los vehículos por su funcionamiento emanan monóxido de carbono que es perjudicial para la capa de ozono y la salud de todos los seres vivos. [3]

El sistema respiratorio y de circulación es muy sensible al humo que emanan los vehículos que utilizan como combustible gasolina o diésel, un pequeño incremento en la concentración de dióxido de carbono en el aire inspirado acelera casi inmediatamente el ritmo respiratorio siendo un peligro eminente en la vida de las personas. [4]

1.3 Delimitación

Delimitación de contenidos:

Área académica: Física y Electrónica

Línea de Investigación: Sistemas de Control

Sublínea de Investigación: Sistema Embebido

Delimitación Espacial

El proyecto de investigación se desarrolló en la Universidad Técnica de Ambato, ubicado en el cantón Ambato, provincia de Tungurahua.

Delimitación Temporal

La presente investigación se desarrolló en el periodo Septiembre 2018 – Febrero 2019 de acuerdo a lo establecido en el Reglamento de Graduación para Obtener el Título Terminal de Tercer Nivel de la Universidad Técnica de Ambato.

1.4 Justificación

El uso de los automóviles es muy común en el mundo actual, por esta razón es que la industria automovilística se renueva a pasos agigantados realizando mejoras a sus vehículos. La mayoría de estas mejoras están dirigidas al campo electrónico y a la seguridad, garantizando la integridad del automóvil y agregando un valor importante al vehículo.

A nivel socio-económico se puede observar que es evidente como el desarrollo de las nuevas tecnologías ha influido directamente en la vida de las personas y el enfoque de la sociedad, lo que hace indispensable la participación de la ingeniería en los diferentes procesos cotidianos que se lleva hoy en día. Con el desarrollo de sistemas electrónicos se puede innovar y dar solución a problemas de seguridad y confort para los usuarios utilizando sistemas embebidos y procesamiento digital. [1]

La implementación de un Sistema Electrónico para el auto Eléctrico Biplaza UTA-CIM17 proporciona espacios de trabajo que cubren diferentes áreas de conocimiento todas ellas relacionadas directamente con la Ingeniería Electrónica. El desarrollo de un sistema de control y monitorización para el auto permitió poner en práctica el manejo de tarjetas de desarrollo como microcontroladores, sensores y sistemas embebidos, obteniendo datos a partir de herramientas que ofrece la electrónica.

El proyecto pudo contribuir con nuevas ideas para la enseñanza beneficiando a los estudiantes de las Facultades de Ingeniería Civil y Mecánica así como la Facultad de Sistemas Electrónica e Industrial como un punto de partida para generar nuevos proyectos que mejoren la eficiencia y funcionamiento de un auto eléctrico, a la vez generar proyectos con gran visión en el ámbito de la tecnología que tendrá gran impacto en el futuro del Ecuador.

El proyecto fue factible tanto en la parte intelectual, técnica y económica, al disponer de todos los elementos y componentes necesarios para el diseño y ensamblaje con una gran variedad de alternativas en el mercado de acuerdo a las necesidades con precios módicos y convenientes además del conocimiento necesario para crear el prototipo electrónico, además se contó con el apoyo de docentes especializados en el ámbito de la electrónica, las comunicaciones y la robótica.

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo General

Implementar un sistema electrónico para monitorización y control de un prototipo de auto eléctrico biplaza UTA-CIM17

1.5.2 Objetivos Específicos

- Analizar las necesidades y requerimientos del prototipo del auto eléctrico.
- Seleccionar la tecnología y equipos a utilizar en la construcción del auto eléctrico
- Diseñar el sistema electrónico que permita el control y monitorización de los diferentes dispositivos y mecanismos que conforman un auto eléctrico.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Entre la bibliografía revisada se ha encontrado varios documentos que hacen referencia al estudio, diseño e implementación de sistemas eléctrico y electrónicos de un vehículo eléctrico mismos que servirán como guía para el desarrollo del proyecto de investigación.

Alex Danilo Ruiz Dalgo, Adrián Daniel Rueda Guiracocha en su proyecto de grado argumentan “El proyecto trata sobre el diseño e implementación de un control electrónico automatizado de un sistema de alumbrado de un vehículo con la finalidad de ofrecer una visibilidad óptima al usuario”, Explica la importancia de la percepción visual al momento de conducir el vehículo y la concentración del conductor detrás del volante, que conjuntamente son factores que aumentan el nivel de cansancio en el piloto, que en circunstancias adversas puede ocasionar accidentes; por ello la relevancia del sistema de iluminación en el vehículo, tanto en luces delanteras, traseras, de emergencia y auxiliares. [6]

Fredy Orlando Cando Santo, Alex Mauricio Tipan Suarez en su proyecto de grado señalan “Las aplicaciones electrónicas van avanzando y es imprescindible la ayuda de este sistema para optimizar de diferente manera la utilización de los diferentes accesorios y sistemas para la mejor conducción del automóvil en la ciudad y sus alrededores ya que el mismo mantendrá la concentración del conductor”, se concluye la utilidad de la Electrónica en el Área Automotriz para mejorar cualquier proceso que conforme el vehículo, creando sistemas de asistencia al chofer, sean estos para la seguridad, estabilidad del vehículo, iluminación y confort; automatizando con el

propósito de disminuir la activación manual de dispositivos, permitiendo de esta manera al chofer mantener su atención en la conducción y evitando distracciones que pueden terminar en colisiones [5]

Oscar Gómez en su proyecto de maestría señala “El proyecto realizado se centra en un entorno importante para la sociedad, como es el tema de la seguridad”. La seguridad vista desde el punto de evitar posibles accidentes de tráfico, como consecuencia del consumo excesivo de alcohol, y la seguridad desde el punto de vista de agresiones físicas a conductores y los atentados a la propiedad privada.

Del trabajo se concluye que la utilización del reconocimiento de voz implementado en el vehículo eleva el nivel de seguridad del mismo y además resalta la responsabilidad del conductor frente a accidentes, ya que un sistema biométrico es muy confiable pero a la vez requiere que sea exacto, por los rasgos únicos del tono humana que finalmente pueden ser alterados por ingesta de alguna sustancia estupefacientes o alcohol que le impedirá el activar el vehículo.

En el año 2014, Fausto Danilo Chancusig Guerrero presenta el “Análisis técnico-económico para la inserción de vehículos eléctricos en el sistema eléctrico Ecuatoriano.”, explica que la inserción de vehículos eléctricos en el sistema eléctrico ecuatoriano genera una demanda importante de energía debido a la recarga masiva de vehículos que utilizan como combustible primario la energía eléctrica, para que la inserción del vehículo eléctrico sea beneficioso para el país es importante implementar un sistema flexible de recarga de baterías del vehículo. A través de una encuesta relacionada con la incorporación de vehículos eléctricos en el Ecuador se estableció que de 100 encuestados, 68 optarían por la posibilidad de adquirir un auto eléctrico. [6]

En el año 2017, Edison David Ortiz Medrano presenta la “Adaptación de un Buggy con motor de combustión interna a un sistema eléctrico” que consiste en adaptar un sistema eléctrico en un buggy de motor a combustión interna, indica que se implementaron componentes mecánicos, eléctricos y electrónicos, los cuales se lo realizan en el chasis del auto en construcción. Estableciendo componentes mecánicos como eléctricos que se lo realizó en el chasis del auto eléctrico y la selección para la conversión del Buggy turístico que será impulsado por un motor eléctrico. [17].

2.2 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

El prototipo UTA-CIM17 es un vehículo biplaza propulsado por un sistema eléctrico; que posee un motor eléctrico alimentado por un banco de baterías que son suficientes para el umbral de buen funcionamiento del motor y el controlador del motor. Se indican algunas características básicas del prototipo las cuales fueron útiles para la implementación:

- Tracción trasera propulsada mediante un motor eléctrico y adaptado a un diferencial a medida.
- Carrocería liviana de hierro galvanizado
- Espacio apto para la implementación del sistema eléctrico, baterías, el controlador y los componentes necesarios.

Tabla 2.1 Especificaciones Técnicas UTA-CIM17

Características Técnicas		
Modelo	UTA-CIM17	
N-0 PLAZA	2	
TIPO	ELÉCTRICO PURO	
DIMENSIONES	LARGO	2075 mm
	ANCHO	1235 mm
	ALTURA	1400 mm
PESO	PESO	284 kg
	PESO TRIPULACION	469 kg
	MOTOR	MotEnergy Drive 5 ME 1003
MOTOR	POTENCIA	6 a 9 kw
	VOLTAJE	48V
	PESO	17KG
	TRANSMISIÓN	ACOPLE DEL MOTOR
BATERIAS	MARCA	DACAR
	TECNOLOGIA	Ciclo Profundo
	CAPACIDAD	240 (Ah)
	VOLTAJE	6V
	PESO	20.02kg
	DIMENSIONES	260mm x 180mm
CARACTERISTICAS	VELOCIDAD	50km/h
	AUTONOMIA	8 horas



2.2.2 Motor Eléctrico

Un motor eléctrico es esencialmente una máquina que convierte energía eléctrica en movimiento o trabajo mecánico, a través de medios electromagnéticos que opera primordialmente en base a dos principios:

- El de inducción que señala, que si un conductor se mueve a través de un campo magnético o está situado en las proximidades de otro conductor por el que circula una corriente de intensidad variable, se induce una corriente eléctrica en el primer conductor.
- Y el principio de Ampère en el que establece que si una corriente pasa a través de un conductor situado en el interior de un campo magnético, éste ejerce una fuerza mecánica o f.e.m. (fuerza electromotriz), sobre el conductor. [16]

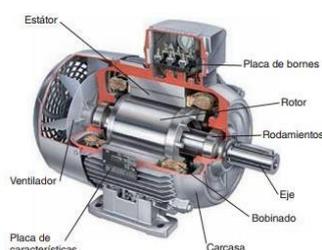


FIGURA 2.1 Partes internas del motor

2.2.3 Baterías

Se denomina batería eléctrica, acumulador eléctrico o simplemente acumulador, al dispositivo que almacena energía eléctrica, usando procedimientos electroquímicos y que posteriormente la devuelve casi en su totalidad; este ciclo puede repetirse por un determinado número de veces. Se trata de un generador eléctrico secundario; es decir, un generador que no puede funcionar sin que se le haya suministrado electricidad previamente mediante lo que se denomina proceso de carga. [19]

2.2.4 Botoneras

Una botonera es un conjunto de botones o interruptores, una vez instalados dentro de un tablero o cualquier otro sitio permite tener un fácil acceso y vista general de los mandos que modifican el comportamiento de algún proceso mediante el envío de una señal, generalmente eléctrica, y accionan o desactivan diferentes elementos.

Existen muchos tipos de botoneras que dependen de su construcción, distribución y del tipo de proceso que comandan que facilitan al usuario su manipulación. [13]

2.2.5 Sensores

Un sensor es un dispositivo capaz de detectar magnitudes físicas o químicas, llamadas variables de instrumentación, y transformarlas en variables eléctricas. Los sensores detectaran las variaciones en las magnitudes (posición angular, velocidad angular) y las transforman en magnitudes eléctricas que pueda interpretar el sistema eléctrico de control. [12]

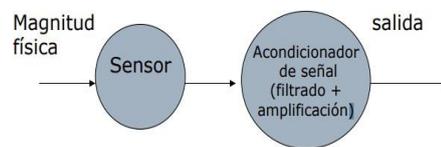


FIGURA 1.2 Esquema del sensor [12]

Teniendo en cuenta esta característica los sensores se pueden dividir en: [12]

- Los que proporcionan una señal analógica (la temperatura del motor)
- Los que proporcionan una señal digital (señales de sensores digitales)
- Los que proporcionan señales pulsatorias (sensores de revoluciones)

2.2.6 Controlador

Los controladores de motor programables proporcionan controles eficientes, suaves y silenciosos para vehículos eléctricos como carritos de golf, motocicletas eléctricas y control de velocidad industrial del motor. Utiliza alta potencia Mosfet y PWM para lograr eficiencias de hasta 97% en la mayoría de los casos. un microprocesador brinda control completo y preciso a los controladores. Además permite a los usuarios para ajustar los parámetros, realizar pruebas y obtener información de diagnóstico de manera rápida y fácil. Funciones Generales del Controlador [21]

- Detección y protección de fallas extendidas
- Protección incorporada de bucle de corriente y sobre corriente
- Programación y actualización de software
- Suministro de salida de +5v
- Entrada configurable

2.2.7 Unidad de control electrónico

En la industria una unidad de control electrónico es un dispositivo electrónico embebido, básicamente es una PC digital que lee señales provenientes de sensores ubicados en varias partes y en diferentes componentes y dependiendo de esta información controla varias unidades importantes por ejemplo el rendimiento del motor y operaciones automatizadas del móvil. [18]

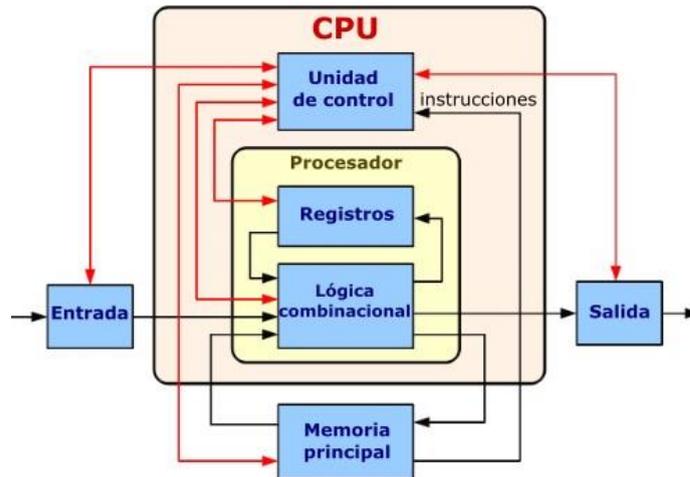


Figura 2.3. Procesamiento de señales en la unidad de control [18]

Una unidad de control electrónico esta hecho básicamente de hardware y software, el hardware esta hecho de varios componentes electrónicos en una PCB

El componente más importante es un chip microcontrolador junto con un EPROM o un chip de memoria flash.

El Ecu se caracteriza por: [18]

- Varias líneas de E/S analógica y digital (alta y baja potencia) dispositivo de interfaz y control de potencia, pruebas de alto voltaje, adaptadores inteligentes de interfaz de comunicación.

2.2.8 Sistema de Aceleración

En los sistemas modernos de aceleración electrónica el sistema del control del acelerador electrónico se basa en un sensor en el pedal que capta la posición del mismo de acuerdo a la acción del conductor y condiciones de desempeño y la comunica al controlador, este ordena a un actuador que modifique la apertura de la mariposa de admisión, cuya posición es detectada a su vez por un sensor de posición.

Funciones del control electrónico de aceleración [14]

- Otorgar el par motor apropiado para soportar las necesidades del conductor y los otros sistemas del automóvil (Potencia de aceleración, potencia del A/C, Potencia para mantener la carga del sistema eléctrico).
- Disponer la potencia para no generar exceso de torque.
- Incidir en los cambios suaves de velocidad, garantizando un buen confort.
- Prestar un buen servicio en caso de emergencias.

2.2.9 Actuadores

Es aquel elemento o dispositivo de una máquina, encargado de suministrar energía mecánica para que este funcione. Este elemento debe ser capaz de transformar algún tipo de energía, ya sea eléctrica, neumática o hidráulica en energía mecánica para aplicarla en el eslabón motor de dicha máquina.

