



# INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

**Proyecto Previo a la Obtención del Título de Ingeniero en  
Mecánica Automotriz**

**Autores:** Ayoví Ayoví Banner Fabricio  
Delgado Gómez Jonathan Javier

**Tutor:** Ing. Erasmo García Ochoa. MSc

**Rediseño del Banco de Entrenamiento del Sistema de Carga y  
Arranque para su Implementación de los Sistemas Start & Stop y  
Carga Controlada por la Unidad Electrónica Fase II.**



### **Certificado de Autoría**

Nosotros, Ayoví Ayoví Banner Fabricio y Jonathan Javier Delgado Gómez, declaramos bajo juramento, que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido presentado anteriormente para ningún grado o calificación profesional y que se ha consultado la bibliografía detallada. Cedemos nuestros derechos de propiedad intelectual a la Universidad Internacional del Ecuador, para que sea publicado y divulgado en internet, según lo establecido en la Ley de Propiedad Intelectual, reglamento y leyes.

---

Ayoví Ayoví Banner Fabricio

C.I.: 0941166662

---

Jonathan Javier Delgado Gómez

C.I.: 0954881397

### **Aprobación del Tutor**

Yo, Erasmo García Ochoa certifico que conozco a los autores del presente trabajo siendo responsable exclusivo tanto de su originalidad y autenticidad, como de su contenido.

---

Ing. Erasmo García Ochoa, MsC.

C.I.: 0917118697

Director de Proyecto

## **Dedicatoria**

Este proyecto está dedicado en primer lugar a Dios, como reconocimiento por brindar la fortaleza necesaria para lograr todas las metas establecidas a lo largo de la vida. Y en especial se lo dedico a mi madre Paubla Antonia Gómez Rosado, por ser una figura paterna al mismo tiempo, además de ser mi amiga, mentora y apoyo constante. Su presencia es la principal fuente de inspiración para superar cada día y enfrentar cualquier desafío que se presente.

***Delgado Gómez Jonathan Javier***

## **Dedicatoria**

Con gratitud y amor, dedico esta tesis a mis queridos padres, quienes han sido los pilares inquebrantables a lo largo de mi camino académico. A mamá y papá, cuyo sacrificio, apoyo incondicional y amor desinteresado han sido la fuerza motriz detrás de cada logro y al más importante a mi grandísimo Dios por permitirme seguir vivo dándome fuerzas cada día. A ustedes, que siempre creyeron en mí incluso fuera de lo que decían los demás, les dedico este trabajo como un modesto tributo a su constante aliento y sabiduría. Su ejemplo de tenacidad y dedicación ha sido mi guía, y esta tesis es un reflejo de la educación y los valores que me han inculcado. ¡Gracias por ser mis mejores maestros y por ser los héroes de mi historia académica!

***Ayoví Ayovi Banner Fabricio***

## **Agradecimiento**

Deseo expresar mi gratitud a Dios por otorgarme la vida y por bendecirme con las oportunidades para alcanzar mis metas y orientarme en cada etapa de mi vida. Mi familia merece un reconocimiento especial por su confianza en mí, y mi hermano, Carlos Daniel Delgado Gómez, ha sido un apoyo constante en los momentos difíciles. También, extendiendo mi sincero agradecimiento a la Escuela de Ingeniería Automotriz UIDE, incluyendo a sus autoridades y profesores, por su apoyo inquebrantable y por brindarme innumerables oportunidades de crecimiento y aprendizaje. Un agradecimiento especial al MsC. Erasmo García Ochoa, nuestro tutor en el proyecto de titulación, cuya paciencia y dedicación fueron fundamentales. Sus valiosas palabras y correcciones precisas fueron indispensables para alcanzar esta etapa tan anhelada.

*Delgado Gómez Jonathan Javier*

## **Agradecimiento**

Deseo expresar mi gratitud profunda a la Divina Providencia por concederme el don de la vida y por bendecirme con las oportunidades que han guiado mis pasos hacia la realización de mis objetivos. Mi familia merece un reconocimiento especial por su confianza inquebrantable en mí, y mi amada madre Merlin Purita Ayovi Caicedo ha sido un faro de apoyo constante en los momentos más difíciles. Asimismo, quiero expresar mi gratitud más sincera a la Escuela de Ingeniería Automotriz UIDE, así como a sus distinguidas autoridades y docentes, por su apoyo dedicado y por brindarme innumerables oportunidades de desarrollo y aprendizaje. Quiero expresar mi gratitud al MSc. Erasmo García Ochoa, quien fue nuestro tutor en el proyecto de titulación y cuya interminable paciencia y dedicación fueron fundamentales para este viaje académico. Sus sabias palabras y correcciones precisas fueron la brújula que me guio hacia el final de esta etapa tan anhelada

*Ayoví Ayovi Banner Fabricio*

## Índice General

Certificado de Autoría.....	iii
Aprobación del Tutor.....	iv
Dedicatoria.....	v
Dedicatoria.....	vi
Agradecimiento.....	vii
Agradecimiento.....	viii
Índice de Figuras.....	xiv
Índice de Tablas.....	xvi
Resumen.....	xvii
Abstract.....	xviii
Capítulo I.....	1
Antecedentes.....	1
1.1    Tema de Investigación.....	1
1.2    Planteamiento del Problema.....	1
1.2.1 <i>Formulación del Problema</i> .....	1
1.2.2 <i>Sistematización del Problema</i> .....	2
1.3    Objetivos de la Investigación.....	2
1.3.1 <i>Objetivo General</i> .....	2
1.3.2 <i>Objetivos Específicos</i> .....	2
1.4    Justificación y Delimitación de la Investigación.....	2
1.4.1 <i>Justificación Teórica</i> .....	2

1.4.2	<i>Justificación Metodológica</i> .....	3
1.4.3	<i>Justificación Práctica</i> .....	3
1.4.4	<i>Delimitación Temporal</i> .....	4
1.4.5	<i>Delimitación Geográfica</i> .....	4
1.4.6	<i>Delimitación de Contenido</i> .....	4
1.5	Hipótesis .....	5
1.6	Variables de Hipótesis.....	5
1.6.1	<i>Variables Independientes</i> .....	5
1.6.2	<i>Variables Dependientes</i> .....	5
Capitulo II.....		6
Marco referencial .....		6
2.1	Marco Teórico.....	6
2.1.1	<i>Sistema Start &amp; Stop</i> .....	6
2.1.2	<i>El Funcionamiento Básico del Sistema Start &amp; Stop</i> .....	6
2.1.3	<i>Funcionamiento</i> .....	8
2.1.4	<i>Requisitos Para la Activación de la Función de Parada y Arranque</i> .....	10
2.1.5	<i>Elementos de un Sistema Start &amp; Stop</i> .....	11
2.2	Motor de Arranque .....	11
2.3	Batería .....	13
2.4	Alternador Inteligente.....	13
2.4.1	<i>Limitaciones de un Sistema Start &amp; Stop</i> .....	14

2.4.2	<i>Ventajas de un sistema Start &amp; Stop</i> .....	15
2.4.3	<i>Diseño y Construcción</i> .....	15
2.4.4	<i>Conceptos Preliminares</i> .....	15
2.4.5	<i>Manejo</i> .....	15
2.4.6	<i>Conducción y Aceleración</i> .....	16
2.5	<i>Análisis de los Ciclos de Conducción</i> .....	16
2.6	<i>Ventajas del sistema Start &amp; Stop</i> .....	16
2.7	<i>Desafíos del sistema Start &amp; Stop</i> .....	17
2.8	<i>Determinación del Estado en Diferentes Escenarios</i> .....	18
2.8.1	<i>Estado Activo (Motor Encendido)</i> .....	18
2.8.2	<i>Estado Pasivo (Motor Apagado)</i> .....	19
2.8.3	<i>Estado Transitorio (Arranque del Motor)</i> .....	19
2.8.4	<i>Estado Desactivado (Desactivación Manual)</i> .....	19
Capítulo III.....		20
Elementos Electrónico y Adaptación del Sistema al Banco de Entrenamiento.....		20
3.1	<i>Característica y Requerimiento Para el Sistema Start &amp; Stop</i> .....	20
3.2	<i>Selección y Descripción General de los Componentes del Sistema</i> .....	20
3.2.1	<i>Medios de Lectura y Control de Cargas</i> .....	20
3.2.2	<i>Selección de la Placa</i> .....	21
3.3	<i>Diseño de Prototipo</i> .....	22
3.3.1	<i>Hardware Libre</i> .....	23