Los actuadores eléctricos son los más extendidos y los que poseen mayor campo de aplicación dada la fácil disponibilidad de la energía eléctrica a través de las redes de distribución. Además son altamente versátiles debido a que se utilizan cables eléctricos para transmitir señales de control y la electricidad, por lo que prácticamente no hay restricciones respecto a la distancia entre la fuente de poder y el actuador. [15]

Tipos de actuadores eléctricos:

- Motores de corriente alterna
- Motores de corriente continua
- Servomotores

2.2.10 Interfaz grafica

La Interfaz de Usuario es la parte del software que las personas pueden ver, oír, tocar, hablar; es decir, donde se pueden entender. La Interfaz de Usuario tiene esencialmente dos componentes: la entrada y la salida. La entrada es cómo una persona le comunica sus necesidades o deseos a la computadora. Algunos componentes de entrada comunes son el teclado, el ratón, un dedo (para pantallas sensibles al tacto: touch screen), y la voz de uno (para las instrucciones habladas). La salida es la forma en que la computadora transmite los resultados a lo solicitado por el usuario. Hoy en día el mecanismo de salida de la computadora más común es la pantalla, seguido de

mecanismos que aprovechan las capacidades auditivas de una persona: de voz y sonido. [20]

2.2.11 Investigación de los distintos métodos utilizados por las organizaciones encargadas de regular la construcción de sistemas electrónicos para vehículos eléctricos

El análisis de Legislación Nacional e internacional de Vehículos Eléctricos, se trató aspectos importantes que fueron determinantes a la hora de aplicar normas y distintos aspectos referentes a la construcción técnica, seguridad del Auto Eléctrico. En primer lugar analizamos las diferentes Normativas las cuales nos dieron a conocer las diferentes seguridades en los distintos sistemas eléctricos que dispondrá el prototipo.

Análisis de Normativas Nacionales e internacionales para vehículos eléctricos

Los vehículos eléctricos representan una tecnología bastante diferente a la de los vehículos convencionales actuales. El uso de diferentes sistemas que se utilizaron, tales como las baterías, trae consigo los siguientes aspectos de interés.

- Seguridad en el sistema eléctrico: aspectos eléctricos y mecánicos
- Seguridad en la batería: aspectos eléctricos, mecánicos y químicos
- Seguridad en los conectores
- Seguridad en el cableado

Regulaciones Existentes

Debido a que los vehículos eléctricos no están ampliamente establecidos en los países Europeos ni de América, no existe una legislación especialmente dirigida a ellos. Sin embargo se tiene que seguir regulaciones y normas que se exponen a continuación:

Normas Existentes

El borrador internacional de las normas ISO7DIS 6469.2.2 se titula “Automóviles eléctricos - Especificaciones”. Este borrador esta todavía incompleto aunque formula alguna recomendación de seguridad. Dentro de las ISO, los vehículos eléctricos están incluidos en el comité TC22/SC21.

La norma alemana Deutsche Industrie Normen (DIN) / Verband Deutscher Elektrotechniker (VDE) 0122; trata del equipamiento eléctrico de un automóvil eléctrico. Esta norma está ampliamente dedicada a la definición de valores nominales y procedimientos de ensayo, aunque también recoge aspectos relacionados con la seguridad.

Directivas del comité Internacional Electromecánico

Muchas de las directivas del comité internacional electromecánico (IEC) se pueden aplicar directamente a los automóviles eléctricos, estando la mayoría relacionadas con el equipo de seguridad del vehículo (luces, etc).

Publicaciones del comité internacional electromecánico

El comité internacional (IEC) ha preparado varias publicaciones relacionadas con los automóviles eléctricos.

- IEC 718 (1992). Equipamiento eléctrico para la alimentación de energía a los vehículos impulsados por baterías.
- IEC 783 (1984). Cables y conectores para automóviles eléctricos.
- IEC 784 (1984). Instrumentación para automóviles eléctricos.
- IEC 785 (1984). Maquinas rotativas para automóviles eléctricos.
- IEC 786 (1984). Controladores para automóviles eléctricos.

La Seguridad Activa

Se busca que se disminuya el riesgo de accidentes que se pueden producir durante el uso regular y habitual del vehículo, por lo cual los dispositivos y elementos que lo conforman deben garantizar que el conductor no sufra perturbaciones en la marcha del vehículo, y además que se facilite la manipulación de los mandos que permiten que este pueda circular. La seguridad activa según el Manual de la Técnica Bosch (1999) Seguridad en la percepción de señales.- Se determina por el buen estado y aplicación de los dispositivos de iluminación, dispositivos acústicos de advertencia y medidas de visión.

- Seguridad de servicio.- Establece la facilidad que brinda el vehículo para poder manipular los mandos y controles durante la conducción de manera confortable.

Norma técnica ecuatoriana nte inen 1115:1990 vehículos.

- Equipos de iluminación y dispositivos para mantener o mejorar la visibilidad

Acondicionamiento de señales

En el proceso de acondicionamiento se comparó valores obtenidos por el sensor con valores de referencia. Fue necesaria la calibración para mantener la precisión del sensor.

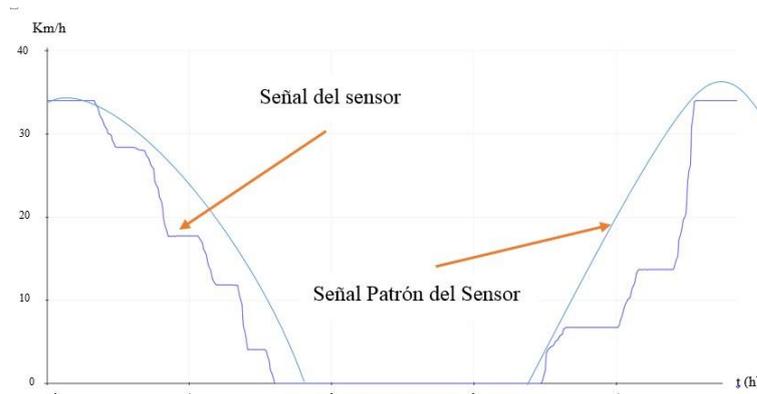


FIGURA 4.6 Señal Análoga del Sensor

Fuente: Investigador

Se realizó un convertor Análogo Digital para el acondicionamiento de la señal del sensor del acelerador se realiza dos etapas: la primera etapa se realizó el muestro de señales, en la segunda etapa se aproximó los valores muestreados a un determinado nivel de cuantificación, estos ciertos valores cuantificados se codifican en valores digitales.

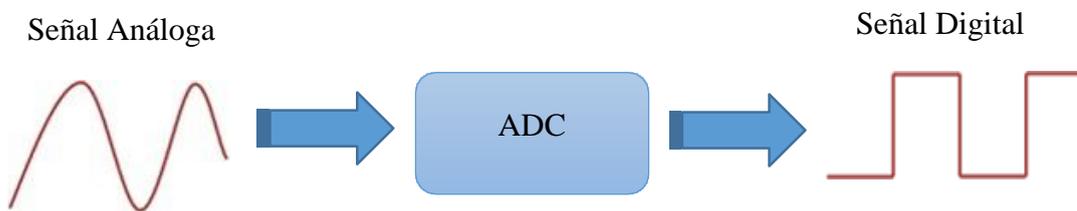


Figura 4.7 Diagrama de Conversión Análogo Digital

Fuente: Investigador

Para el ADC se toma en cuenta el parámetro de resolución del convertidor.

El Arduino Mega tiene una resolución de convertidor de 10 bits, es decir que al momento de la cuantificación de la señal analógica se representó en valores de 0 a 1024.

$$Re = \frac{Vref}{1024} \quad \text{Ec. 1}$$

En la Ecuación 1 se mapeara los valores de voltaje de entrada, entre 0 y Vref voltios, a valores enteros comprendidos entre 0 y 1023 (2^n-1). Lo que significa que el sensor analógico está caracterizado con un valor entre 0 y 1023.

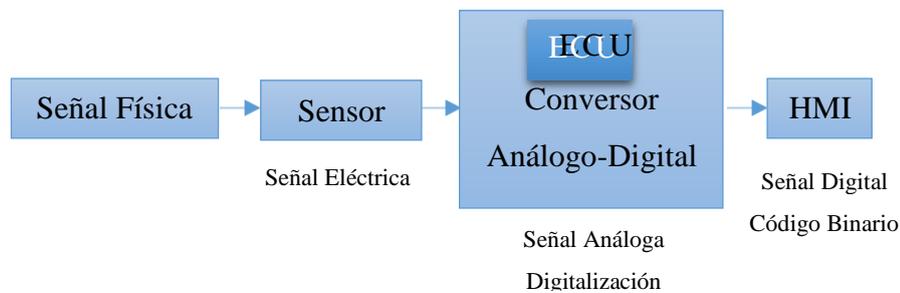


FIGURA 4.8 Diagrama de etapas

Fuente: Investigador

2.3 Protocolo de comunicación

2.3.1 Comunicación serie

Consiste en transferir y recibir pulsos digitales a una misma velocidad. En el cual el transmisor envía pulsos que representan el dato enviado a una velocidad determinada y el receptor escucha dichos pulsos a esa misma velocidad, permitiendo que se realice una comunicación asíncrona.

Si el voltaje tiene un valor HIGH (+5v en la comunicación con arduino), se interpretara el dato como 1 y si tiene valor LOW (0v) se interpretara el dato como 0.

Se determina el orden de envío de los bits, el transmisor envía en primer lugar el bit con más peso (más significativo) y por último se envía el de menos peso (menos significativo) del formato binario.

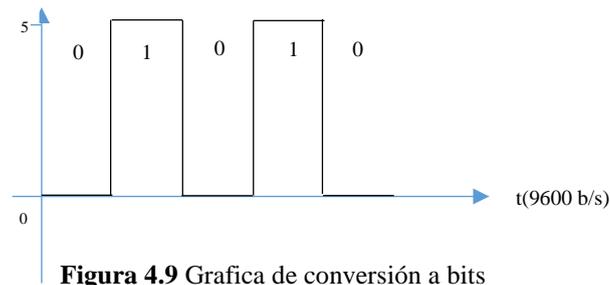


Figura 4.9 Grafica de conversión a bits

Fuente: Investigador

Al enviar datos por el puerto serie, se tomó en cuenta que la comunicación se realiza a través de los valores con una longitud de 8 bits y que el conversor A/D de Arduino tiene una resolución de 10 bits. Por lo cual se tomó una forma para adaptar una resolución que implica dividir para 4 el valor capturado por el sensor analógico (1024/256) para convertirlos en valor de Byte valido (0-255).

Utilizamos el siguiente código en el lenguaje de programación Arduino

- `value = analogRead(analogPin)/4;`
- `serialWrite(value);`

Uno de los objetivos de este prototipo es utilizar el protocolo serie para comunicar a Arduino la información que debe enviar a las pantallas.

En la comunicación el puerto serial envía y recibe bytes de información un bit a la vez, para realizar la comunicación se utilizan 3 líneas de transmisión: (1) tierra o referencia, (2) transmitir, (3) recibir. Debido a la transmisión es asincrónica, es posible enviar datos por una línea mientras se reciben datos por otra línea.

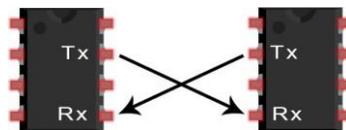


FIGURA 4.10 Comunicación serial

Fuente: Investigador

2.3.2 Descripción de la trama de datos

- a. **Velocidad de transmisión:** indica el número de bits por segundo que se transfieren y se miden en baudios.

- b. Bits de datos:** se refiere a la cantidad de bits en la transmisión, la cantidad de bits varía de 5, 7 y 8 bits.
- c. Bits de parada:** usado para indicar el fin de la comunicación de un solo paquete. Los valores son 1, 1.5 o 2 bits. Debido a la manera como se transfiere la información a través de las líneas de comunicación y que cada dispositivo tiene su propio reloj.
- d. Paridad:** es una forma sencilla de verificar si hay errores en la transmisión serial.

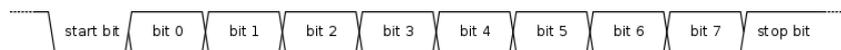


FIGURA 4.11 Trama de datos

Conversión de bits a km/h

La conversión se realiza en la programación de Arduino utilizando la función `map()` la cual se le asigna variables que acogen los datos enviados por el acelerador.

1. Primero se guarda el valor obtenido del potenciómetro.
2. Mapeo el valor que su rango original es de 0-1023 a 0-50 que es el rango que voy a controlar en la pantalla HMI del velocímetro.
3. Mediante una estructura `if (valorMapeado != valorAnterior)` hago que se varíe la posición del potenciómetro.
4. Con los dos siguientes `if` de mayor o menor lo que estoy haciendo es detectar si el potenciómetro está girando hacia la izquierda o la derecha y en función a esto se visualiza el movimiento en la pantalla HMI de la velocidad del vehículo.

Sintaxis

`map(value, fromLow, fromHigh, toLow, toHigh)`

Parámetros

`value` : el número a mapear

`fromLow` : el límite inferior del rango actual del valor

`fromHigh` : el límite superior del rango actual del valor

`toLow` : el límite inferior del rango objetivo del valor

`toHigh` : el límite superior del rango objetivo del valor

Guía Ergonómica

GEDIS es un método de diseño especializado en sistemas de control basado en niveles donde se van concretando los diseños de los distintos tipos de pantallas y contenidos. La guía GEDIS consta de 10 indicadores que pretenden cubrir todos los aspectos del diseño de la interfaz como se muestra en la Tabla 4.4 que muestra la definición de cada indicador junto a qué aspectos previos (entradas) son necesarios para la obtención del indicador y que se espera obtener (salidas) del indicador. En la tabla se mezclan aspectos de ergonomía con aspectos de control de procesos.

Tabla 2.3.3 Lista de indicadores de la guía GEDIS

Indicador	Definición	Entradas	Salidas
Arquitectura	Organización jerárquica de las pantallas	De la planta física a la monitorización grafica	Mapa de relaciones entre pantallas y sus funciones
Distribución de pantallas	Plantillas de los diferentes tipos de pantallas	Diseño de los procesos físicos y subprocesos	Clasificación de tipos de pantallas
Navegación	Modos de Navegación entre pantallas	Controles de navegación entre subprocesos	Navegación equilibrada en anchura y profundidad
Uso de color	Asociación de funcionalidades en el ámbito del control de procesos	Requisitos sobre dispositivos de información visual	Uso de color adecuado en el contexto
Uso de fuentes e información textual	Abanico de fuentes y asociación de funcionalidades	Fuentes y tamaños legibles por el operario	Estándares de fuentes, acrónicos abreviaturas
Estatus de los equipos y eventos de proceso	Símbolos e iconos gráficos para representar el estado de la planta y los cambios de estado	Estándares nacionales y/o internacionales en control supervisor	Uso de símbolos e iconos reconocibles por el operario experto
Información y valores de proceso	Presentación de los datos analógicos/digitales en los gráficos	Procesamiento de la información	Lista clasificada de las variables del proceso
Gráfico de tendencias y tablas	Presentación y agrupación de valores en gráficos de tendencias y tablas	Procesamiento de información	Lista de agrupaciones de datos en gráficos y tablas.
Comandos y entradas de datos	Modo de entrada de datos a la interfaz	Estándares de diseño de comandos y entrada de datos	Accesibilidad a la manipulación de parámetros y consignas

Fuente: Investigador

Valorización de las ventajas que ofrece el uso de software libre de programación

- Usar el software y adaptarlo a las necesidades del usuario sin costo y de forma ilimitada en el tiempo, sin restricciones.
- Se puede realizar copias del programa a cualquier usuario o empresa que lo necesite.
- Posibilidad de traducir el mismo a cualquier idioma, inclusive a una lengua regional o indígena.
- Independencia tecnológica de los Estados con respecto a grandes grupos económicos.
- Fácil acceso por parte del sector educativo público y privado.
- Mayor seguridad y privacidad de los datos. Disminuye los riesgos de filtración, aumenta la imposibilidad de acceso y manipulación de los datos críticos del Estado.
- Asegura la durabilidad de la información y su migración, gracias al acceso al código fuente.
- Disminuye los riesgos de "puertas traseras" que introduzcan códigos maliciosos o de espionaje.
- El conocimiento de códigos fuente permite la rápida solución a funcionamientos erróneos.
- Elimina el sistema operativo monousuario. Ya que permite el uso y trabajo de varios usuarios al mismo tiempo.
- Elimina el derecho exclusivo de la innovación.
- Abre la posibilidad del trabajo compartido entre diferentes empresas o dependencias de gobierno.
- Elimina la inseguridad ante cierre de compañías de provisión o discontinuidad del producto.

Arduino, es una compañía open source y open Hardware que trabaja bajo la Licencia Pública General Reducida de GNL (LGPL) o la Licencia Pública General de GNU (GPL) permitiendo la manufactura de las placas Arduino y distribución del software por cualquier individuo, así como un proyecto y una comunidad internacional que diseña y manufactura placas de desarrollo de

hardware para construir dispositivos digitales y dispositivos interactivos que pueden controlar objetos del mundo real. Arduino se enfoca en acercar y facilitar el uso de la electrónica y programación de sistemas embebidos en proyectos multidisciplinarios.

- Existe Libertad de Conocimiento y trabajo cooperativo entre sus usuarios lo que permite una mayor innovación tecnológica.
- Rápida corrección de errores facilitado por el trabajo comunitario a través de Internet y de su libre acceso al código fuente.
- Contribuye a la formación de profesionales y el desarrollo de la industria local, generando conocimiento y trabajo)
- Facilidad para personalizar el software de acuerdo a las necesidades del usuario.

2.4 PROPUESTA DE SOLUCIÓN

La implementación de un sistema electrónico aplicado para el auto eléctrico UTA-CIM17 permitió obtener los datos analógicos o digitales enviados por los diferentes dispositivos eléctricos como los sensores que conforman el sistema instalado en el auto, así como supervisar y ejecutar los procesos a través de un tablero de control de mando.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 MODALIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

El presente proyecto tuvo una modalidad de investigación aplicada, con un enfoque cualitativo porque se desarrollará de manera dinámica en la consecución de los objetivos planteados a partir de un problema, el que será sustentado en el desarrollo de una propuesta a la ingeniería y las industrias automovilísticas. Para su argumentación teórica-práctica se utilizará los conocimientos adquiridos a lo largo de la formación en la Carrera de Ingeniería en Electrónica y Comunicaciones de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial de la Universidad Técnica de Ambato; para comprender, analizar y resolver el problema planteado.

La investigación fue Bibliográfica para fundamentar el tema, se realizará una explicación técnica-científica de las variables del problema planteado y la propuesta de solución será sustentada en fuentes de información primaria y secundaria como libros físicos y digitales, revistas, artículos tecnológicos, publicaciones en internet etc., de tal forma que se sustente el informe final del proyecto de titulación

La Investigación también fue experimental debido a que se desarrollará varias pruebas con el diseño hasta conseguir el funcionamiento electrónico ideal del auto eléctrico

3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA

Por las características de la presente investigación. No se requiere población y muestra.

3.3 RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

Para el presente proyecto de investigación se recolecto información por medio de documentos y un estudio de campo: además del levantamiento de información técnica, empleando artículos científicos, tesis, revistas, libros, páginas de internet, etc.

3.4 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

La información forma parte de un proceso y análisis para la obtención de datos y resultados vez seleccionada la información necesaria se realizará el siguiente procedimiento:

- Analizar la información recopilada
- Interpretación de la información
- Depurar la información
- Procesar la información
- Optimizar datos e información
- Diseñar e implementar el sistema electrónico del auto eléctrico
- Realizar pruebas piloto
- Detección y control de errores
- Presentar resultados

3.5 DESARROLLO DEL PROYECTO

En el desarrollo, diseño e implementación del sistema electrónico para un vehículo eléctrico, se procederá de la siguiente manera:

1. Análisis de las necesidades de requerimiento que presenta el prototipo del auto eléctrico.
2. Identificación de variables de entrada y salida de señales tanto analógicas como digitales.
3. Revisión de los procedimientos técnicos del sistema electrónico.
4. Investigación de los distintos métodos utilizados por las organizaciones encargadas de regular la construcción de sistemas electrónicos para vehículos eléctricos.
5. Selección de elementos idóneos según los requerimientos establecidos en el diseño de un auto eléctrico.

6. Comparación de las diferentes características que tienen los dispositivos y sensores de control electrónico para vehículos existentes en el mercado.
7. Reconocimiento de las funciones de la Unidad de Control Electrónico
8. Valoración de las ventajas que ofrece el uso de software libre de programación.
9. Análisis del lenguaje y entorno de programación utilizado para sistemas electrónicos.
10. Planteamiento de un algoritmo de control para los elementos electrónicos que conforman un auto eléctrico.
11. Verificación de algoritmos de control electrónico del vehículo.
12. Evaluación de la efectividad de las tecnologías utilizadas en la implementación de sistemas electrónicos para autos eléctricos.
13. Implementación de los diagramas y configuraciones del sistema electrónico en el vehículo.
14. Ejecución de pruebas piloto para detección y corrección de errores.
15. Elaboración del informe final del proyecto de investigación.

CAPITULO IV

DISEÑO DE LA SOLUCIÓN

El presente trabajo se ha realizado con la finalidad que el usuario pueda interactuar con los dispositivos instalados en el auto eléctrico, de esta manera supervisar y ejecutar a través de un tablero de control de mando.

En este capítulo se tratara del análisis de las necesidades y requerimientos que presenta el auto eléctrico, desarrollo de la propuesta, selección de tecnología y equipos, implementación del sistema, así como las pruebas de funcionamiento.

4.1.- ANALISIS DE FACTIBILIDAD

4.1.1 Factibilidad Técnica

Se dispuso de todos los dispositivos necesarios para el diseño del prototipo electrónico con sus respectivos manuales y guías técnicas; además de los conocimientos necesarios por parte del investigador para el diseño, programación y ensamblaje. Todo el trabajo se elaboró rigiéndose a parámetros técnicos y de seguridad.

4.1.2 Factibilidad Operativa

El diseño de la interfaz de prototipo electrónico es muy funcional, su simplicidad le permite al usuario interactuar de la mejor manera a través de una pantalla Táctil que indica la ejecución de algún proceso, adicionalmente el prototipo se basa en el control de diferentes accesorios del vehículo sin la necesidad de un complejo conocimiento tecnológico; obteniendo como resultado una eficiencia en la parte operativa.

4.1.3 Factibilidad Económica

El presupuesto económico que sostuvo el proyecto fue factible y sustentado en su totalidad por parte del investigador, que cubrió los gastos de todo lo requerido para llevar a cabo el proyecto desde el diseño hasta la implementación.

DESARROLLO DE LA PROPUESTA DE SOLUCIÓN

En el presente diagrama de bloques se muestra las características básicas del sistema electrónico especificando los componentes principales que van a ser útiles en la implementación. El sistema electrónico para monitorización y control de un auto eléctrico está constituido por 3 bloques: Unidad de Control Electrónico, Dispositivos de entrada, Dispositivos de Salida. A continuación se muestra en la fig.

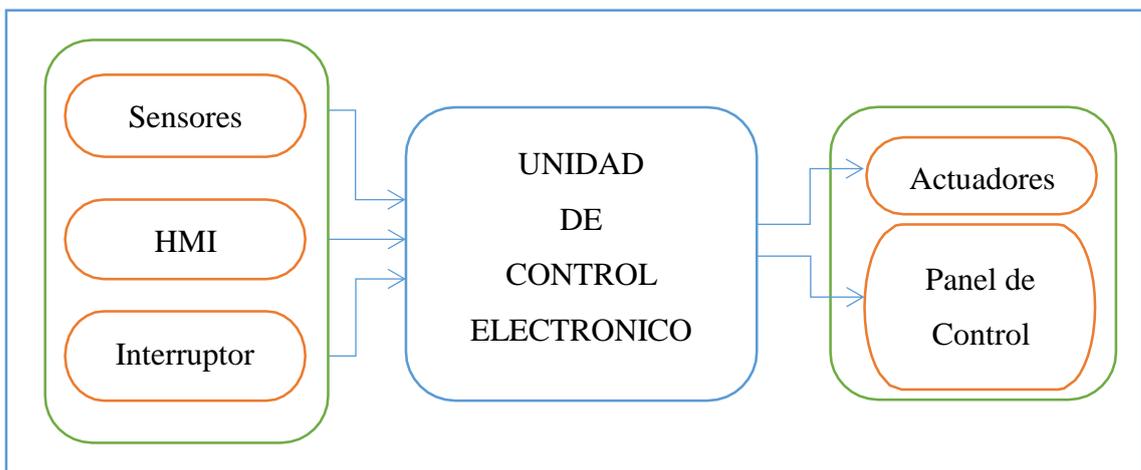


Figura 4.1. Diagrama de bloques

Elaborado por: Mario Rojas

REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA

El prototipo de auto eléctrico biplaza UTA-CIM17 requiere la implementación de un sistema electrónico para monitorización y control. El sistema tiene un diseño integral, para controlar funciones de mando que le permitan al operario ejecutar funciones de prevención y alerta para los usuarios que se encuentren tanto en el interior del vehículo como fuera de él.

- Controlar el sistema de encendido y apagado de luces delanteras del vehículo mediante un pulsador diseñados en una pantalla táctil.
- Controlar el sistema de luces de prevención de giro izquierdo como de giro derecho del auto
- Controlar el sistema de luces de parqueo del vehículo mediante un pulsador diseñado en la pantalla táctil
- Monitorear la velocidad de alcance del vehículo, como sus revoluciones por minuto
- Controlar el sistema de aceleración mediante un bloqueo del paso de la corriente atreves de una interfaz de usuario en una pantalla tactil.

4.2 Selección de los dispositivos

4.2.1 Unidad de Control Electrónico

La unidad de control es un conjunto de dispositivos electrónicos embebidos, diseñados con el propósito de instalar en el interior del auto eléctrico, teniendo como finalidad de adquirir las señales enviadas por los sensores y ejecutar los requerimientos del usuario.

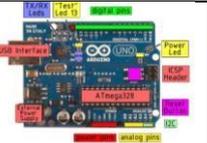
4.2.2 Selección del microcontrolador para la adquisición de datos de los sensores

La función principal del microcontrolador es procesar los datos adquiridos por los sensores y/o interruptores de mando, cumplirá con la ejecución de instrucciones que contemplan el sistema electrónico. Se realizó un análisis comparativo de características del prototipo por lo cual de acuerdo al resultado se eligió el microcontrolador idóneo como se muestra en la tabla. 4.1

De acuerdo al análisis de las características que presentan los microcontroladores y los requerimientos del sistema electrónico y al tratarse de un prototipo se decidió trabajar con open source y Arduino Mega 2560, en cual nos permite utilizar 54 pines digitales de E/S y 16 pines analógicos de entrada, cuenta con 86 puertos programables lo cual permite una convergencia de todos los componentes electrónicos del sistema, el cual antes de ser instalado fue protegido contra vibración, temperatura y humedad. Tiene una plataforma de hardware libre y un entorno sencillo de programación.

En el **Anexo II** se encuentra el manual técnico de la placa electrónica con información general del módulo, datos técnicos, modos de utilización e información adicional que permitirá un mejor entendimiento del dispositivo.

Tabla 4.1 Comparativa para selección del microcontrolador

Microcontrolador	ATmega2560	ATmega328	ATMEL
			
Voltaje de Operación	5V	5V	3.3V
Voltaje de entrada (recomendado)	7-12V	7-12V	2V
Voltaje de entrada (limite)	6-20V	6-20V	5.5V
Pines digitales E/S	54 (14 PWM salida)	14 (6 PWM salida)	23
Pines análogos E	16	6	
Corriente DC permitida E/S	40 mA	40 mA	2 mA
Corriente DC para 3.3v	50mA	50mA	-
Memoria Flash	256 KB	32 KB	16 o 32 KB
Memoria SRAM	8 KB	2 KB	2 KB
Memoria EEPROM	4 KB	1 KB	252 Bytes
Velocidad de Reloj	16 MHz	16 MHz	20 MHz
precio	22	15	8

Elaborado por: Mario Rojas

Según las necesidades y exigencias del prototipo para la selección del dispositivo HMI se tomó en cuenta la interacción que va a tener el usuario con el sistema para lo cual se realizó un análisis comparativo de características que brindan cada dispositivo como se muestra en la tabla; Y se eligió la Pantalla Táctil Nextion, proporciona un interfaz amigable entre usuario – maquina, trabaja con un puerto de comunicación serial, posee un editor Nextion que permitirá enriquecer el diseño de la interfaz gráfica además de una ranura para tarjeta micro-SD donde almacena dicha información.

Para cubrir las exigencias del prototipo se utilizó dos Pantallas Táctiles Nextion, una pantalla de 5 pulgadas para la visualización de la velocidad del vehículo y sus

revoluciones, la segunda pantalla de 3.2 pulgadas cumple la función de activación de las luces de prevención como luces delanteras, luces de parqueo y activar el bloqueo del acelerador, las cuales están protegidas contra temperatura y humedad. La instalación de las pantallas se las realizo lejos del controlador y del banco de baterías.

Tabla 4.2. Selección del Dispositivo para interfaz de control y visualización HMI

Dispositivo	TFT 3.2	Pantalla Nextion NX3224T028	Pantalla LCD 32x32
			
Memoria	SD hasta 1Gb	SD hasta 8Gb	No
Panel Táctil	Si	Si	No
Numero de Bits	16 bits	16 bit	6 Bits
Numero de caracteres	280 espacios	320 x 240	32x32 pixeles
Precio	35	35	12

Elaborado por: Mario Rojas

Transistor

El transistor TIP31C es un transistor de potencia que cumple la función de interruptor, envía los pulsos emitidos por la unidad de control electrónico a la vez dichos pulsos pueden ser elevados al estar conectados a un relé.

Tabla 4.3 Características técnicas del transistor

Dispositivo	TIP31C
	NPN
Voltaje base-colector	100V
Voltaje colector-emisor	100V
Tensión emisor-base	5V
Corriente Colector	Ic= 3 ^a
Corriente Pico Máximo	Ic=375mA
Corriente Base	IB=3 ^a

Elaborado por: Mario Rojas

Relé

Es un dispositivo que funciona como interruptor permitiendo la activación /desactivación de un circuito eléctrico independiente, para el diseño del circuito de activación de los focos del vehículo se utilizó un relé de 12V.



Figura 4.2. Relé

Fuente: <http://www.taringa.net/posts/info/5800372/Funcionamiento-del-rele.html>

Principales características técnicas

- Fabricante Techman
- Voltaje de operación 12VDC.
- Voltaje de funcionamiento DC 28V terminales.
- Voltaje de funcionamiento AC 125V terminales.
- Corriente máxima terminal 10A.
- Corrientes de funcionamiento 30mA.
- Resistencia de bobina 400 ohm.
- Tiempo de acción 0.10 mseg.