3.3.2	<i>Software Libre</i> .....	23
3.4	Adaptación del sistema <i>Start &amp; Stop</i> al banco de entrenamiento.....	23
3.4.1	<i>Diseño del Circuito eléctrico</i> .....	24
3.4.2	<i>Diseño de Hardware</i> .....	28
3.4.3	<i>Módulo de Control Electrónico</i> .....	29
3.4.4	<i>Diseño de Software</i> .....	30
3.4.5	<i>Descripción General del Sistema</i> .....	30
3.4.6	<i>Descripción del Programa Principal</i> .....	33
	Capitulo IV.....	35
	Implementación, Ensamblaje de Partes y Pruebas.....	35
4.1	Instalación del Sistema .....	35
4.1.1	<i>Diagrama de Conexión y Ensamblaje del Sistema</i> .....	35
4.2	Diseño Digital de Circuito Impreso .....	44
4.2.1	<i>Circuito Impreso de la Placa del Sistema Start &amp; Stop</i> .....	45
4.3	Elaboración de Placas Electrónicas .....	46
4.3.1	<i>Montaje de Componentes Electrónicos</i> .....	48
4.4	Construcción de Base de los Componentes del Sistema <i>Start &amp; Stop</i> .....	50
4.4.1	<i>Dimensiones</i> .....	50
4.4.2	<i>Construcción</i> .....	51
4.5	Montaje del Sistema <i>Start &amp; Stop</i> en el Banco de Entrenamiento .....	54
4.5.1	<i>Montaje de la Caja donde está Alojada el Sistema Start y Stop</i> .....	54

4.5.2	<i>Montaje del Panel de Control</i> .....	55
4.6	Procedimiento de Utilización del Sistema .....	56
	Conclusiones .....	58
	Recomendaciones .....	59
	Bibliografía .....	62
	Anexo .....	68

## Índice de Figuras

Figura 1 <i>Localización Geográfica del Taller UIDE en Guayaquil.</i> .....	4
Figura 2 <i>Sistema Start &amp; Stop</i> .....	7
Figura 3 <i>Funcionamiento Sistema Start &amp; Stop</i> .....	10
Figura 4 <i>Funcionamiento Sistema Start &amp; Stop</i> .....	11
Figura 5 <i>Motor de Arranque</i> .....	12
Figura 6 <i>Alternador</i> .....	14
Figura 7 <i>Hardware y Software</i> .....	23
Figura 8 <i>Componentes del Sistema Start &amp; Stop en la Placa de Pruebas</i> .....	25
Figura 9 <i>Diagrama Eléctrico de los Componentes del Sistema Start &amp; Stop</i> .....	26
Figura 10 <i>Diagrama de Bloques de Operación del Sistema</i> .....	27
Figura 11 <i>Controles del Simulador Start &amp; Stop</i> .....	28
Figura 12 <i>Arduino Mega</i> .....	29
Figura 13 <i>Barra de Herramienta del Sketch de Arduino IDE</i> .....	31
Figura 14 <i>Escritura del Código del Programa para la Adaptación del Sistema Start &amp; Stop</i> .....	32
Figura 15 <i>Etapas de Desarrollo e Implementación del Software</i> .....	33
Figura 16 <i>Esquema General del Sistema Start &amp; Stop</i> .....	35
Figura 17 <i>Visualización de la Placa y Conexión USB</i> .....	36
Figura 18 <i>Visualización de Baquelita y su Conexión</i> .....	37
Figura 19 <i>Conexión del Puerto N.º 2 PWM a la Baquelita</i> .....	38
Figura 20 <i>Visualización Total de Conexión de los Puertos PWM</i> .....	39
Figura 21 <i>Conexión de los Botones del Simulador</i> .....	39
Figura 22 <i>Visualización Total de Conexión de la Botonera</i> .....	40
Figura 23 <i>Conexión del Puerto N.º 10 PWM a la Baquelita</i> .....	41

Figura 24	<i>Conexión del Puerto N.º 8 PWM a la Baquelita</i>	41
Figura 25	<i>Conexión del Puerto N.º 9 PWM a la Baquelita</i>	42
Figura 26	<i>Conexión del Relé del Motor Eléctrico</i>	43
Figura 27	<i>Conexión del Relé del Motor de Arranque</i>	43
Figura 28	<i>Distribución Física Total de los Elementos del Sistema</i>	44
Figura 29	<i>Diseño Final del Circuito Impreso de la Placa del Sistema Start &amp; Stop</i>	45
Figura 30	<i>Corte de la Plancha de la Baquelita</i>	47
Figura 31	<i>Diseño de Pista del Sistema a través del Software Eagle</i>	47
Figura 32	<i>Placa del Circuito Impreso en Fresado CNC</i>	48
Figura 33	<i>Placa Sumergida a Estaño Líquido</i>	48
Figura 34	<i>Colocación de los Componentes Electrónicos</i>	49
Figura 35	<i>Montaje de los Componentes Electrónico en los Circuitos Impreso</i>	49
Figura 36	<i>Dimensiones de la Base para el Sistema Start &amp; Stop</i>	50
Figura 37	<i>Distribución de Componentes Externo del Sistema Start &amp; Stop</i>	51
Figura 38	<i>Diseño de Caja del Sistema Start &amp; Stop</i>	52
Figura 39	<i>Ubicación Visual de los Componentes Físico del Sistema Start &amp; Stop</i>	52
Figura 40	<i>Instalación de los Componentes Físico del Sistema Start &amp; Stop</i>	53
Figura 41	<i>Soldadura del Cableado de los Componentes Físico del Sistema Start &amp; Stop</i>	53
Figura 42	<i>Vista del Cableado Total de los Componentes Físico del Sistema Start &amp; Stop</i>	54
Figura 43	<i>Ubicación del Sistema Start &amp; Stop al Banco de Entrenamiento</i>	55
Figura 44	<i>Visualización del Panel de Control del Sistema Start &amp; Stop</i>	56

## Índice de Tablas

Tabla 1 <i>Modelos de las Placas y sus Especificaciones</i> .....	21
Tabla 2 <i>Especificación del Arduino Mega 2560</i> .....	22
Tabla 3 <i>Asignación de Puerto</i> .....	34

## Resumen

El sistema de arranque y parada automática del motor, también conocido como sistema Start & Stop, es una tecnología de vanguardia que está aplicada en diferentes tipos de vehículos. Tiene como objetivos la reducción de emisiones contaminantes al detener el motor de combustión interna en situaciones donde el vehículo esté completamente detenido, para posteriormente encender el vehículo rápidamente. El sistema Start & Stop hace uso de una amplia gama de sensores para monitorear y establecer el control del sistema. Dentro del grupo de sensores, tenemos: sensor de temperatura del motor, sensor de estado de batería, sensor de posición del pedal de freno, sensor de posición del embrague, sensor de posición del acelerador, módulo del sistema Start & Stop, etc. Por consiguiente, se desarrolló un simulador especializado para estudiar y analizar el funcionamiento del sistema Start & Stop. Este simulador permite recrear y reconocer el funcionamiento del sistema Start & Stop desde un punto de vista de control electrónico que está sujeto al sistema. Este simulador utiliza una placa microcontroladora "Arduino", en específico el Arduino Mega 2560, para simular el comportamiento del motor del vehículo, el freno, los cambios de marcha y el motor de arranque. Además, facilita la optimización de los algoritmos de control y la validación de nuevas estrategias para aumentar la eficiencia y la confiabilidad del sistema en una variedad de condiciones de conducción.

**Palabras claves:** Sistema Start & Stop, simulador, arduino, eficiencia energética.

## **Abstract**

The automatic engine start and stop system, also known as the Start & Stop system, is cutting-edge technology applied in various types of vehicles. Its objectives include reducing pollutant emissions by shutting down the internal combustion engine in situations where the vehicle is completely stopped, and then quickly restarting it. The Start & Stop system incorporates a wide range of sensors to monitor and control the system. Among the group of sensors are: engine temperature sensor, battery status sensor, brake pedal position sensor, clutch position sensor, throttle position sensor, Start & Stop system module, etc. Consequently, a specialized simulator has been developed to study and analyze the operation of the Start & Stop system. This simulator allows for the recreation and understanding of the operation of the Start & Stop system from an electronic control standpoint, which is subject to the starter system. This simulator uses an Arduino microcontroller board, specifically the Arduino Mega 2560, to simulate the behavior of the vehicle engine, brake, gear shifts, and starter motor. Additionally, it facilitates the optimization of control algorithms and the validation of new strategies to increase the efficiency and reliability of the system under a variety of driving conditions.

**Keywords:** Start & Stop systems, simulator, arduino, energy efficiency.

## **Capítulo I**

### **Antecedentes**

#### **1.1 Tema de Investigación**

Rediseño del banco de entrenamiento del sistema de carga y arranque para su implementación de los sistemas Start & Stop y carga controlada por la unidad electrónica fase II.

#### **1.2 Planteamiento del Problema**

El rediseño de un banco de entrenamiento permitirá proporcionar las herramientas e insumos necesarios para que los estudiantes de la Universidad Internacional del Ecuador extensión Guayaquil, logren evaluar los componentes, insumos y funcionamiento de los sistemas de Start & Stop y carga controlada por la unidad electrónica.

Entre los beneficios que se puede obtener al usar un ambiente de entrenamiento, es conocer, de primera mano, el uso de tecnología de punta como la unidad de control electrónico ECU, en la que los sensores informan a la unidad central y esta envía la orden necesaria a los actuadores para transformar dicha información inicial (Car-tech, 2021).

Se debe resaltar la nueva versión del motor de arranque, la cual consta en que "se utiliza una corona dentada y una placa de fricción en el volante de inercia, específicamente diseñado para un uso prolongado. La demanda a la que se enfrentan estos componentes se ha triplicado debido a la mayor frecuencia de arranque del motor, lo que subraya la importancia de la durabilidad para el correcto funcionamiento del sistema Start & Stop" (Sánchez, 2010).

##### **1.2.1 Formulación del Problema**

¿Es necesario el rediseño del banco de entrenamiento del sistema de carga y arranque para su implementación de los sistemas Start & Stop controlado por la unidad electrónica en la materia de Electricidad?

### **1.2.2 Sistematización del Problema**

- ¿Cuáles son los requerimientos previos para adaptar el sistema Start & Stop al banco de entrenamiento del sistema de carga y arranque en el curso de Electricidad?
- ¿Cuáles son los componentes eléctricos de control para simular el funcionamiento del sistema Start & Stop en un banco de entrenamiento?
- ¿Cómo se realiza el diseño de una guía de laboratorio para las prácticas en el banco de entrenamiento de la implementación de un sistema Start & Stop?

### **1.3 Objetivos de la Investigación**

#### **1.3.1 Objetivo General**

Simular el sistema Start & Stop mediante la implementación de componentes eléctricos y electrónica del banco de entrenamiento del sistema de carga y arranque.

#### **1.3.2 Objetivos Específicos**

- Adaptar el sistema Start & Stop al banco de entrenamiento del sistema de carga y arranque.
- Seleccionar los componentes eléctricos de control para simular el funcionamiento del sistema Start & Stop.
- Realizar guías de laboratorio para las prácticas en el banco de entrenamiento.

### **1.4 Justificación y Delimitación de la Investigación**

La investigación se justifica en el rediseño de un banco de entrenamiento para el sistema de carga y arranque en la implementación del sistema Start & Stop con el propósito de verificar la eficiencia de este.

#### **1.4.1 Justificación Teórica**

Para sustentar esta investigación se realizó trabajos de campo, desde una revisión documental que permita entender el sistema de carga y arranque y su eficiencia de uso. También se hará uso de información técnica de libros y manuales para adquirir conocimientos y experiencia en el uso de los sistemas de carga y arranque.

El presente documento propone la integración de componentes didácticos avanzados en el curriculum de formación técnica especializada, enfocándose específicamente en la instauración de módulos de aprendizaje práctico que faciliten la réplica y análisis de sistemas de gestión de energía vehicular, particularmente aquellos relacionados con los mecanismos de carga y arranque. Esta propuesta incluye, además, la creación de una plataforma de entrenamiento dedicada que servirá como base para la implementación y el estudio exhaustivo del sistema Start & Stop, identificado como un vector de innovación tecnológica crítica en el sector automotriz. Tal iniciativa no solo pretende fortalecer el entendimiento teórico de los alumnos mediante la aplicación práctica, sino que también busca fomentar el desarrollo de habilidades técnicas avanzadas y capacidades analíticas aplicadas al diseño, diagnóstico y optimización de sistemas automotrices contemporáneos, subrayando la importancia de las innovaciones tecnológicas en la mejora de la eficiencia energética y la reducción de emisiones nocivas en vehículos.

#### ***1.4.2 Justificación Metodológica***

Para este caso, utilizaremos una metodología aplicada. Implementaremos los sistemas de Start & Stop para aprender cómo adoptar este tipo de sistema dentro de un banco de entrenamiento, desde la carga hasta el arranque. Por lo que se requiere entender la estructura del sistema y los componentes electrónicos y eléctricos de estos sistemas para lograr un aprendizaje significativo desde una guía que tendrá como objetivo que los estudiante y docentes tengan las herramientas adecuadas en el momento de realizar el diagnostico.

#### ***1.4.3 Justificación Práctica***

Se espera que la implementación del sistema de Start & Stop en un banco de entrenamiento, tenga el mejor rendimiento en cuando al proceso de aprendizaje del estudiante, adicionalmente a que se refleje la eficiencia en cuando al uso de los ambientes de prueba con un enfoque de sostenibilidad e innovación educativa.



El segundo capítulo se centró a determinar los componentes necesarios y específicos a usar para la construcción del sistema de control de potencia el cual hará que el motor eléctrico entre en funcionamiento al iniciar la simulación y posteriormente será apagado y encendido cuando el sistema Start & Stop este activado.

## **1.5 Hipótesis**

La aplicación en el laboratorio de mecatrónica de la Escuela de Ingeniería Automotriz de la Universidad Internacional del Ecuador sede Guayaquil el banco de entrenamiento para simular el sistema Start & Stop y sistema de carga inteligente controlado por la unidad de control electrónica ECU es una solución didáctica, eficiente y versátil que permitirá a los estudiantes conocer el sistema, los componentes que lo conforman y su funcionamiento.

## **1.6 Variables de Hipótesis**

Las variables de las hipótesis nos van a estar un enfoque más amplio de la aplicación del uso del sistema de Start & Stop en ciclos de conducción cortos, medianos y largos.

### ***1.6.1 Variables Independientes***

Rediseño de un sistema Start & Stop en un banco de entrenamiento.

### ***1.6.2 Variables Dependientes***

- Tester de reguladores convencionales.
- Tester de reguladores controlados por PWM (Pulse Width Modulation en inglés), LIN (Local Interconnect Network), BSS (Backend Support System), etc.
- Manuales de usuario del banco de reguladores Selección por medio de catálogos.

## Capítulo II

### Marco referencial

#### 2.1. Marco Teórico

En la actualidad, los estudiantes universitarios tienen una creciente necesidad de contar con herramientas prácticas que complementen el proceso de aprendizaje teórico con experiencias tangibles y aplicadas. Por ello, se busca implementar un banco de entrenamiento del sistema Start & Stop como una herramienta fundamental que permita a los estudiantes conocer en detalle el funcionamiento de dicho sistema.

##### 2.1.1 Sistema Start & Stop

El Start & Stop es un mecanismo de inicio que detiene el motor cuando está en reposo. De este modo, se logra una disminución en el uso de combustible y una reducción de las emisiones. Durante mucho tiempo, el ahorro de combustible y la reducción de emisiones han sido dos de los aspectos más importantes para la industria automotriz. Una de las tecnologías más conocidas que ha surgido para abordar estos problemas es el sistema de arranque Start & Stop (race.es, 2022).

##### 2.1.2 El Funcionamiento Básico del Sistema Start & Stop

El funcionamiento del sistema automático de parada y arranque del motor es fácil de entender: cuando el vehículo se detiene, el sistema apaga el motor para disminuir las emisiones y evitar un consumo innecesario de combustible. Luego, cuando el conductor pisa el embrague para cambiar a la primera velocidad y comenzar a moverse (o presiona el acelerador en los vehículos automáticos), el sistema vuelve a encender el motor (Plaza D. , 2020).

## Figura 2

### Sistema Start & Stop

#### Funcionamiento Start-Stop en coche con marchas



#### Funcionamiento Start-Stop en coche automático



Tomada de: <https://www.race.es>

El sistema de arranque y parada Start & Stop muestra eficiencia en climas de temperaturas normales, pero cuando se enfrenta a temperaturas bajo cero en invierno, la batería experimenta una carga adicional. Por lo tanto, el sistema automático de arranque y parada Start & Stop deja de operar, y el límite de temperatura inferior en el que esto ocurre puede variar entre fabricantes, generalmente en un rango de 3°C a -5°C.

Las baterías utilizadas en este caso son del tipo AGM (las antiguas eran de EFB, las cuales ya no se utilizan en los nuevos vehículos). Estas baterías tienen la capacidad de cargarse y descargarse rápidamente, a diferencia de las baterías de plomo que se utilizan en los vehículos sin Start & Stop, las cuales se descargan lentamente y tardan más tiempo en recargarse. Por otro lado, las baterías AGM tienen una mayor capacidad de almacenamiento de energía. Bosch, como fabricante de este sistema, enfatiza la importancia de realizar el reemplazo de la batería en un taller para asegurar una instalación correcta (race.es, 2022).