4.2.3 Dispositivos de Entrada/Salida

Los dispositivos de E/S enviarán y recibirán datos analógicos/digitales de los sensores que deberán ser procesados por la unidad de control electrónico y activar los actuadores o a su vez visualizar a través de una pantalla.

4.2.4 Pedal Acelerador (Potbox)

Una vez que el vehículo sea encendido la función del pedal el cual tiene un potenciómetro interno que convierte la posición angular en una señal eléctrica cuando se alimenta al pedal del acelerador con 5 voltios DC, proporciona una señal analógica de 0 a 48 voltios debido a que la resistencia del potenciómetro incrementa o decrementa como se observa en la figura, dicha señal será procesada por el controlador

y a su vez por el Arduino Mega que interpretara a través de una relación de transformación los pulsos de voltaje variable permitiendo visualizar en una pantalla la velocidad expresada en Km/h y las revoluciones por minuto, como se puede observar en la figura.

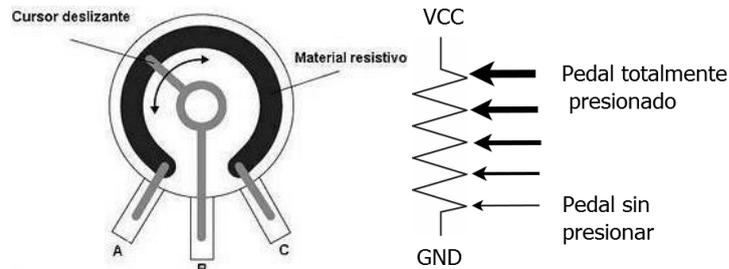


Figura 4.3 Funcionamiento del potenciómetro en el pedal acelerador

Fuente: Investigador

Selección de sensores o interruptor final de carrera

Se utiliza sensores finales de carrera ya que son dispositivos de contactos que muestran una señal eléctrica ante la presencia de un movimiento mecánico o una fuerza externa, dichos dispositivos nos ayudan a determinar la posición, presencia o ausencia de un objeto a través de un accionamiento el cual activara o desactivara un sistema a controlar.

Sensor final de carrera del pedal de freno

La función que va a cumplir el sensor final de carrera en el pedal de freno es para seguridad vial que al ser accionado permitirá el paso de la corriente hacia el foco y a su vez encenderá las luces traseras de prevención.



Figura 4.4 Final de carrera

Fuente: Investigador

Tabla 4.4 Descripción de Interruptores

Elemento	Función	Imagen
Interruptor encendido del vehículo	Tiene como objetivo el encendido y apagado del vehículo proporcionando el paso de la corriente para que pueda encender el controlador del auto y sus accesorios.	
Interruptor encendido del sistema electrónico	Interruptor de dos posiciones que tiene como función en el vehículo el encendido del sistema electrónico permitiendo el paso de la corriente de la batería hacia la unidad de control electrónico. Capacidad: 125 voltios AC/10 amperios	
Interruptor activación de retro del vehículo	La función al activar el interruptor es poner en marcha de reversa, en esta posición se envía una señal al controlador para invertir el giro del motor por lo tanto el Vehículo ira para atrás. A su vez al accionar el interruptor la segunda función es encender la cámara de retro que se encuentra instalada en el radio del auto. Capacidad: 125 voltios ac/10 amperios	
Interruptor encendido de plumas	Al accionar el interruptor permitirá el paso de la corriente hacia el motor que se encuentra instalado en el sistema mecánico de plumas. Capacidad: 125 voltios ac/10 amperios	
Interruptor activación de luces direccionales	De acuerdo a las necesidades del vehículo se adquirió un interruptor de tres posiciones para que cumpla la función de activación de las luces de prevención de giro del vehículo al lado izquierdo como al lado derecho.	

4.2.5 Selección del dispositivo de medición de voltaje

Para la medición del consumo de voltaje se seleccionó un medidor de batería idóneo que vaya de acuerdo a las especificaciones establecidas en el vehículo, se requiere medir en un rango de 0 – 48 voltios de consumo del motor proporcionado por el banco de baterías.



Figura 4.5 Medidor de voltaje

Fuente: Investigador

4.3 CALCULO DE COMPONENTES ELECTRÓNICOS

La Figura muestra el circuito de potencia básico para la conexión de los dispositivos y circuitos eléctricos a intervenir en el auto eléctrico, cuyos valores de sus componentes se obtuvieron a través de parámetros establecidos y valores nominales.

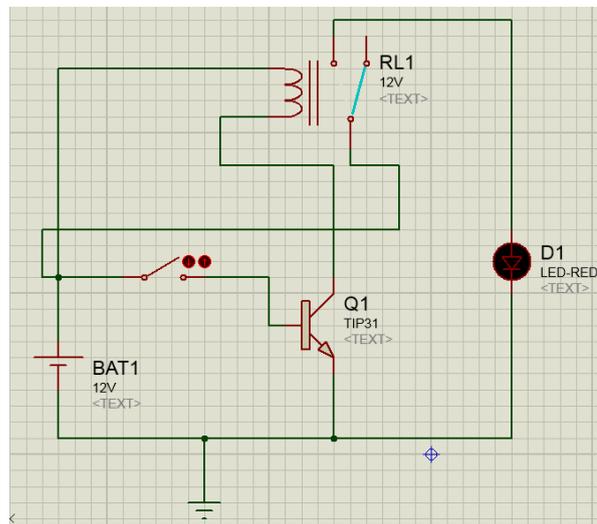


Figura 4.12 Circuito de potencia

Fuente: El investigador

Calculo de los componentes electrónicos:

Datos:

$$V_{in} = 9V$$

$$V_{pin} = 5V$$

$$I_{pin} = 40mA$$

$$V_{fun\ led} = 1,4V$$

$$I_{fun\ transistor} = 10mA$$

$$I_{fun\ Opto} = 10mA$$

$$V_{fun\ Optp} = 1,2V$$

$$R_{Bobina\ Rele} = 400\Omega$$

$$I_{fun\ Rele} = 30mA$$

$$VR1 = V_{in} - V_{led} - V_{opto}$$

$$VR1 = 5V - 1,4V - 1,2V$$

$$VR1 = 2,4V$$

$$R1 = \frac{VR1}{I_{pin}} = \frac{2,4V}{40mA} = 60\Omega$$

$$\text{Resistencia utilizada } R1 = 100\Omega$$

$$I_{rele} = \frac{V_{in}}{R_{Bobina}} = \frac{9V}{400\Omega} = 0,023A$$

$$I_{rele} = 23mA$$

$$I_{rele} > I_{fun\ rele}$$

4.4 ESTRUCTURA

En la arte de Hardware, disponemos de tres módulos electrónicos, el Modulo Central que es la parte principal del sistema, el Modulo de control encargado de la interacción con los dispositivos del auto y la Interfaz de Usuario por medio del cual se controla y visualiza el funcionamiento del sistema. La Figura describe de una mejor manera la estructura general del Sistema Electrónico:

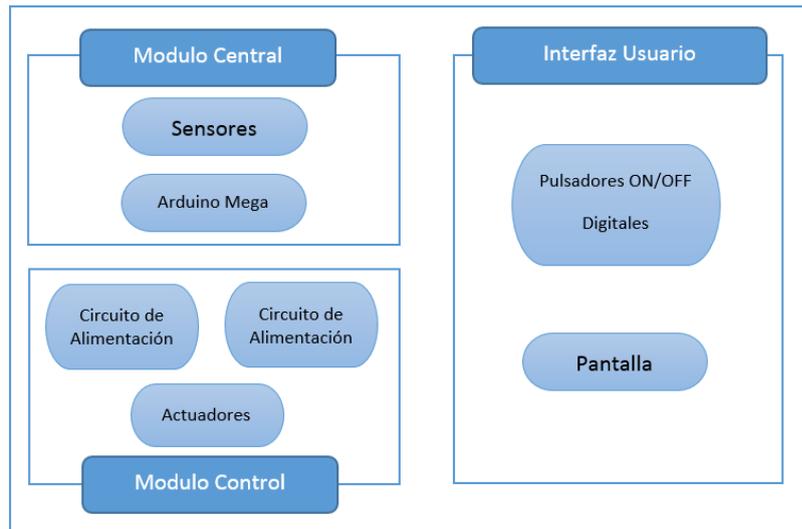


Figura 4.13: Esquema grafico del Prototipo

Fuente: Investigador

Modulo Central

Este módulo es la parte más importante del Sistema Electrónico que controla, gestiona y ejecuta las diferentes órdenes por parte del usuario emitidas por comandos. Está constituido por la placa Arduino Mega, que contiene toda la programación del sistema, adicionalmente utiliza sus pines digitales como salidas que proporcionan 5V y 40mA para interactuar con el módulo de control.

Módulo de Control

En la Figura describe al Módulo de Control constituido por los circuitos de alimentación y de potencia, necesarios para el accionamiento de los actuadores y dispositivos finales.

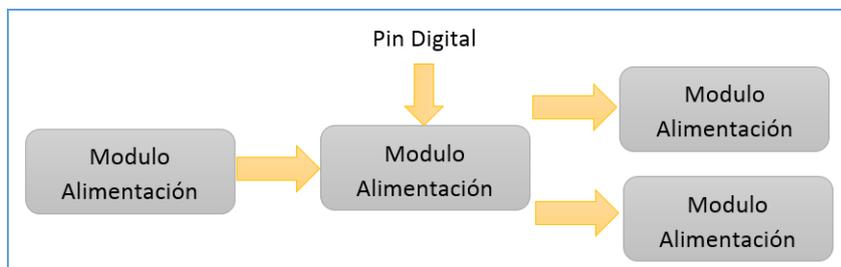


Figura 4.14 Diagrama del módulo de control

Fuente: Investigador

El circuito de potencia es el encargado de la interacción entre ambos módulos al trabajar cada uno de ellos con voltajes y corrientes diferentes, siendo imposible la conexión directa con el riesgo absoluto de daño a la placa Arduino. A través de sus diodos excitan a sus transistores permitiendo la circulación de corriente proveniente del acumulador para polarizar un transistor que actúa como interruptor para el accionamiento de los Relés.

Los actuadores son dispositivos finales de control y en este caso se utilizó relés comúnmente conocidos, elementos electromagnéticos que soportan grandes cantidades de voltaje y corriente.

4.5 CARACTERISTICAS DEL SISTEMA

El sistema embebido controla diferentes dispositivos a través de comandos con la interacción de mejorar la seguridad, concentración y maniobrabilidad al momento de conducir. De acuerdo a las necesidades presentes por parte del usuario, se ha tomado en cuenta los siguientes sistemas del vehículo para ser controlados.

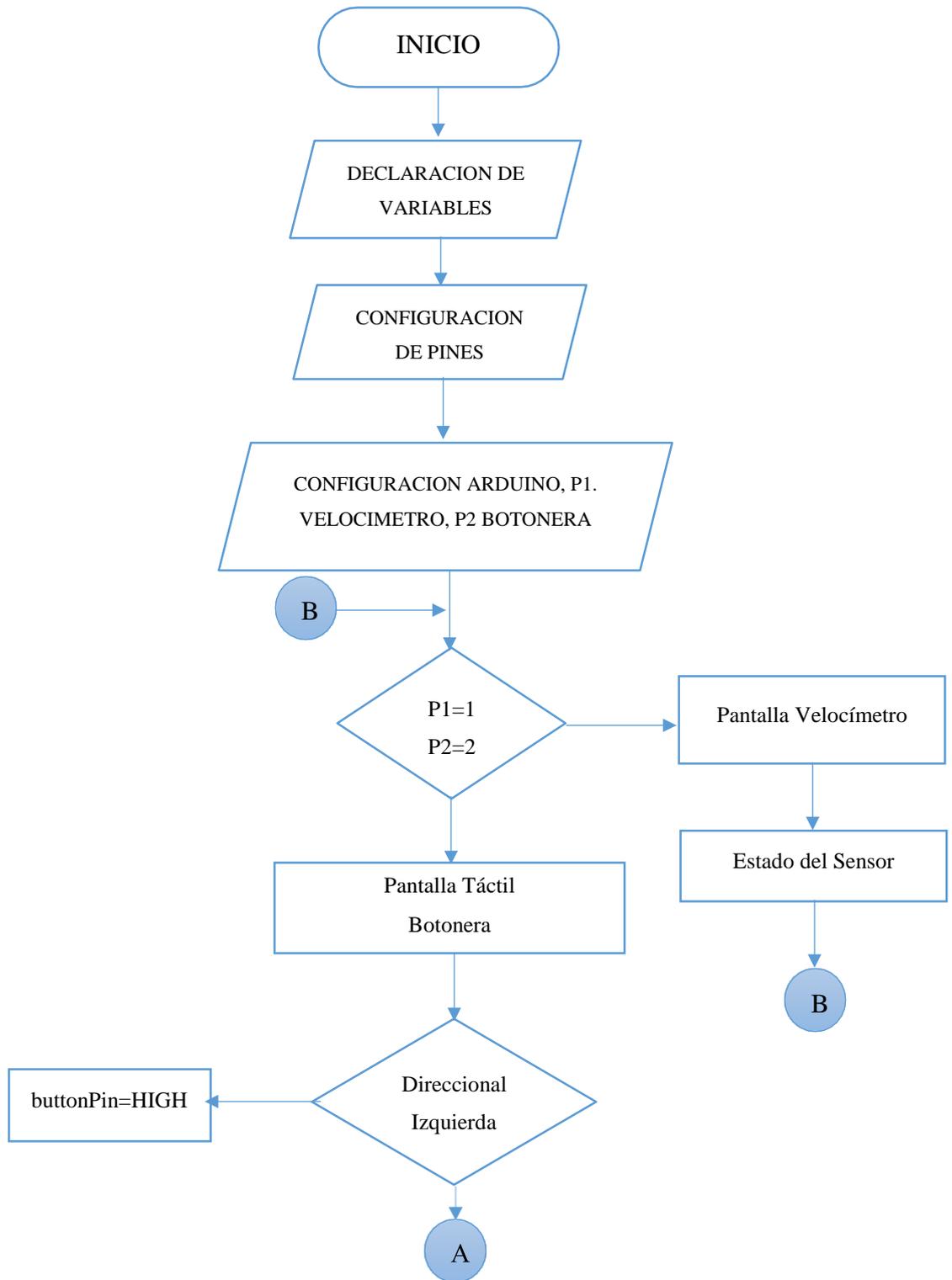
- Sistemas de Iluminación
- Sistemas de Accesorios primarios
- Sistemas de seguridad

En el sistema de iluminación se trabajó con su mayor parte, con los subsistemas de luces altas, luces de emergencia y luces de dirección de vía.