Una tecnología similar a la actual empezó a ser utilizada en los años 70. Toyota fue uno de los pioneros en implementarla en sus vehículos, mediante un sistema que desactivaba el motor posteriormente en intervalo de 1,5 segundos de que el automóvil se detuviera.

Consiguientemente, en la década de los 80, tanto el Volkswagen Polo como el Audi 100 adoptaron esta tecnología como respuesta al aumento del precio de los combustibles en Europa. Fue en el inicio del siglo XXI cuando Bosch desarrolló el sistema Start & Stop tal y como lo conocemos en la actualidad. (Plaza D. , 2020)

Tradicionalmente, cuando un automóvil se detiene en situaciones de Start & Stop, continúa consumiendo combustible y emitiendo gases contaminantes como dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>) e hidrocarburos. El sistema eléctrico de arranque y parada (Start & Stop) fue desarrollado como una solución para evitar que los automóviles sigan contaminando durante esos momentos (Loscite, 2021).

### **2.1.3 Funcionamiento**

Una vez que el motor ha alcanzado la temperatura óptima de funcionamiento, al detenerse por completo, el sistema informático interrumpe el suministro de combustible y la chispa, lo que apaga el motor. Durante este tiempo, todos los componentes eléctricos, como la radio, las luces o el GPS, funcionan utilizando la energía de la batería. Cuando se levanta el pie del pedal de freno, la batería suministra energía al motor, y los sistemas modernos reinician el motor en menos de medio segundo (Iberisa, 2018).

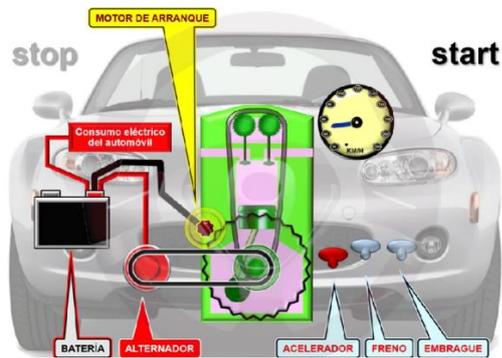
El propósito del sistema Start & Stop es disminuir las emisiones de gases y partículas contaminantes, con el fin de cumplir con los estándares medioambientales cada vez más estrictos establecidos por los organismos gubernamentales. Además, esto permite reducir el consumo de combustible, ya que cuando el motor está apagado, se ahorra la cantidad de combustible que normalmente se consumiría para mantenerlo en ralentí (Plaza D. , 2020).

Los arranques en frío pueden causar desgaste en los cojinetes del motor, pero el sistema Start & Stop no debería presentar problemas, ya que opera cuando el motor está caliente. Además, los fabricantes están aplicando un revestimiento de poliamida en los cojinetes para reducir su desgaste. En cuanto a las baterías, no es necesario hacer nada diferente a lo que se

hace actualmente con un vehículo sin esta tecnología. Si se realiza un buen mantenimiento, esta tecnología funcionará correctamente y contribuirá al ahorro de combustible (Iberisa, 2018).

El sistema Start & Stop se basa en un motor de arranque modificado y una unidad de control del motor (ECU), la cual recibe y procesa la información de otros sensores. Estos componentes permiten el funcionamiento del sistema eléctrico Start & Stop de la siguiente manera.

- A. Cuando el conductor libera el pedal del acelerador, presiona el freno para detener el vehículo y coloca el motor en punto muerto, el sistema Start & Stop verifica de forma automática si se cumplen o no las siguientes condiciones
  - El motor se encuentra en ralentí.
  - El sensor del sistema antibloqueo registra un valor de 0.
  - El sensor de la batería eléctrica indica que hay suficiente energía para el próximo arranque y para mantener en funcionamiento todos los demás sistemas utilizados por el conductor (radio, luces, climatizador, etc.).
  - El sensor de temperatura del motor muestra que está en un estado caliente, lo cual asegura que los componentes del motor no sufran un desgaste significativo durante el próximo arranque, a diferencia de cuando el motor está frío.
- B. Si todas las condiciones mencionadas anteriormente se cumplen, el sistema Start & Stop procede a apagar el motor de combustión.
- C. Cuando el conductor desea avanzar y presiona el embrague, el motor de arranque del sistema Start & Stop recibe la señal para encender el motor de combustión de inmediato. Luego, el conductor solo necesita presionar el acelerador para continuar de manera normal.

**Figura 3***Funcionamiento Sistema Start & Stop*

Tomado de: <https://www.tecnologia-automovil.com/articulos/tecnologias-limpias/stop-start/>

#### **2.1.4 Requisitos Para la Activación de la Función de Parada y Arranque**

Existen ciertas condiciones básicas para que el sistema comience a funcionar:

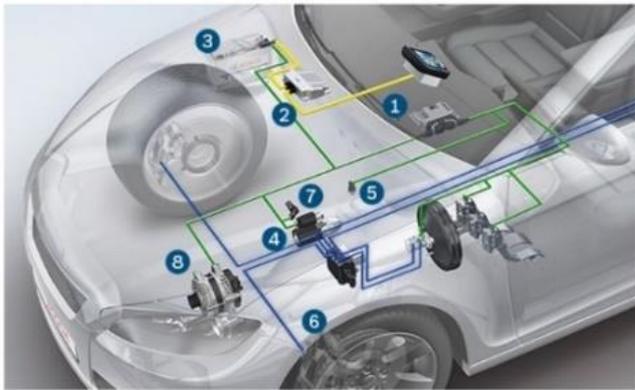
- El sistema no se va activar si la temperatura del motor está por debajo de un nivel determinado (entre 20 y 50°C, dependiendo del motor).
- Si el filtro destinado a la evaporación de los gases del depósito de combustible se encuentra saturado o en caso de que el motor no esté operando a las revoluciones de ralentí, se presentarán problemas.
- La temperatura ambiente puede tener un impacto, ya que el sistema solo operará si la temperatura es superior a 3°C o inferior a 55°C.
- El funcionamiento se ve influenciado por la situación de la batería, puesto que se debe calcular la tensión mínima a la que podría descender y, por ende, iniciar el arranque del motor si se requiere. Por lo tanto, se evaluaremos diversos aspectos que conciernen a la batería, como el voltaje, el nivel de carga y la temperatura, entre distintos factores (Reyes, 2021).

### 2.1.5 Elementos de un Sistema Start & Stop

Los componentes que forman parte del sistema de arranque, que engloban tanto el programa de gestión como el dispositivo que mide la carga de la batería, están acompañados por un sensor que monitoriza el movimiento del cigüeñal y un conjunto de dispositivos que captan la actividad de los pedales del automóvil. Además, se ha mejorado la eficiencia del generador eléctrico, y una batería más robusta posibilita intervalos más extensos de apagado del motor (Reyes, 2021).

#### Figura 4

*Funcionamiento Sistema Start & Stop*



Tomado de: <https://www.tecnologia-automovil.com/articulos/tecnologias-limpias/stop-start/>

## 2.2. Motor de Arranque

En 1911, se patentó un sistema de encendido automático para el Cadillac Touring Edition, que también contaba con iluminación eléctrica mediante una batería de plomo. Anteriormente, el sistema de arranque se basaba en una palanca de accionamiento manual. En 1912, Cadillac encargó a DELCO la producción de 12.000 sistemas de arranque y alumbrado. Este acontecimiento se considera como el inicio de la electrificación de los automóviles (Reyes, 2021).

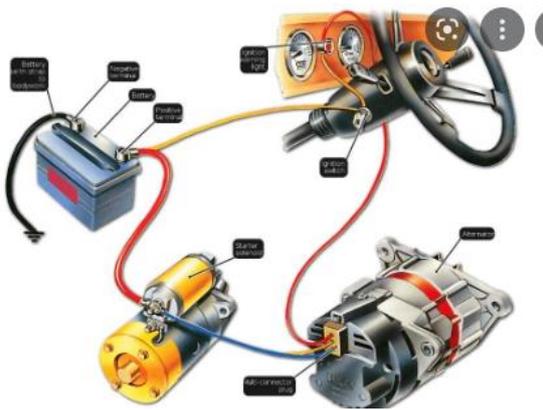
El motor de arranque componente que se activa en numerosas ocasiones, ya que cada vez que el vehículo se detiene en un semáforo, en un atasco o al entrar en una rotonda, el motor

se apaga y se vuelve a encender segundos después. Debido a esto, el motor de arranque debe ser reforzado para garantizar una vida útil adecuada (Plaza D. , 2020).

Las vibraciones pueden afectar negativamente el rendimiento del motor y la precisión de los resultados obtenidos durante las pruebas, por lo que es importante minimizarlas tanto como sea posible (OCHOA, 2016).

### Figura 5

#### *Motor de Arranque*



Tomada de: <https://www.revistaautocrash.com/Start & Stop-optimiza-rendimiento-del-motor/>

Se puede dividir en tres:

- i. El interruptor de encendido es una parte simple del sistema que permite el flujo de corriente eléctrica a través del cilindro de la llave única.
- ii. La batería es responsable de suministrar corriente a todos los sistemas eléctricos, incluyendo el motor de arranque.
- iii. La energía eléctrica es transformada en energía mecánica por el dispositivo encargado del arranque del motor, con el propósito de suministrar fuerza al cigüeñal. el primer impulso, el primer movimiento que inicia su funcionamiento. Funciona técnicamente como cualquier otro motor eléctrico, alimentado por

imanes de tamaño reducido y utilizando la inducción. Se conecta al volante de inercia a través de un piñón que lo acciona.

### **2.3. Baterías**

En este caso, se utilizan baterías de tipo AGM (las antiguas de tipo EFB ya no se emplean en los nuevos vehículos). Estas baterías tienen la capacidad de cargarse y descargarse rápidamente, a diferencia de las baterías de plomo utilizadas en los automóviles sin Start & Stop, que se descargan lentamente y tardan más tiempo en recargarse. Por el contrario, las baterías AGM se recargan rápidamente tan pronto como el vehículo está en movimiento. Además, tienen una alta capacidad de recarga, lo que significa que pueden almacenar una mayor cantidad de energía (Race.com, 2022).

El fabricante Bosch, responsable de este sistema, sugiere que el reemplazo de la batería se realice en un taller para garantizar una instalación adecuada (Race.com, 2022). La nueva batería debe ser mucho más potente para mantener en funcionamiento componentes como la radio, el sistema de climatización y las luces cuando el motor está apagado. Además de tener una mayor capacidad de almacenamiento de energía, también debe ser capaz de soportar más ciclos de carga y descarga. Esto, por supuesto, se traduce en un costo más elevado para este tipo de baterías.

### **2.4 Alternador Inteligente**

El alternador desempeña un papel fundamental en la generación y acumulación de electricidad en la batería del automóvil. Es gracias al alternador que el motor y los sistemas de asistencia a la conducción funcionan correctamente. En el caso de los vehículos con Start & Stop, el alternador está Creados con el objetivo de proporcionar un desempeño excepcional, lo cual juega un papel en la disminución tanto del uso de carburante como de la liberación de gases de dióxido de carbono, estos generadores eléctricos avanzados demuestran una notable eficacia en momentos en que el motor está girando a bajas vueltas. Dicha eficacia se debe a su

capacidad de generar una corriente intensa, lo que facilita la recarga veloz de la batería (Race.com, 2022).

## **Figura 6**

*Alternador*



Tomada de: [https://www.taringa.net/+autos\\_motos/el-alternador-inteligente-de-bosch\\_wofu1](https://www.taringa.net/+autos_motos/el-alternador-inteligente-de-bosch_wofu1)

### **2.4.1 Limitaciones de un Sistema Start & Stop**

A pesar de que los sistemas habituales están diseñados para ser utilizados en múltiples ocasiones (soportando más ciclos de arranque y parada), es importante tener en cuenta lo siguiente:

- Cada vez que se realiza un arranque, se produce un pequeño retraso en la lubricación que, a largo plazo, puede ocasionar desgaste (Reyes, 2021).
- Aunque los motores de arranque sean más robustos, su vida útil se reduce significativamente en comparación con modelos que no experimentan frecuentes paradas y arranques.
- Las baterías son especiales, pero también se ven afectadas por el problema mencionado anteriormente. Las altas demandas de tensión en repetidas ocasiones debilitan los componentes internos de la batería. Es importante señalar que estas baterías suelen ser un poco más costosas que las convencionales.
- En los sistemas con alternador reversibles, ocurre lo mismo; el uso excesivo debilita la condición del alternador.

- Durante el arranque, se produce una disminución perceptible en la tensión eléctrica para que todos los sistemas estén preparados (radio, navegador, compresor de aire, etc.). Sin embargo, la sucesión prolongada y excesiva de estas caídas de tensión puede resultar perjudicial a largo plazo (Reyes, 2021).

#### **2.4.2 Ventajas de un sistema Start & Stop**

Las ventajas son evidentes, ya que, al reducir el tiempo de funcionamiento del motor, se logra una disminución incuestionable en las emisiones contaminantes y un ahorro notable de combustible. Según el RACE, las emisiones de gases y partículas dañinas pueden disminuir hasta un 5%, mientras que el ahorro de combustible puede variar entre un 8% y un 15%, dependiendo del vehículo y cómo se utilice. Es importante destacar que, en áreas urbanas, donde las paradas frecuentes son comunes, este enfoque puede generar ahorros aún mayores.

#### **2.4.3 Diseño y Construcción**

La estructura del banco de diagnóstico fue proporcionada por la escuela de de ingeniería mecánica automotriz de la UIDE el cual pertenece al laboratorio de electrónica el cual es usado para un banco de entrenamiento para la implementación del sistema Start & Stop.

La estructura del banco, así como los componentes internos serán usados y reutilizados con fines de mejorar el banco. Su diseño y componentes irán cambiando a medida se vaya diseñando y construyendo según sea la disponibilidad de los equipo y recursos en el mercado.

#### **2.4.4 Conceptos Preliminares**

Aunque las nuevas tecnologías de baterías amplían el surtido disponible, también dificultan a algunos colaboradores de talleres encontrar la batería de sustitución adecuada para cada vehículo (Salesianos Carabanchel, 2024).

#### **2.4.5 Manejo**

El sistema Start & Stop está disponible tanto para motores con transmisión manual como para motores con transmisión de doble embrague. Cada tipo de transmisión tiene

características de control distintas, lo que implica que existen secuencias de manejo y funcionamiento específicas para cada variante dentro del contexto del sistema Start & Stop (Volswagen, 2015).

#### **2.4.6 Conducción y Aceleración**

Mediante un sistema sofisticado de administración de energía, se desactiva el generador eléctrico mientras el vehículo acelera y en circunstancias típicas de manejo. Este proceso posibilita contar con una mayor cantidad de potencia generada por el motor para propulsar las ruedas. (Varta, 2021).

### **2.5 Análisis de los Ciclos de Conducción**

El sistema Start & Stop, también conocido como sistema de arranque y parada, es una característica que se encuentra en muchos vehículos modernos y está diseñado para mejorar la eficiencia de combustible y reducir las emisiones de gases contaminantes. Este sistema apaga automáticamente el motor del vehículo cuando está detenido en el tráfico o en una señal de alto y lo vuelve a encender cuando el conductor pisa el acelerador o libera el freno (Race.com, 2022).

### **2.6 Ventajas del sistema Start & Stop**

- *Ahorro de Combustible:* El principal beneficio del sistema Start & Stop es el ahorro de combustible. Cuando el vehículo está detenido, el motor se apaga, lo que reduce el consumo de combustible y, por lo tanto, disminuye los costos de operación y las emisiones de CO<sub>2</sub>.
- *Reducción de emisiones:* Al reducir la cantidad de tiempo que el motor está funcionando en ralentí, se disminuye la emisión de gases contaminantes como el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y el óxido de nitrógeno (NO<sub>x</sub>). Esto contribuye a una menor contaminación del aire y una mejor calidad del aire en áreas urbanas.

- *Menos desgaste del motor:* El arranque y apagado frecuente del motor pueden reducir el desgaste de los componentes del motor, como los cilindros y los pistones, ya que no están funcionando constantemente en ralentí.
- *Silencio en ralentí:* Cuando el motor se apaga, el vehículo se vuelve más silencioso en ralentí, lo que puede mejorar la comodidad de los ocupantes y reducir la contaminación acústica en áreas urbanas.

## **2.7 Desafíos del sistema *Start & Stop***

- *Sensibilidad al conductor:* Algunos conductores pueden encontrar molesto que el motor se apague y se encienda constantemente, especialmente en situaciones de tráfico denso. Algunos sistemas permiten desactivar esta función si el conductor lo prefiere.
- *Desgaste del sistema de arranque:* Los componentes utilizados en el sistema *Start & Stop*, como el motor de arranque y la batería, pueden experimentar un desgaste adicional debido a la frecuencia de arranque y parada. Esto puede requerir un mantenimiento más regular o una batería de mayor capacidad.
- *Impacto en la duración de la batería:* La batería del vehículo puede verse afectada negativamente debido al uso frecuente del sistema *Start & Stop*. Algunos fabricantes utilizan baterías específicamente diseñadas para resistir este tipo de ciclos.
- *Costo inicial:* Los vehículos con sistema *Start & Stop* tienden a ser ligeramente más costosos debido a la tecnología adicional requerida para implementar esta característica.
- *El sistema *Start & Stop*:* es una tecnología diseñada para mejorar la eficiencia de combustible y reducir las emisiones, pero su efectividad puede variar según el estilo de conducción y las Condiciones del tráfico. Los conductores que pasan

mucho tiempo en el tráfico urbano tienden a beneficiarse más de esta característica, mientras que aquellos que conducen principalmente en carreteras de alta velocidad pueden experimentar menos ventajas.