4.6 PROGRAMACION

La programación del Sistema Electrónico se realizó en la plataforma de código abierto Arduino que además de disponer del Software gratuito posee una variedad de dispositivos físicos flexible y compatibles entre sí. En la web se dispone de una gran cantidad de información del lenguaje de programación

A continuación se muestra el análisis de la programación en un diagrama de flujos:



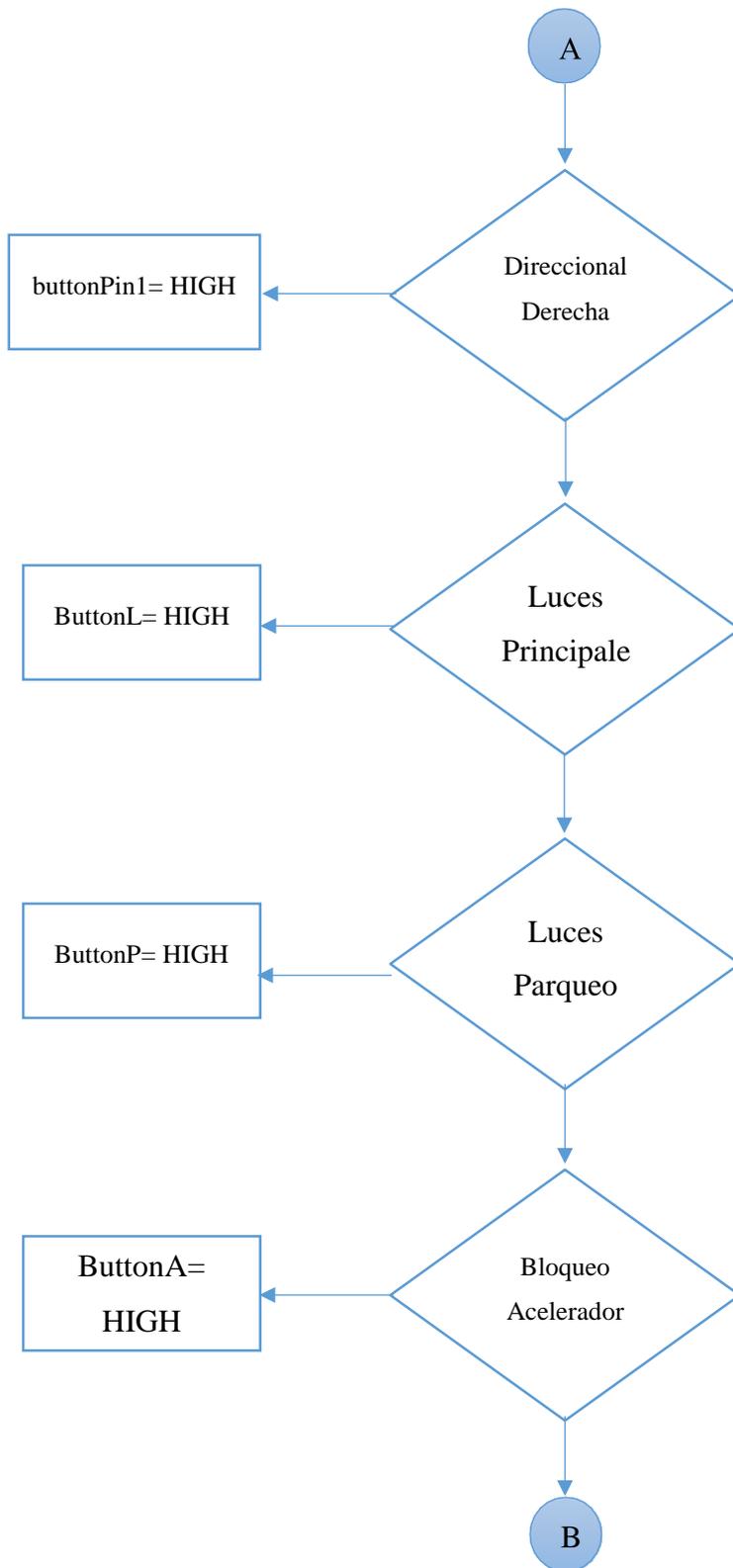


Figura 4.15 Diagrama de flujo Prototipo Electrónico

Fuente: Investigador

4.7 PROCESO

Una vez que se creó un nuevo proyecto, se debe seleccionar la placa que en este caso es Arduino Mega y el puerto serie es por donde se comunica Arduino con el Ordenador.

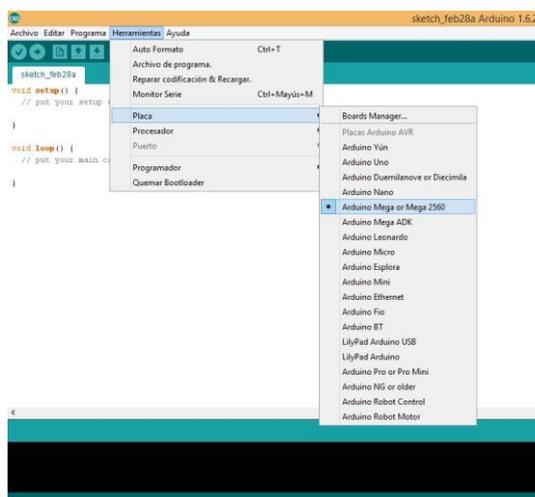


Figura 4.16 Software Arduino

El siguiente paso luego de configurar la tarjeta es ingresar las variables con sus respectivas direcciones, identificando el tipo de variable que se utilizara en el proceso de programación.

La comunicación entre Arduino Mega y la pantalla HMI Nextion, se la llevara a cabo empleando una velocidad de comunicación de 9600 baudios, ya que es la más óptima para este tipo de dispositivo.

En la siguiente etapa se especifica cada una de las instrucciones que debe procesar la ECU, como la activación de las luces del sistema de iluminación y la visualización de la velocidad del Prototipo de Auto Eléctrico.

Librería

include "Nextion.h" La biblioteca Arduino de Nextion proporciona una fácil manipulación las pantallas seriales de Nextion.

NexNumber n0 = NexNumber(0, 2, "n0") Declara un objeto numérico

void setup() Primera Parte

void loop() Segunda Parte

Tabla 4.6 Tipos de Datos

Tipo de Datos	Memoria que ocupa	Funcion
boolean	1 byte	Solo tiene dos valores true y false.
char	1 byte	Representa un carácter
int	2 bytes	Tipo de datos enteros que almacenan valores numéricos de 16 bits sin decimales
Float/double	4 bytes	Aplica a los números con decimales, tienen una mayor resolución que los de 32 bits

Fuente: Investigador

map(value, fromLow, fromHigh, toLow, toHigh)

value : el número a mapear

fromLow : el límite inferior del rango actual del valor

fromHigh : el límite superior del rango actual del valor

toLow : el límite inferior del rango objetivo del valor

toHigh : el límite superior del rango objetivo del valor

Adquisición de datos

Los dispositivos se comunicaran con la unidad de control electrónico a través de entradas analógicas, las instrucciones serán procesadas por la Unidad de Control Electrónico (ECU).

Procesamiento de datos

La programación se realizó en el entorno IDE de Arduino. Fue necesario configurar las entradas y salidas de la unidad de control electrónico, inicializando los puertos de transmisión y recepción para la interfaz HMI.

Voltajes de entrada para Arduino

El Arduino ATmega2560 posee entradas analógicas con una resolución de 10bits, dichas entradas trabajan con valores de 0V a 5V. El voltaje de referencia de entrada para el diseño del acondicionador para el sistema es de 5V

4.8 SIMULACIONES

La simulación de cada uno de los circuitos se realizó en el software electrónico Proteus, con la opción de simulación en tiempo real, para verificar el correcto funcionamiento de los mismos y evitar futuros inconvenientes.

A continuación en la Figura 4.17 se muestra la simulación del prototipo electrónico con su Modulo Central, Interfaz de usuario y conectores para la parte de potencia que son los puertos de entrada para los terminales del Módulo de Control.

Diagrama del circuito de luces direccionales

Para las luces indicadoras de dirección del vehículo se utilizó el circuito de potencia antes mencionado en el que se activara cuando el usuario necesite indicar a que dirección va a girar el auto.

Al momento que el usuario presione el interruptor, se enviara una señal a la unidad de control electrónico la cual procesara la información y enviara un pulso al transistor para activar el relé y poder encender o apagar las luces indicando la dirección a la cual va a girar el auto.

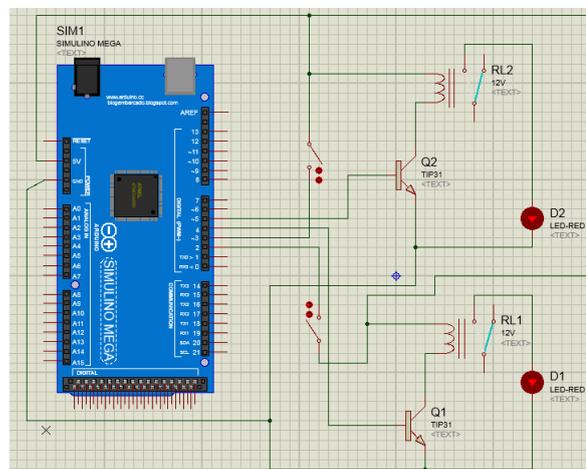


Figura 4.17: Circuito de Direccionales

Fuente: Investigador

El modulo de control esta formada por elementos que controlan el accionamiento de los dispositivos y circuitos finales mediante comandos.

Para el control de encendido de las luces de prevención del auto se utilizó un circuito eléctrico, mediante el cual utiliza un transistor que cumple la función de interruptor el cual se activara al momento de recibir un pulso, al ser conectado a un relé se convertirá en un circuito de potencia.

En la Figura 4.18 se muestra el plano electrónico del circuitos de potencia general del circuito diseñado para activar o desactivar las luces según las exigencias que tenga el usuario al momento de conducir, al presione una de las tres opciones que se muestre en la pantalla touch se enviara una señal al Arduino el cual procesara y enviara al actuador a ejecutar dicha orden.

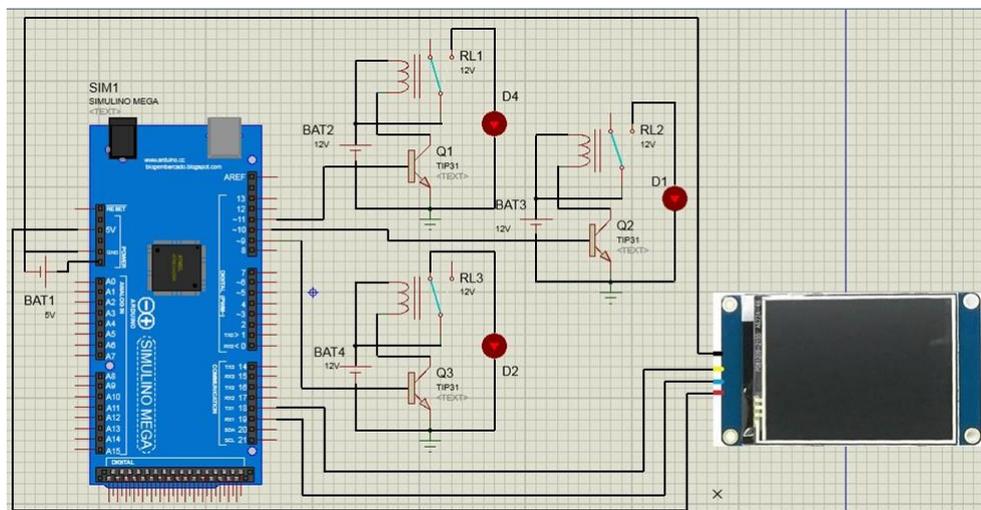


Figura 4.18: Circuito de Direccionales

Fuente: Investigador

Diagrama del circuito electrónico del velocímetro

El acelerador es un sensor que genera una señal analógica que al ser presionado por el usuario será enviada dicha señal hacia la Unidad de Control Electrónico el cual procesara la información recibida y la convertirá en una señal digital para posteriormente ser transmitida a la pantalla la cual permitirá observar la variación de la velocidad del vehículo.

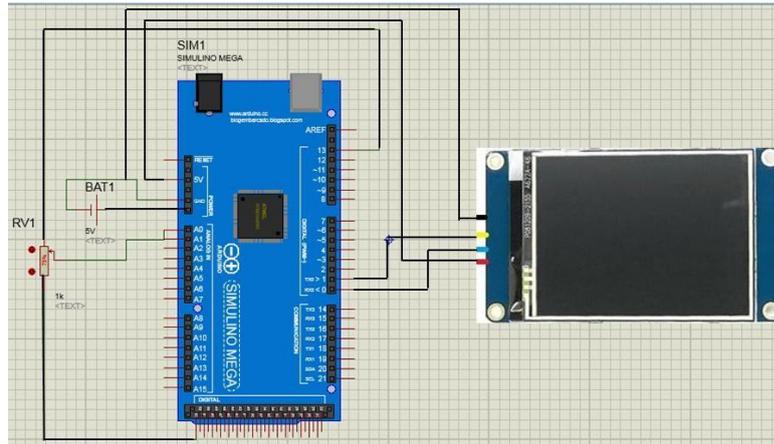


Figura 4.19 Diagrama del circuito electrónico del velocímetro

Fuente: Investigador

4.9 IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA ELECTRÓNICO

Con la implementación del sistema electrónico mediante un tablero instalado en el interior del vehículo que tiene como propósito que la persona que conduzca el vehículo controle las luces de prevención y alerta, a su vez monitoree la velocidad que alcanzara el vehículo, y será capaz de activar el sistema de bloqueo del acelerador cuando el vehículo se detenga en función al freno de mano de seguridad que tiene el auto.

Se asignaron varios pines de entrada y salida de las variables con las que se va a trabajar que son las siguientes: Luz de focos, luces de parqueo, luces de dirección, bloqueo del acelerador, medidor de velocidad y revoluciones.

El sistema consta de dos pantallas con interfaz HMI cada una tiene su respectivo proceso; el primer proceso cumple la función de lectura de estado de la variable analógica del acelerador, el segundo proceso tiene la acción y la salida de los actuadores.

Para el proceso de luces se tiene estados de HIGH/LOW es decir ON/OFF que se ejecutaran según las peticiones de usuario. En la lectura de sensor, se recoge una variable o señal analógica para que sea procesada y enviada por el ECU hacia la pantalla.

4.9.1 Desarrollo de la interfaz HMI

Dada la gran demanda del uso de pantallas táctiles para diversas aplicaciones como en dispositivos móviles, proyectos electrónicos, debido a las exigencias del diseño y al tratarse de un prototipo fue conveniente el uso de dicho dispositivo para este proyecto. Podemos observar en la tabla 5.2 las principales características y ventajas para la selección del dispositivo.

4.9.2 Programación de la pantalla

La pantalla NEXTION ofrece un entorno gráfico claro y sencillo que ayuda en la comprensión y utilización de la interfaz hombre máquina para el control y visualización de una maquina o proceso. La ventaja de utilizar una pantalla Nextion frente a otro tipo de pantalla es que Nextion proporciona un editor gráfico llamado – Nextion Editor, como el que se muestra en la figura , que permite desarrollar de manera sencilla un entorno gráfico con navegación entre pantallas y multitud de opciones para botones, barras de progreso, textos inserción de imágenes, etc.

Otra ventaja que ofrece es que se carga el programa en la pantalla y en la unidad de control electrónico solo hay que preocuparse de la comunicación con la pantalla.

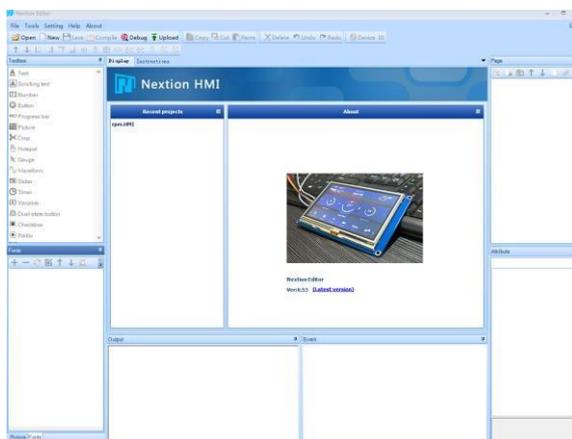


Figura 4.20 Pantalla principal del software Nextion Editor

Fuente: Investigador

Como se puede ver en el editor de Nextion está dividido en siete zonas:

- Zona 1 es la barra de herramientas donde se elige poner elementos como botones, barras de textos.
- Zona 2 es la zona para cargar las imágenes y las fuentes de texto que se van a utilizar en la pantalla.
- Zona 3 es donde se muestran los resultados de la compilación.
- Zona 4 es la zona de programación de los objetos que se ha puesto en la pantalla.
- Zona 5 es la zona de características de cada objeto.
- Zona 6 es la zona de navegación entre las distintas pantallas creadas.
- Zona 7 es donde se configura todo el entorno gráfico.



Figura 4.21 Diseño de la interfaz del tacómetro

Fuente: Investigador

Como se puede observar en la Figura 4.21 se realizó el diseño de un velocímetro digital donde se muestra los valores estimados que varían de acuerdo al estado de la variable acelerador, en cual nos muestra dicho valor expresado en kilómetros por hora.

Para el diseño de las interfaces de las pantallas se basó en la norma ISA101 HMI (interfaz hombre-máquina), la cual define modelos de la terminología y el desarrollo de un HMI y los procesos de trabajo recomendados para mantener una eficacia a lo largo de su ciclo de vida. La norma nos proporciona una orientación para diseñar,

construir, operar y mantener HMI efectivas que resulten más seguras, más eficaces y más eficiente en el control de un proceso, en todas las condiciones de funcionamiento. La primera pantalla tiene un diseño y configuración donde se muestra un velocímetro analógico que varía de acuerdo al estado de la señal analógica del acelerador indicando la velocidad a la que se moverá el vehículo.



Figura 4.22 Visualización de la interfaz

Fuente: Investigador

4.9.3 Prueba de la interfaz

En el diseño de la interfaz HMI para la segunda pantalla tiene una configuración con un menú principal en la que se crearon tres botones (luces, parqueo, bloqueo), los cuales serán accionados según los requerimientos del usuario.

Al presionar el botón denominado luz se configuro el encendido/apagado de las luces principales para el vehículo; en el segundo botón llamado parqueo se configuro el encendido de los cuatro focos, y en tercer botón llamado bloque se activara/desactivara el paso de la señal al controlador.



Figura 4.23 Interfaz HMI

Fuente: Investigador

4.10 DISEÑO DEL TABLERO

Para la distribución de los equipos electrónicos en el interior del vehículo se utilizó la norma GEDIS la cual nos especifica que se aplica una forma genérica disciplinaria como la seguridad y la ergonomía física la cual ayudara en el diseño del sistema y producto seguro, fiable y fácil de usar. Para el diseño del tablero de control se pretende presentar un prototipo de mejora de la interfaz actual cuyo principal objetivo es la reducción del error humano. En la figura se muestra el diseño del tablero que será instalado en el interior del auto, el cual cumple con las exigencias y requerimientos establecidos por la norma GEDIS.

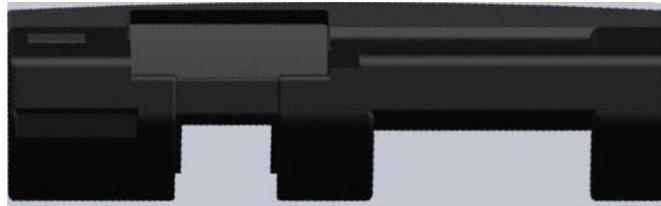


Figura 4.24 Diseño del tablero

Fuente: Investigador

4.10.1 Distribución de los elementos electrónicos en el tablero de mando

- a) Instalación de la pantalla de visualización de velocidad denominado velocímetro en el tablero.



Figura 4.25 Instalación de la pantalla

Fuente: Investigador

- b) Ubicación del medidor de batería, se colocó en un lugar que ofrezca una visualización directa del usuario, ya que siempre deberá estar pendiente del nivel de consumo de las baterías.



Figura 4.26 Ubicación medidor de batería

Fuente: Investigador

- c) El radio se ubicó en un lugar donde sea de fácil manejo para el usuario y ofrezca una visualización a su pantalla, ya que en el radio se encuentra instalada una pantalla de visualización al momento que se active la función reversa del auto.



Figura 4.27 Instalación del radio

Fuente: Investigador

- d) Distribución final de los elementos en el tablero de mando, los elementos se ubicaron de una manera que el usuario pueda tener fácil acceso o control de cada uno de ellos facilitando al usuario tener el control total de vehículo.



Figura 4.28 Tablero de mando

Fuente: Investigador

4.11 INSTALACIÓN DEL SISTEMA ELECTRÓNICO

La implementación del sistema electrónico del vehículo se dio en base a los diagramas desarrollados, para el montaje de los elementos electrónicos se tuvieron que realizar varias pruebas de campo.

Instalación de la pantalla de visualización de la velocidad de movimiento y de las revoluciones por minuto en el tablero interior del auto.



Figura 4.29 Implementación de las Interfaz Graficas en el tablero

Fuente: Investigador

Instalación de la pantalla de táctil de activación y/o desactivación de las luces de prevención e indicación del auto.



Figura 4.30 Implementación de las Interfaz HMI en el tablero

Fuente: Investigador

Colocación del medidor de voltaje del consumo de las baterías.



Figura 4.31 Medidor de Voltaje en el tablero

Fuente: Investigador

Instalación de la radio y conexión de la cámara para la activación de reversa en el tablero del auto



Figura 4.32 Colocación de la Radio

Fuente: Investigador

Para las conexiones del sistema se hizo la distribución de cada etapa de los diversos dispositivos que se van a controlar como se muestra en la figura. Con la finalidad de evitar errores en las conexiones y para un futuro mantenimiento del mismo.

El sistema se ha instalado en el interior del Auto CIM-17, de acuerdo al diseño general del sistema basado en la norma GEDIS, la caja está ubicada en la parte delantera del vehículo pegada a la estructura a una altura de 50 cm del suelo, los dispositivos electrónicos de control o mando se encuentran ubicados y distribuidos en el tablero para facilitar su uso a continuación se puede observar en la figura



Figura 4.33 Distribución de elementos electrónicos

Fuente: Investigador

Una vez instalado el sistema fueron necesarias realizar pruebas para verificar el correcto funcionamiento de los dispositivos conectados a la unidad de control electrónica y poder corregir posibles errores.

4.12 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.12.1 Encendido, apagado del sistema electrónico

El encendido, apagado de los dispositivos de E/S y lectura de los estados de cada elemento funciona correctamente al observar las pantallas HMI, no existe retardo de tiempo al momento de la ejecución de las instrucciones.



Figura 4.34 Encendido de los elementos

Fuente: Investigador

4.12.2 Encendido del velocímetro

La pantalla principal HMI 1 muestra la velocidad de movimiento del vehículo en km/h, así como las revoluciones por minuto. En la figura 4.35 se puede observar que el velocímetro está en el estado inicial cero porque no existe aceleración por parte del usuario.



Figura 4.35 Encendido del velocímetro

Fuente: Investigador

En la siguiente figura 4.36 se muestra que no existe una variación en la unidad de control electrónico la cual no recibe ningún tipo de dato se mantiene la velocidad en 0 km/h.

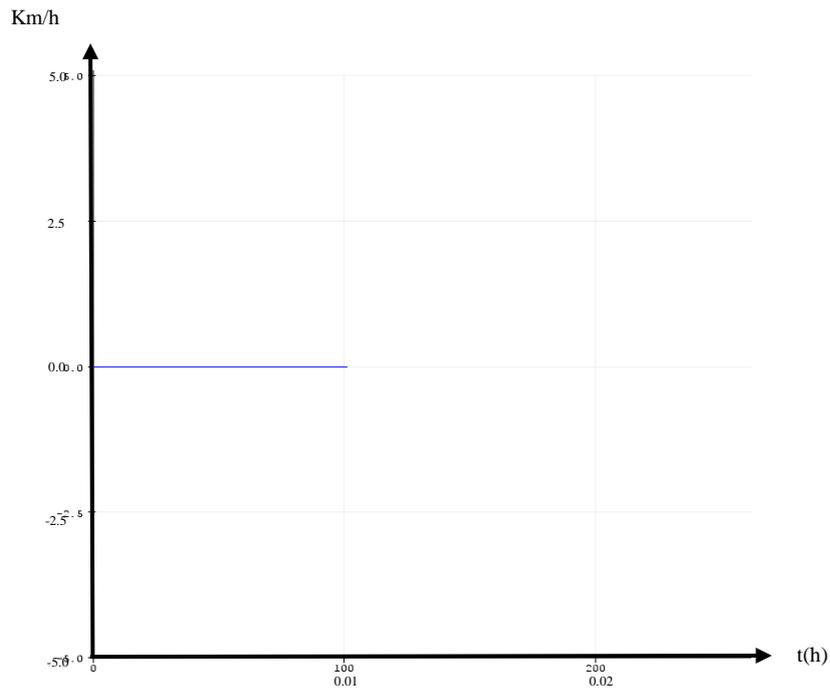


Figura 4.36 Visualización de la variación de la velocidad

Fuente: Investigador

Cuando el operario presiona el pedal del acelerador se envía los datos a la ECU la cual recibe los datos y los procesa permitiendo al operario visualizar en la pantalla la velocidad de movimiento y las revoluciones a la cual el vehículo se está moviendo como se puede mostrar en la siguiente figura 4.37



FIGURA 4.37 Velocímetro

Fuente: Investigador

A continuación en la figura 4.38 se puede observar mediante una curva grafica como va incrementando la velocidad en un determinado tiempo lo que nos indica que el vehículo se está moviendo a una velocidad de 10 km/h.

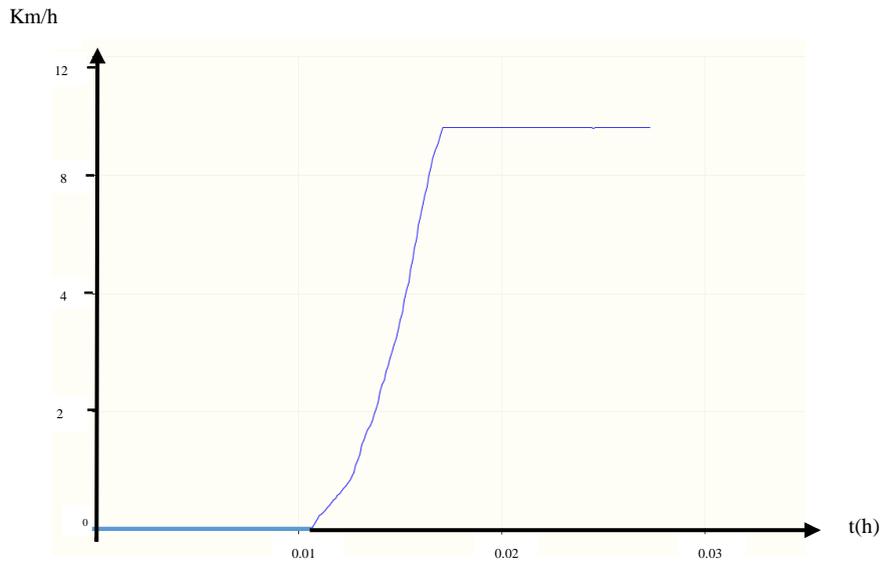


Figura 4.38 Grafica de la aceleración

Fuente: Investigador

La figura 4.39 nos muestra que por un tiempo determinado existe una velocidad constante de 10 km/h para posteriormente existir una variación lo cual nos indica que el vehículo se detiene hasta llegar a la velocidad de 0 km/h.

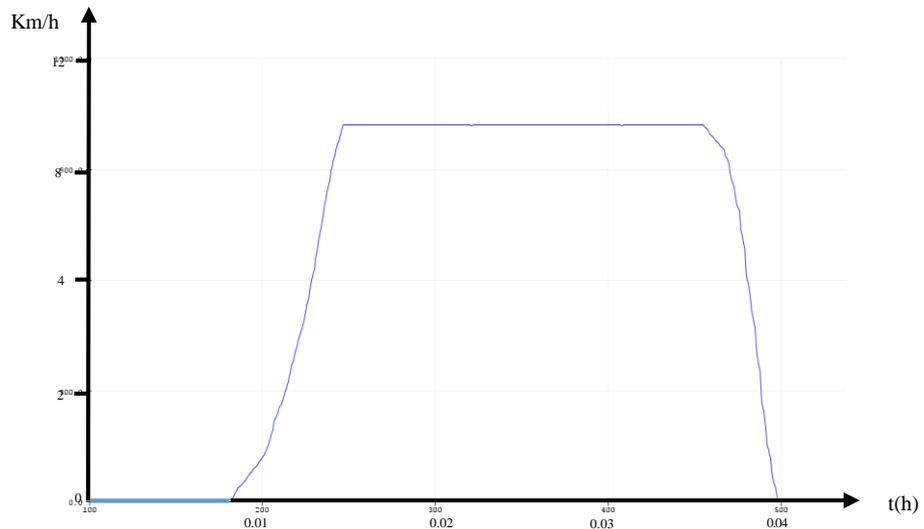


Figura 4.39 Grafica de desaceleración

Fuente: Investigador

A través de las siguientes grafica podemos observar la variación de la velocidad de vehículo visualizado en la herramienta de Arduino.

4.12.3 Encendido del sistema de iluminación de las luces

En el tablero se encuentra la pantalla HMI 2 de control de luces en la cual tenemos tres opciones que puede ejecutar el usuario, presionamos el botón que nos permite activar las luces de parqueo del vehículo como se observa en la figura 4.40



Figura 4.40 Encendido de las luces de parqueo

Fuente: Investigador

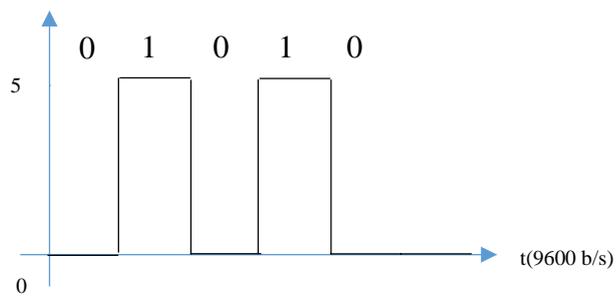


Figura 4.41 Grafica de la señal de luces de parqueo

Fuente: Investigador

Como segunda opción en la pantalla tenemos el botón de encendido de luces principales como podemos observar en la figura 4.41



Figura 4.42 Encendido de las luces principales

Fuente: Investigador

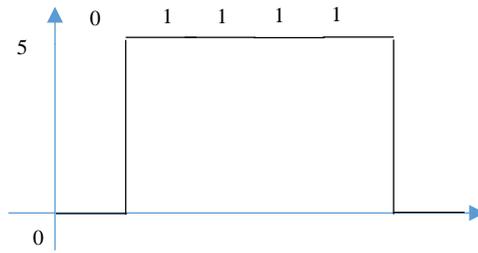


Figura 4.43 Grafica del Encendido de las luces de parqueo

Fuente: Investigador

En la última opción que nos presenta la pantalla tenemos el botón de paro de emergencia, que permitirá invalidar la función del acelerador inmovilizando al vehículo.