## **2.8 Determinación del Estado en Diferentes Escenarios**

La integración del Sistema Start & Stop está asociada con la técnica de DDC en la detección de fraudes energéticos ya que comparten el objetivo común de mejorar la eficiencia y reducir pérdidas ofreciendo una capacidad de automatización y control que optimiza el funcionamiento de los sistemas y contribuye a la gestión eficiente de recursos y emisiones monitoreando constantemente las condiciones del Banco de Entrenamiento (Cevallos-Valdiviezo, 2022).

Por lo tanto, el sistema "Start & Stop" es un sistema de gestión de motores que se utiliza en vehículos automotores para reducir el consumo de combustible y las emisiones de gases contaminantes al apagar automáticamente el motor cuando el vehículo está detenido o en ralentí (por ejemplo, en un semáforo) y luego volver a encenderlo cuando se presiona el pedal del acelerador o se libera el freno. El estado del sistema "Start & Stop" puede variar en diferentes escenarios. Aquí hay algunos ejemplos de esos estados en diferentes situaciones:

### **2.8.1 Estado Activo (*Motor Encendido*)**

Cuando el vehículo está en movimiento y el conductor está acelerando, el motor estará en estado activo.

Cuando el vehículo se encuentra en movimiento y se supera un cierto umbral de velocidad, el sistema "Start & Stop" suele desactivarse y el motor se mantiene encendido de forma continua.

### **2.8.2 Estado Pasivo (Motor Apagado)**

Cuando el vehículo se detiene en un semáforo o en el tráfico y el conductor no presiona el pedal del acelerador, el sistema "Start & Stop" apaga el motor automáticamente después de un breve período de inactividad.

Cuando el conductor pisa el freno y el vehículo se detiene por completo, el sistema "Start & Stop" puede apagar el motor para ahorrar combustible.

### **2.8.3 Estado Transitorio (Arranque del Motor)**

Cuando el conductor suelta el freno o presiona el pedal del acelerador, el sistema "Start & Stop" arranca el motor de manera instantánea para reanudar la marcha.

En algunos sistemas "Start & Stop", el motor puede tardar un breve momento en arrancar y estar en un estado de transición durante ese tiempo.

### **2.8.4 Estado Desactivado (Desactivación Manual)**

En ciertas situaciones, el conductor puede desactivar manualmente el sistema "Start & Stop" si lo considera necesario, por ejemplo, en condiciones de tráfico intenso o cuando se desea mantener el motor encendido de manera constante.

Es importante tener en cuenta que la operación y el comportamiento del sistema "Start & Stop" pueden variar según el fabricante del vehículo y el modelo específico. Algunos vehículos permiten a los conductores personalizar la configuración del sistema "Start & Stop" según sus preferencias. La finalidad principal de este sistema es reducir el consumo de combustible y las emisiones de gases contaminantes en situaciones de inactividad del motor, lo que puede ser beneficioso tanto para el medio ambiente como para el ahorro de combustible.

## Capítulo III

### Elementos Electrónico y Adaptación del Sistema al Banco de Entrenamiento

#### 3.1 Característica y Requerimiento Para el Sistema Start & Stop

Para el desarrollo y diseño del sistema Start & Stop, se implementará el proceso de ingeniería inversa utilizando componentes eléctricos y electrónicos para simular dicho sistema. A nivel general, los componentes eléctricos y electrónicos que se implementarán para la simulación del sistema Start & Stop son los siguientes: una placa microcontroladora o Arduino, que simulará el módulo de control Start & Stop de un automóvil; cinco interruptores de tipo push-pull, que simularán las directrices o comandos utilizados por el sistema Start & Stop para apagar el motor de combustión interna; y, por último, se utilizará un motor eléctrico trifásico para simular el motor de combustión interna del vehículo.

Nótese que el proyecto de titulación "Rediseño del banco de entrenamiento del sistema de carga y arranque para su implementación de los sistemas Start & Stop y carga controlada por la unidad electrónica fase II" se centra exclusivamente en la simulación del sistema Start & Stop en el banco de entrenamiento del sistema de carga y arranque proporcionado por la Escuela de Ingeniería Mecánica Automotriz de la UIDE. El rediseño y construcción del mismo estarán destinados a la fase I del proyecto.

#### 3.2 Selección y Descripción General de los Componentes del Sistema

##### 3.2.1 *Medios de Lectura y Control de Cargas*

Para la etapa de medición de los sensores y control de cargas se debe de analizar detenidamente su diferencia entre diferentes placas de Arduino y cual se ajusta mejor a lo que necesitamos. En la tabla 3 se indica una lista de los 6 modelos cada uno con sus especificaciones para tomar en cuenta una mejor decisión.

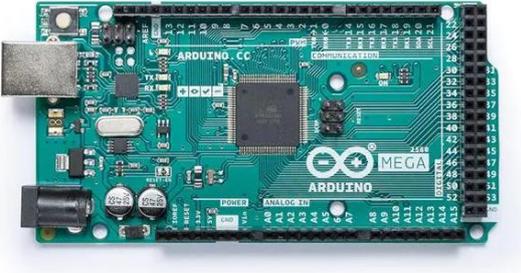
**Tabla 1***Modelos de las Placas y sus Especificaciones*

<b>Nombre</b>	<b>Procesador</b>	<b>Voltaje Operación /Entrada</b>	<b>Velocidad CPU</b>	<b>E/S Analógicas</b>	<b>E/S Digitales</b>	<b>Flash (KB)</b>
Uno	ATmega328P	5 / 7-12 V	16MHz	6/0	14/6	32
Leonardo	ATmega32U4	5 / 7-12 V	16MHz	12/0	20/7	32
101	Intel Curie	3.3 / 7-12 V	32MHz	6/0	14/4	196
Explora	ATmega32U4	5 / 7-12 V	16MHz	-	-	32
Arduino Zero	ATSAMD21G18	3.3 / 7-12 V	48MHz	6/1	14/10	256
Mega 2560	ATmega2560	5 / 7-12 V	16MHz	16/0	54/15	256

### 3.2.2 Selección de la Placa

Después de revisar la tabla previa y considerar factores como; Prestaciones, costo y requisitos para el uso, se determinó que será utilizado el Arduino Mega 2560, ya que es el más adecuado para manejar cargas pesadas tales como; El motor de arranque y el motor eléctrico. Ya que posee mayor número de pines entras/salida y memoria, por lo cual no requiere circuitos adicionales para manejar cargas de alta corriente.

**Tabla 2***Especificación del Arduino Mega 2560*

Modelo	Especificación
<p data-bbox="352 566 619 602">Arduino Mega 2560</p> 	<p data-bbox="794 427 1238 463"><b>Microcontrolador:</b> ATmega2560</p> <p data-bbox="794 481 1193 517"><b>Tensión de alimentación:</b> 5 V</p> <p data-bbox="794 535 1362 571"><b>Tensión de entrada recomendada:</b> 7-12 V</p> <p data-bbox="794 589 1150 624"><b>Límite de entrada:</b> 6-20 V</p> <p data-bbox="794 642 1241 678"><b>Pines digitales:</b> 54 (14 con PWM)</p> <p data-bbox="794 696 1123 732"><b>Entradas analógicas:</b> 16</p> <p data-bbox="794 750 1262 786"><b>Corriente máxima por pin:</b> 40 mA</p> <p data-bbox="794 804 1331 898"><b>Corriente máxima:</b> para el pin 3.3 V: 50 mA</p> <p data-bbox="794 916 1114 952"><b>Memoria flash:</b> 256 KB</p> <p data-bbox="794 969 975 1005"><b>SRAM:</b> 8 KB</p> <p data-bbox="794 1023 1023 1059"><b>EEPROM:</b> 4 KB</p> <p data-bbox="794 1077 1171 1113"><b>Velocidad de reloj:</b> 16 MHz</p>

Tomado de: <https://www.tejar.pk/arduino-mega-2560-rev3-board>

### 3.3 Diseño de Prototipo

En este apartado, se detallan los elementos particulares obtenidos a partir de la evaluación previa en la cual se identificó el componente con las cualidades requeridas. También se explican las precauciones esenciales para el diseño tanto del Software como del hardware. Esta descripción contribuirá a comprender el funcionamiento integral del sistema.

Sin embargo, antes de proceder, es imperativo adquirir una comprensión exhaustiva de los términos "Hardware Libre" y "Software Libre", dado que representan conceptos de suma importancia en el proceso de desarrollo y diseño del prototipo.

### 3.3.1 Hardware Libre

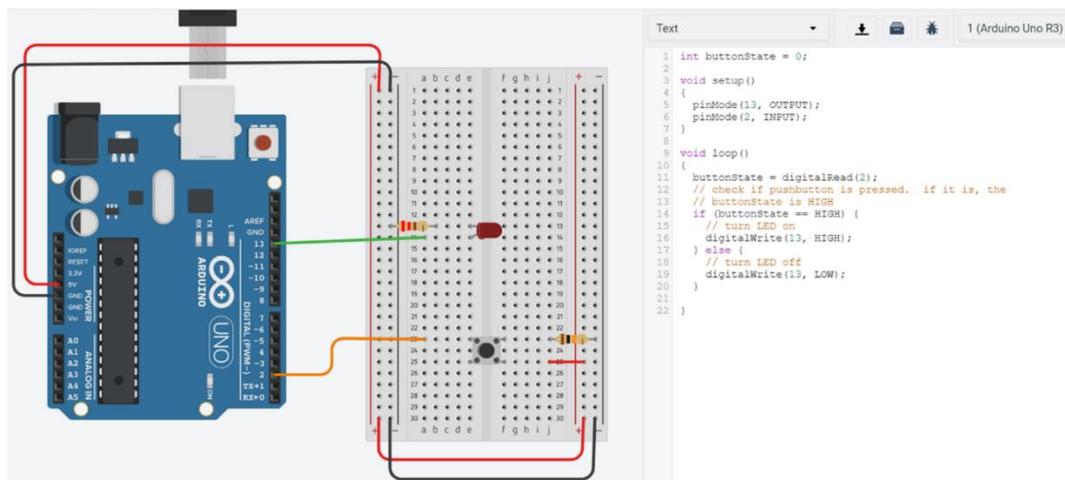
El hardware libre se trata de aparatos cuyas características y circuitos son de dominio público, por lo que cualquiera puede imitarlos. Esto significa que Arduino proporciona un marco en el que otras personas o empresas pueden construir sus propios tableros, que pueden ser diferentes entre sí, pero ambos funcionan sobre la misma base (Fernández, 2022).

### 3.3.2 Software Libre

Estos son programas de computadora cuyo código está disponible para todos, por lo que cualquier persona puede usar y modificar el código. Arduino proporciona la plataforma Arduino IDE (Entorno de desarrollo integrado). Es un entorno de programación que permite a cualquier persona crear aplicaciones para placas Arduino y ofrece todo tipo de utilidades (Fernández, 2022).

## Figura 7

### Hardware y Software



Tomado de: <https://www.tinkercad.com/projects/How-to-Teach-an-Online-Circuits-Class-With-Tinkercad>

## 3.4 Adaptación del sistema Start & Stop al banco de entrenamiento

Con base en la información presentada en el capítulo previo, en este apartado se proporcionará una descripción acerca del funcionamiento del sistema y su paso a paso en la

adaptación del sistema Start & Stop al banco de entrenamiento del sistema de carga y arranque que será desarrollado en el marco del presente proyecto.

Para garantizar que el sistema Start & Stop funcione de manera óptima y segura en un entorno de entrenamiento específico, se requieren una serie de procedimientos y ajustes técnicos para adaptarlo al banco de entrenamiento. Este proceso implica la integración de componentes electrónicos y mecánicos.

Primero, se analiza el banco de entrenamiento para determinar las características y requisitos específicos del sistema Start & Stop. La evaluación de la infraestructura eléctrica, mecánica y de control es parte vital del banco de entrenamiento.

Una vez que se han comprendido las especificaciones del banco de entrenamiento, se procede a la selección y adaptación de los componentes del sistema Start & Stop. Esto implica la incorporación de actuadores para controlar el funcionamiento del sistema en condiciones simuladas.

En simultáneo, se realizará cambios en el Software de control para incluir algoritmos de simulación y entrenamiento específicos en situaciones simuladas, estos algoritmos deben poder controlar de manera eficiente el funcionamiento del arranque y parada del motor eléctrico.

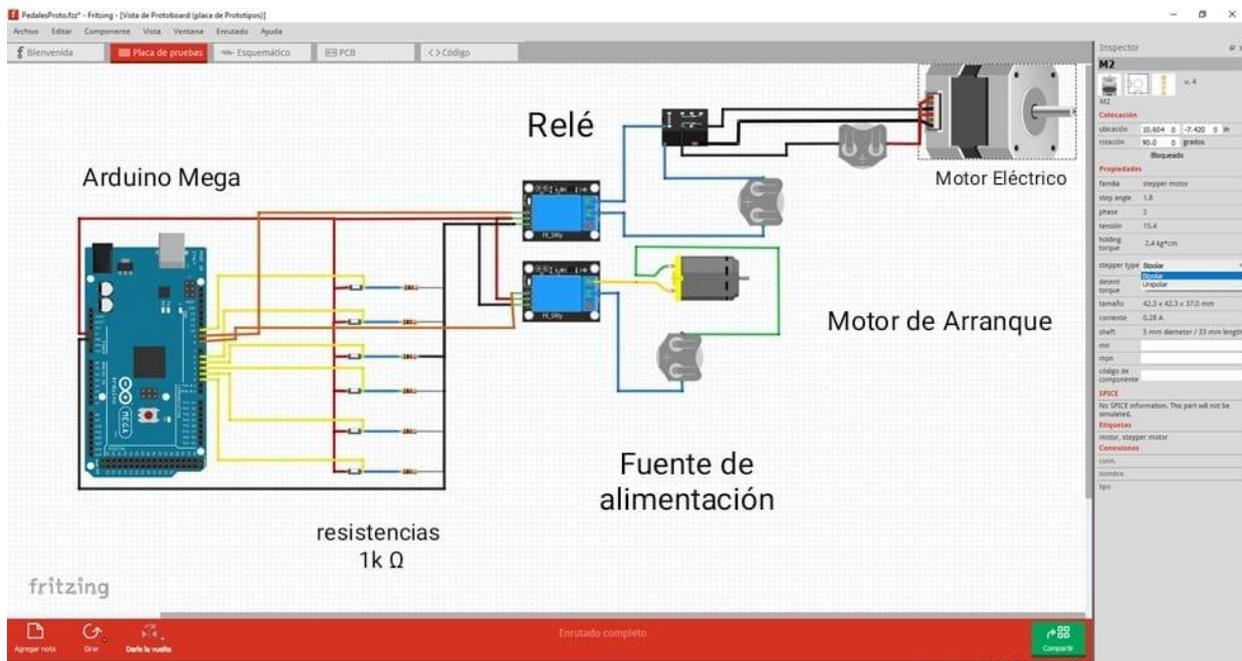
### ***3.4.1 Diseño del Circuito eléctrico***

Para la elaboración del diseño del circuito electrónico que integra el sistema Start & Stop en el banco de entrenamiento, se empleó la herramienta conocida como Fritzing. Esta herramienta actúa como un Software de diseño electrónico de código abierto lo interesante de esta herramienta es su interfaz es simple y a la vez completo, diseñada con la finalidad de simplificar la transición desde prototipados hasta productos finales. Esta aplicación está orientada para variedades de proyectos de cualquier área. Sus características incluyen la capacidad de documentar prototipos que se basan en la plataforma Arduino y de generar diagramas de circuitos impresos que pueden utilizarse en la fase de producción. Asimismo,

Fritzing es un programa gratuito que dispone de un sitio web adicional que facilita el intercambio y la discusión de esquemas y experiencias, lo que contribuye a la reducción de los costos relacionados con la fabricación.