Figura 4.44 Encendido de paro de emergencia

Fuente: Investigador

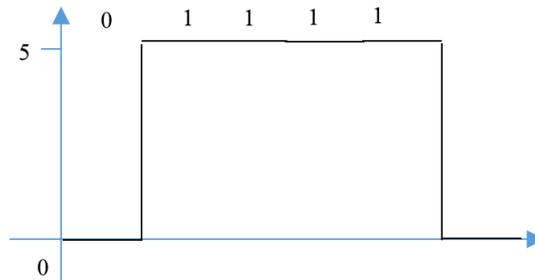


Figura 4.45 Grafica del encendido de luces de parqueo

Fuente: Investigador

4.13 EVALUACION DE LA EFECTIVIDAD DE LAS TECNOLOGIAS UTILIZADAS EN LA IMPLEMENTACION DE SISTEMAS ELECTRONICOS PARA AUTOS ELECTRICOS

La evaluación del sistema eléctrico del vehículo también se lo realizo con la ayuda de una check-list basada en la hoja de inspección eléctrica FSAE 2016, la misma que nos sirve de ayuda para corroborar la implementación y funcionalidad de los diferentes elementos eléctricos, dispositivos electrónicos y sus conexiones. De esta manera se pretende garantizar el cumplimiento con lo establecido en la normativa, además de demostrar la fiabilidad del sistema.

A continuación se presenta el check-list utilizado para los fines propuestos, el mismo que contiene los elementos o dispositivos implementados, sus condiciones y el tipo de verificación o prueba que debe realizarse para su aprobación. También se muestra una columna donde se verifica el cumplimiento o no de lo establecido según las exigencias.

- Cumple = \checkmark
- No cumple = X

Tabla 4.14 Inspeccion Electronica

INSPECCION ELECTRONICA			
Elemento	Descripción	Observación	x/\checkmark
Diagrama del sistema	Las diferentes conexiones realizadas y la interacción entre los dispositivos electrónicos del vehículo	Verificación visible	\checkmark
Mediciones de Parámetros Eléctrico y Electrónicos	Los parámetros de Voltaje, Amperaje y Temperatura realizadas en los diferentes circuitos, demuestran que los conductoras seleccionados cumplen con los requisitos de funcionamiento		\checkmark
Fusibles de Baja tensión	Todo el cableado protegido por fusible con capacidad de corriente	Verificación visible	\checkmark
Cableado del medidor de energía	Toda la energía de los contenedores de acumuladores debe fluir a través de un solo punto, el punto de conexión del medidor de energía para la medición de energía.	Verificación visible	\checkmark

Elemento	Descripción	Observación	x/√
Luz Indicadora	Un LED verde indicando el encendido y correcto funcionamiento del controlador	Verificación visible	√
Luz Indicadora	Un LED rojo indicando un fallo en el funcionamiento del controlador	Verificación visible	√
Botones de encendido y apagado	Un botón de encendido y apagado del vehículo	Verificación visible	√
Pulsadores	Interruptor ON/OFF de las luces de Iluminación y de prevención		√
Interruptor de sobrevuelo del freno	Interruptor de sobrevuelo del freno debe colocarse detrás del pedal de freno.	Verificación visible	√
Sistema de frenos	El interruptor de presión del sensor de posición del pedal de freno debe estar equipado para comprobar la plausibilidad	Verificación visible	√
Luz de freno	Una luz de freno ROJA, claramente visible desde la parte trasera. Brillo suficiente para la activación visible.	Verificación visible	√
Acelerador	Un sensor comparte las líneas de suministro o de señales.		√
Fusibles	Cada circuito acumulador contiene un fusible y relés de aislamiento del acumulador	Verificación visible	√
Modo listo para conducir	Solamente cerrando el circuito de apagado no debe poner el coche en el modo listo para conducir. El coche está listo para conducir tan pronto como el motor responda a la entrada del pedal de aceleración.		√

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- El prototipo electrónico cumplió las expectativas por la eficiencia al momento de ejecutar cada uno de los procesos en los sistemas que se intervino,
- Los elementos como el relé son muy indispensables, porque se puede desacoplar eléctricamente y podría trabajar con grandes potencias controladas desde la unidad de control electrónica.
- En la parte del diseño electrónico, se seleccionaron los componentes adecuados para el acondicionamiento de las señales, tanto de entrada como de salida. Se adecuaron de manera satisfactoria para que no existieran problemas entre los diferentes rangos que maneja la tarjeta de desarrollo Arduino mega y los diferentes elementos que se utilizaron (sensores, actuadores, pedal acelerador, pedal freno).
- Se realizaron varias pruebas previas a la programación para determinar cuál sería una solución confiable y que se adapte a las necesidades del prototipo de Auto Eléctrico. En la etapa de pruebas se contemplaron las pruebas de laboratorio en las cuales se pudo apreciar de manera satisfactoria que tanto la tarjeta Arduino como los dispositivos utilizados funcionaran de manera adecuada.

5.2 RECOMENDACIONES

- Es indispensable que la carga de la batería se encuentre en buenas condiciones, ya que al no abastecer la corriente necesaria va a dejar de funcionar correctamente y alterara las funciones específicas para las que fue diseñado.
- Es necesario comprender perfectamente la forma de enlazar dispositivos de entrada o salida a los puertos de la unidad de control electrónica, para lograr desacoplar la parte de potencia con la parte de control.
- Se debe tomar en cuenta para el diseño del tablero electrónico los parámetros de la norma GEDIS que nos da una guía ergonómica, que ofrece un método de diseño especializado en sistemas de control basado en niveles donde se van concretando los diseños de los distintos tipos de control de mando e interfaces graficas
- Al momento de realizar el diseño y distribución de los elementos en el interior de vehículo, siempre se debe buscar la comodidad y el fácil acceso de los dispositivos electrónicos del tablero para el operario, para disminuir un posible error.
- Para el manejo y realización de las prácticas en prototipos, se debe usar guías de laboratorio o normas basadas en la implantación de sistemas electrónicos en prototipos.

BIBLIOGRAFÍA

[1] J. Vargas, “Conversión de un auto eléctrico basada en un accionamiento trifásico: diseño, modelación e implementación”, Santiago de Chile, Chile: Universidad de Chile,

2012. Disponible en:

http://repositorio.uchile.cl/tesis/uchile/2012/cf-vargas_jf/pdfAmont/cf-vargas_jf.pdf

[2] J. Alcívar “Diseño, implementación y análisis de un prototipo de vehículo híbrido”, Guayaquil, Ecuador: Escuela Superior Politécnica del Litoral, 2006. Disponible en:

<http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/3015>

[3] G. Palafox “Diseño y construcción de un vehículo eléctrico con variador de velocidad mediante un convertidor CD - CD” Huajuapán de León, México: Universidad tecnológica de la Mixteca, 2009. Disponible en:

http://jupiter.utm.mx/~tesis_dig/10990.pdf

[4] A. Córdova “Factibilidad para la integración de vehículos eléctricos al sistema de distribución eléctrico” Quito, Ecuador: Escuela Politécnica Salesiana sede Quito, 2015. Disponible en: <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/8160/1/UPS-KT01026.pdf>

[5] Características técnicas Renault Twizy [online] <http://www.renaulttwizy.org/renault-twizy-caracteristicas.php> [Último acceso: 26 Junio 2017].

[6] J. Torres “Estudio de viabilidad en la Implementación de vehículos Eléctricos en la Ciudad de Cuenca” Cuenca, Ecuador: Universidad Politécnica Salesiana, 2015.

Disponible en:

<http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/8050/1/UPS-CT004893.pdf>

[7] E. Ortiz Medrano. “Adaptación de un buggy con motor de combustión interna a un sistema eléctrico” Ambato, Ecuador: Universidad Técnica de Ambato, 2017.

Disponible

en: <http://repo.uta.edu.ec/bitstream/123456789/24778/2/Tesis%20I.M.%20363%20-%20Ort%C3%ADz%20Medrano%20Edison%20David.pdf>

- [8] J. P. B. Cox y C. L. G. Duran, "Implementación de un Sistema Híbrido en un Cuadrón Convencional ", Quito, Ecuador: Universidad Internacional del Ecuador, 2011. Disponible en: <http://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/169/4/T-UIDE-0808.pdf>
- [9] Los sensores de autos en el automóvil. [online]
<http://www.tutallermecanico.com.mx/Uploads/TP11-03.pdf> [Último acceso: 28 Junio 2017].
- [10] ArduECU, Arduino cada vez más cerca del automóvil. [online]
<https://www.hwlibre.com/arduecu-arduino-vez-mas-cerca-del-automovil/> [Último acceso: 27 Junio 2017].
- [11] Automatización y electrónica. [online]
https://www.dirind.com/dae/monografia.php?cla_id=4 [Último acceso: 29 Junio 2017].
- [12] Interfaces de entrada y salida. [online]
<http://linux0.unsl.edu.ar/~rvilla/c3m10/tema5.pdf> [Último acceso: 12 Julio 2017].
- [13] I. E. Cunalata Chuquiana. (2014, Diseño e implementación del tren motriz con motor eléctrico y transmisión CVT, para un vehículo biplaza plegable. Disponible en: <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/9159/1/AC-ESPEL-MAI-0490.pdf>
- [14] J. Larminie y J. Lowry. (2003). *Electric Vehicle Technology Explained*. Disponible en:
<http://ev-bg.com/wordpress1/wp-content/uploads/2011/08/electric-vehicle-technology-explained-2003-j-larminie.pdf>
- [15] E. Drives (2010, Julio 12). Conversion Motors. Disponible en:
http://www.evdrives.com/category_s/1869.htm
- [16] DC Motor Controller Users Manual. (2016). *Kelly Full Bridge Permanent Magnet V3.4*. Disponible en: <http://kellycontroller.com/mot/downloads/KellyPMUserManual.pdf>
- [17] Kelly Controllers Lead to Clean World (2018, marzo 21). PM48301. Disponible en:

<http://kellycontroller.com/pm48301300a24-48vwith-regen-p-572.html>

[18] BATERIAS DACAR DEEP CYCLE (2018, marzo 24). MODELO: CG2-6/240.

Disponible en:

<http://www.bateriasdacar.com/img/espetecnica/GC2-240.pdf>

[19] AutoSolar (2018, marzo 24). BATERIA ROLLS 6v S550 550Ah C100.

Disponible en:

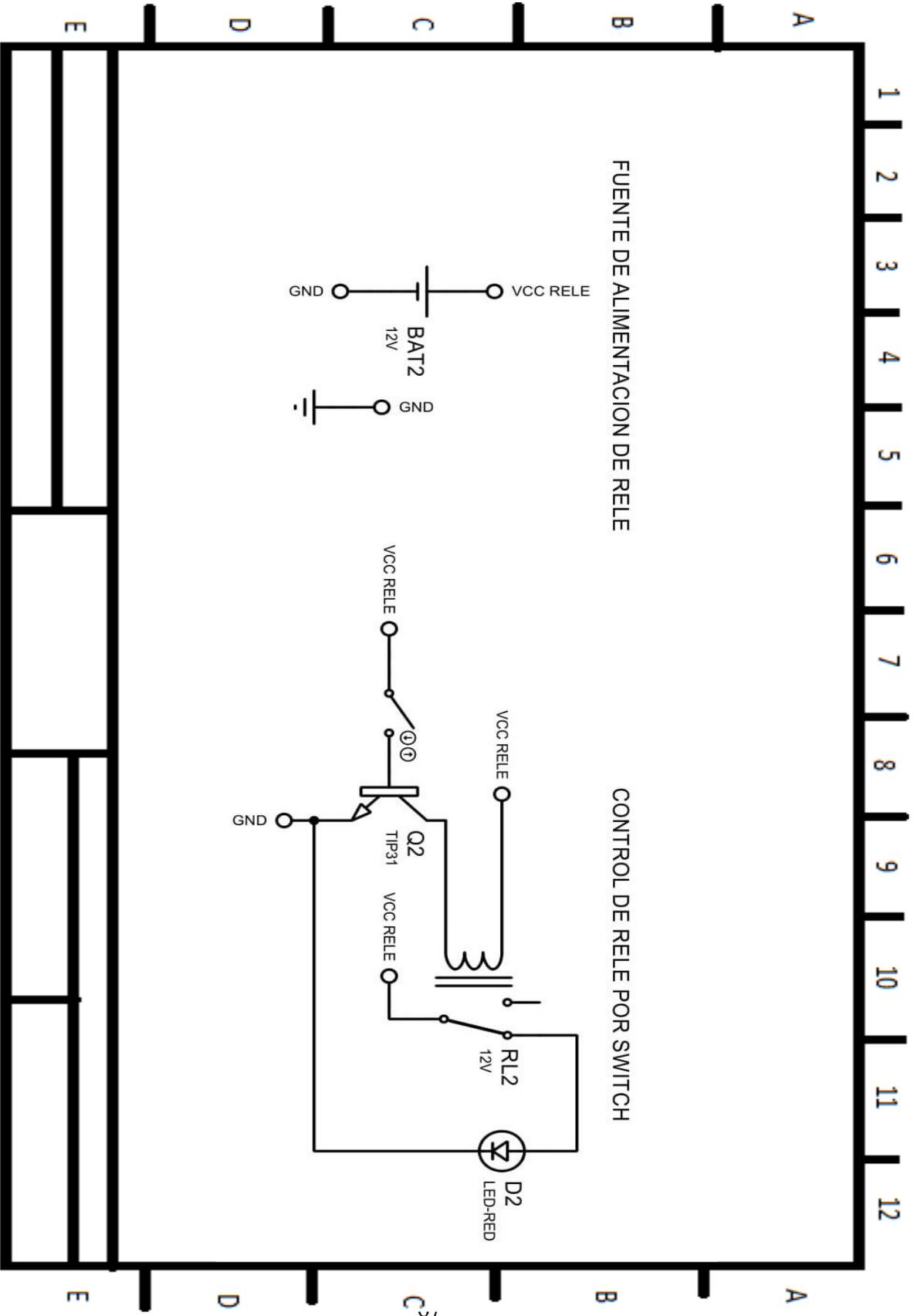
<https://autosolar.es/baterias-estacionarias/bateria-rolls-6v-s550-550ah-c100>

[20] lcardaba. (2018, Julio 28). Tabla de grosores AWG. Disponible en:

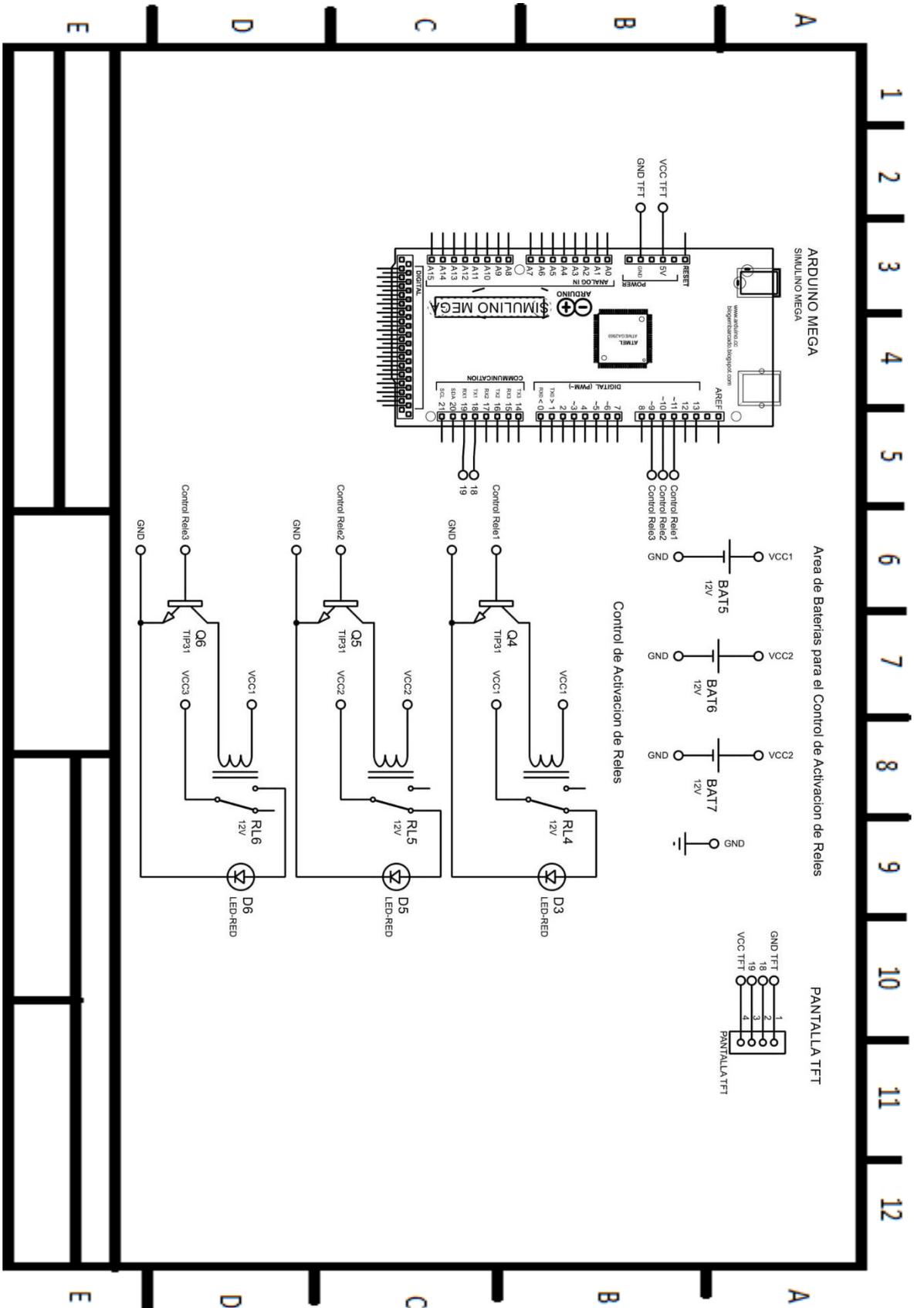
<http://www.lcardaba.com/articles/awg.htm>

ANEXOS

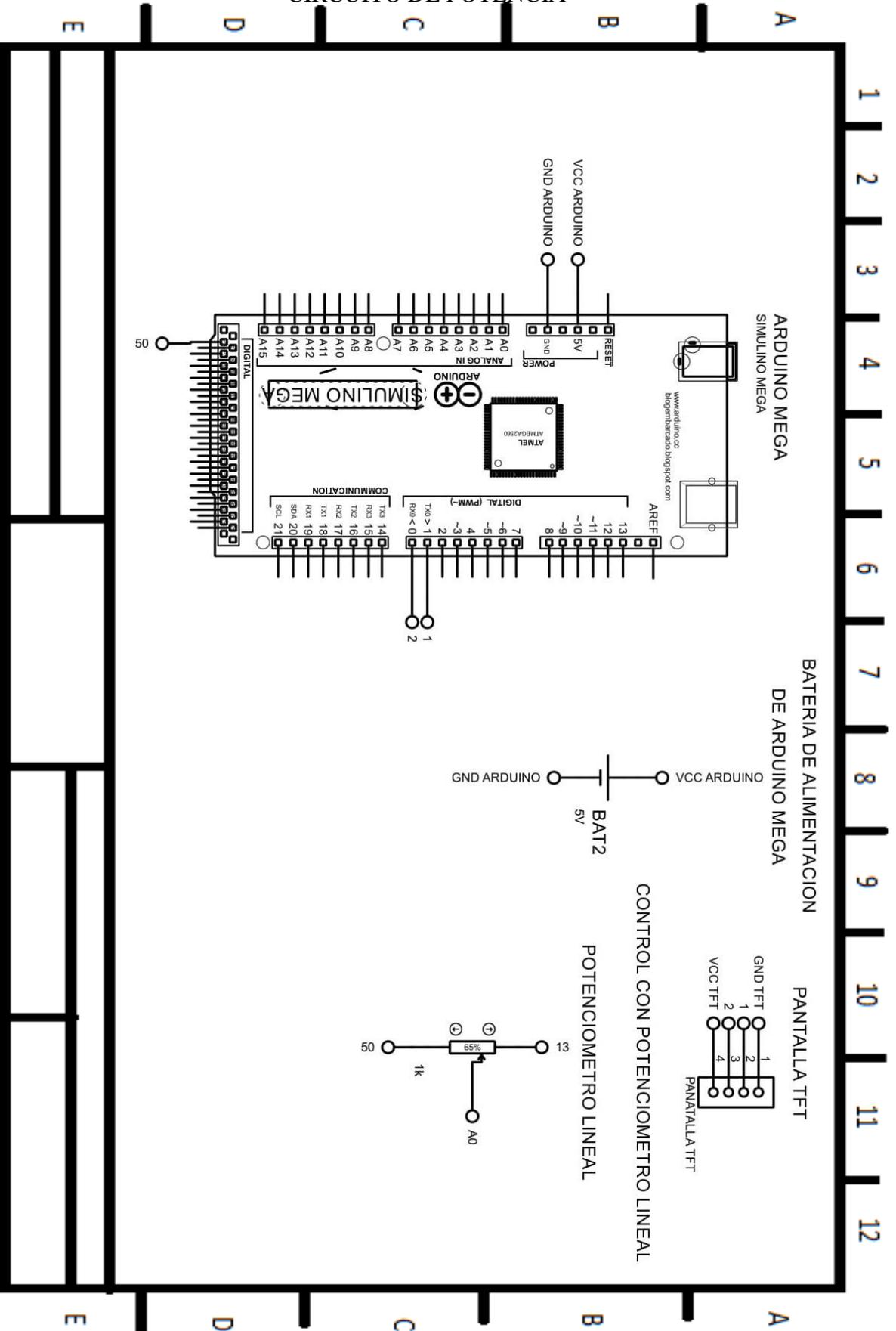
ANEXO A
CIRCUITO DE POTENCIA



ANEXO B CIRCUITO DE POTENCIA



ANEXO C CIRCUITO DE POTENCIA



ANEXO D
PANTALLA NEXTION

NX3224T028

Overview



Nextion is a Seamless Human Machine Interface (HMI) solution that provides a control and visualization interface between a human and a process, machine, application or appliance. Nextion is mainly applied to IoT or consumer electronics field. It is the best solution to replace the traditional LCD and LED Nixie tube. With the software - Nextion Editor ([Official Download](#)), users are able to create and design their own interfaces for Nextion display.

Package include: a Nextion 2.8" display, a wire, a power supply test board

Note: there's a small power supply test board and a wire for you to test if the electricity supply is enough or not. Please see below image how to use it.

Caution:

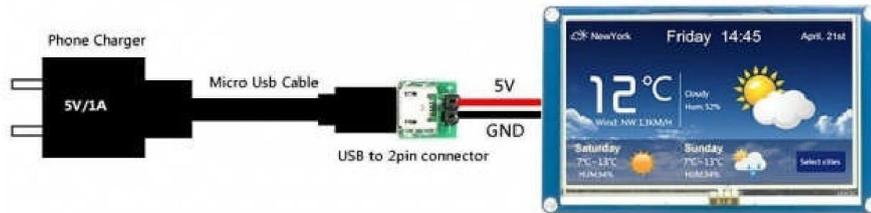
Working under insufficient power supply condition will damage the Nextion model easily.



Blurred screen? Flashing? You may suffer from power shortages. Power off at the first possible moment, NO MORE repeated trying to damage your Nextion model.

A small connector is included in the package, please try to power Nextion with your phone charger through the connector to test if Nextion works well.

A high quality usb cable is required.



Nextion User Manual: <http://goo.gl/LbvAJ5>

Nextion Models

Nextion Type	Basic
Nextion Models	NX3224T028_011N (N: No touch)
	NX3224T028_011R (R: Resistive touchscreen)



Specification

	Data	Description
Color	65K (65536) colors	16 bit, 5R6G5B
Layout size	85(L)×49.8(W)×4.6(H)	NX3224T028_011N
	85(L)×49.8(W)×5.8(H)	NX3224T028_011R

Active Area (A.A.)	70.2mm(L)×49.8mm(W)	-
Visual Area (V.A.)	57.6mm(L)×43.2mm(W)	-
Resolution	320×240 pixel	Also can be set as 240×320
Touch type	Resistive	-
Touches	> 1 million	-
Backlight	LED	-
Backlight lifetime (Average)	>30,000 Hours	-
Brightness	200nit (NX3224T028_011N)	0% to 100%, the interval of adjustment is 1%
	180 nit (NX3224T028_011R)	0% to 100%, the interval of adjustment is 1%
Weight	32g (NX3224T028_011N)	-
	29.5g (NX3224T028_011R)	-

Electronic Characteristics

	Test Conditions	Min	Typical	Max	Unit
Operating Voltage		4.75	5	7	V
Operating Current	VCC=+5V, Brightness is 100%	-	65	-	mA
	SLEEP Mode	-	20	-	mA
Power supply recommend : 5V, 500mA, DC					

Working Environment & Reliability Parameter

	Test Conditions	Min	Typical	Max	Unit
Working Temperature	5V, Humidity 60%	-20	25	70	°C
Storage Temperature	-	-30	25	85	°C
Working Humidity	25°C	10%	60%	90%	RH

Interfaces Performance

	Test Conditions	Min	Typical	Max	Unit
Serial Port Baudrate	Standard	2400	9600	115200	bps
Output High Voltage	IOH=-1mA	3.0	3.2	-	V
Output low Voltage	IOL=1mA	-	0.1	0.2	V
Input High Voltage	-	2.0	3.3	5.0	V
Input low Voltage	-	-0.7	0.0	1.3	V
Serial Port Mode	TTL				
Serial Port	4Pin_2.54mm				
USB interface	NO				
SD card socket	Yes (FAT32 format), support maximum 32G Micro SD Card				

Memory Features

Memory Type	Test Conditions	Min	Typical	Max	Unit
FLASH Memory	Store fonts and images	-	-	4	MB

ANEXO E

PROGRAMACION DEL ARDUINO

//DECLARACION DE LAS LIBRERIAS PARA LA PANTALLA NEXTION

//Librerias

#include "Nextion.h" //la biblioteca de Arduino Nextion

NexGauge j0 = NexGauge(0, 1, "z0"); //Declara un objeto numérico

NexNumber n0 = NexNumber(0, 2, "n0");

//pantalla

//ASIGNACION DE VARIABLES

float pot = 0.0; //Declaracion de numero con decimales

float pot_salida = 0.0;

int cuenta = 0; //Declaracion de numero enteros

int progress = 0;

const int buttonPin = 2; //declaración de una constante

const int buttonPin1 = 3;

const int ledPin = 4;

const int ledPin1 = 5;

int buttonState = 0; // inicializa el valor y las variables de estado

int buttonState1 = 0;

void setup() { // Inicio de Programación

nexInit();

pinMode(13, OUTPUT); // Configura el pin especificado para que se comporte

pinMode(ledPin, OUTPUT); // como una entrada o una salida.

pinMode(buttonPin, INPUT);

pinMode(ledPin1, OUTPUT);

pinMode(buttonPin1, INPUT);

}

void loop() {

digitalWrite(13,HIGH);

buttonState = digitalRead(buttonPin); //lea el pin de entrada del pulsador

buttonState1 = digitalRead(buttonPin1); //lea el pin de entrada del pulsador

if (buttonState == HIGH) {

digitalWrite(ledPin, HIGH); // enciende o envía una señal de pulso

delay(900); // tiempo de espera en milisegundos

digitalWrite(ledPin, LOW);

delay(800); // tiempo de espera en milisegundos

} else {

digitalWrite(ledPin, LOW); enciende o envía una señal de pulso

```

}
if (buttonState1 == HIGH) {
  digitalWrite(ledPin1, HIGH);
  delay(900);
  digitalWrite(ledPin1, LOW);
  delay(800);
} else {
  digitalWrite(ledPin1, LOW);
}
//activar luces de parqueo
easyvr.playSound(5, EasyVR::VOL_FULL);
if((digitalRead(15)==LOW)&&(digitalRead(16)==LOW)){
digitalWrite(15, HIGH);
digitalWrite(16, HIGH);
}
else{
digitalWrite(15, LOW);
digitalWrite(16, LOW);
}
break;
  te = (analogRead(A0));
Serial.println(pot); //imprime el valor almacenado en la variable pot
if(te != pot_salida) { //varia la posición del potenciómetro
cuenta++;
} else {
cuenta = 0;
}
if(cuenta == 3){
pot_salida = pot;
cuenta = 0;
float val = map(pot, 0, 1025,0,3);
if(pot>=1018)
{
  n0.setValue(3);
}
else{
n0.setValue(val);
}
Ciclo de Control de Velocidad
progress = map(pot, 0, 1022, 335 ,200);
if(progress>=335)
{
  j0.setValue(335);
}

```

```
else if(progress<335&&progress>=330)
{
j0.setValue(340);
}
else if(progress<330&&progress>=325)
{
j0.setValue(342);
}
else if(progress<325&&progress>=320)
{
j0.setValue(348);
}
else if(progress<320&&progress>=315)
{
j0.setValue(354);
}
else if(progress<315&&progress>=310)
{
j0.setValue(2);
}
else if(progress<310&&progress>=305)
{
j0.setValue(10);
}
else if(progress<305&&progress>=300)
{
j0.setValue(18);
}
else if(progress<300&&progress>=298)
{
j0.setValue(26);
}
else if(progress<298&&progress>=295)
{
j0.setValue(34);
}
else if(progress<295&&progress>=290)
{
j0.setValue(42);
}
else if(progress<290&&progress>=283)
{
j0.setValue(50);
}
```

```
else if(progress<283&&progress>=285)
{
j0.setValue(58);
}
else if(progress<285&&progress>=280)
{
j0.setValue(66);
}
else if(progress<280&&progress>=275)
{
j0.setValue(74);
}

else if(progress<275&&progress>=273)
{
j0.setValue(83);
}
else if(progress<273&&progress>=268)
{
j0.setValue(90);
}
else if(progress<268&&progress>=263)
{
j0.setValue(98);
}
else if(progress<263&&progress>=260)
{
j0.setValue(106);
}
else if(progress<260&progress>=255)
{
j0.setValue(114);
}
else if(progress<255&progress>=250)
{
j0.setValue(122);
}
else if(progress<250&progress>=245)
{
j0.setValue(130);
}
else if(progress<245&progress>=240)
{
j0.setValue(138);
```

```
}

else if(progress<240&&progress>=235)
{
    j0.setValue(146);
}
else if(progress<235&&progress>=230)
{
    j0.setValue(154);
}
else if(progress<230&&progress>=225)
{
    j0.setValue(162);
}
else if(progress<225&&progress>=220)
{
    j0.setValue(170);
}
else if(progress<220&&progress>=215)
{
    j0.setValue(178);
}
else if(progress<215&&progress>=210)
{
    j0.setValue(186);
}
else if(progress<210&&progress>=205)
{
    j0.setValue(192);
}
else if(progress<=204)
{
    j0.setValue(200);
}
}
delay(100);
}
```