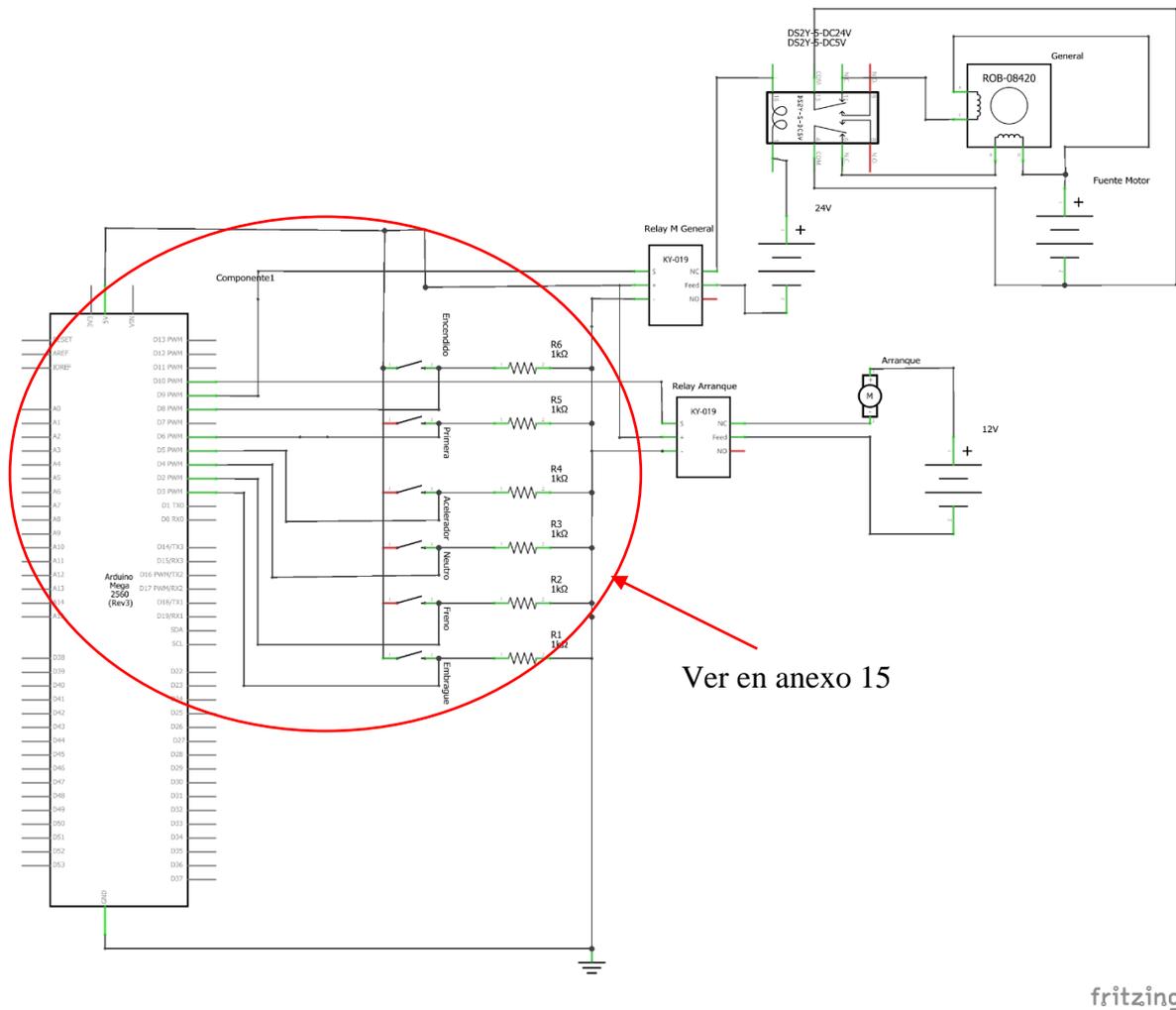
### Figura 8

#### Componentes del Sistema Start & Stop en la Placa de Pruebas



Como se logra apreciar en la figura 8 de forma gráfica los elementos que interviene para la adaptación del sistema Start & Stop al banco de entrenamiento del sistema de carga y arranque.

En el contexto del programa Fritzing, se ha implementado la disposición virtual de componentes en una Protoboard, de esta manera es posible llevar a cabo las conexiones de manera correcta y segura, lo que asegura que el proyecto funcione de manera adecuada antes de proceder con la creación de la placa de circuito impreso (PCB).

**Figura 9***Diagrama Eléctrico de los Componentes del Sistema Start & Stop*

Ver en anexo 15

Como se puede ver en la figura 9 el diagrama esquemático hecho en el programa Fritzing donde se puede apreciar cómo se conectan los diferentes componentes del circuito donde las líneas se interpreta como cables de conexión y los otros elementos que son (Arduino Mega 2560, los relés, las resistencias, la fuente de alimentación, el motor eléctrico y el motor de arranque). Los elementos mencionados se representan de manera de leyenda y se les asigna denominaciones como símbolos esquemáticos eléctricos.

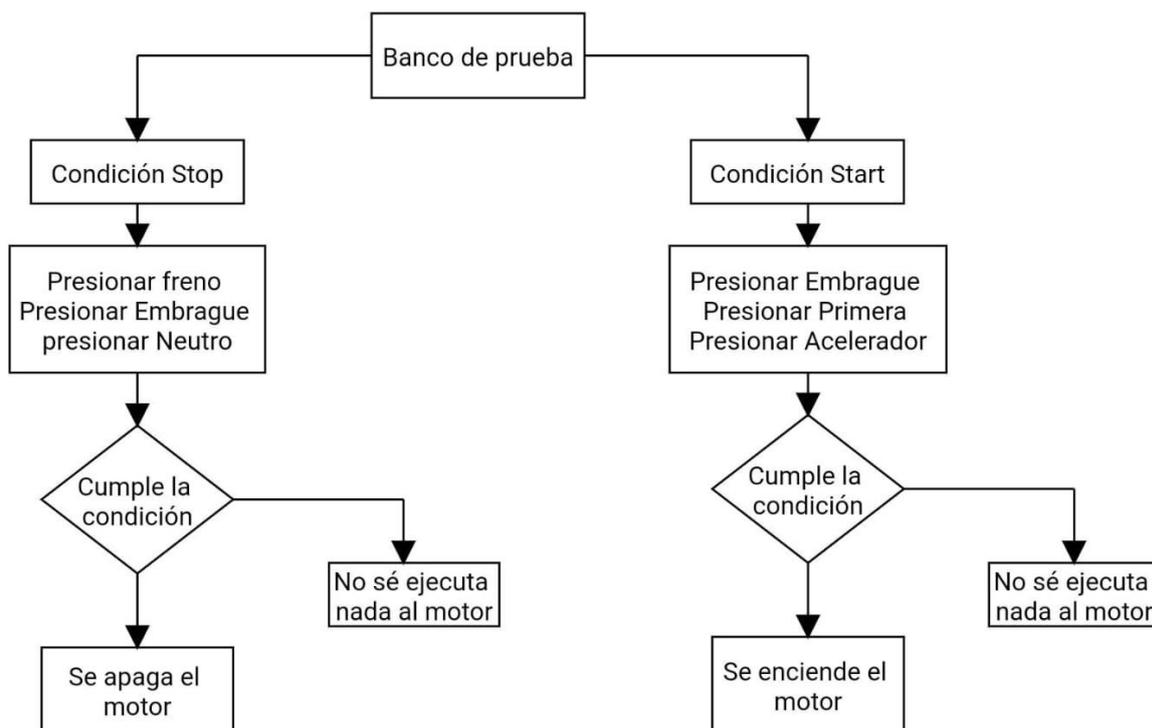
La adaptación de un sistema Start & Stop a un banco de entrenamiento puede ser un proyecto complejo y requerir conocimientos en electrónica, programación y mecánica

automotriz. También es importante considerar la seguridad en todo momento (Bonifaz, D & Vásquez, A 2017).

A continuación, se expone en la figura 10 de manera simplificada y ordenada el diagrama de bloques de operación y adaptación al sistema Start & Stop al banco de entrenamiento del sistema de carga y arranque.

**Figura 10**

*Diagrama de Bloques de Operación del Sistema*



Su funcionamiento puede simplificar teóricamente en la utilización de componentes principales. En primer lugar, tenemos en el banco de prueba para la condición Stop se acciona los botones que simulara en este caso el pedal de freno, él pedal del embrague y el cambio de marcha a neutro.

Al accionar los botones de manera sincronizada el Arduino Mega 2560 que está basado en un microcontrolador y en la cual se tiene cargado un programa específico toma decisiones de acuerdo con el programa e interactúa con los sensores y actuadores en este caso si se cumple

la condición el Arduino interactúa con el actuador que en este caso es el relevador para apagar el motor esto se simula cuando el vehículo se encuentra atascado por el tráfico o si se encuentra el semáforo en rojo.

En el banco de prueba para la condición Start es el mismo procedimiento que el de Stop solo varia los comando por lo tanto se acciona los botones que simulara en este caso el pedal del embrague, cambio de marcha a primera y el pedal del acelerador.

**Figura 11**

*Controles del Simulador Start & Stop*



El Arduino Mega 2560, que se basa en un microcontrolador, ejecuta un programa específico que ejecuta acciones en función de parámetros predefinidos al pulsar de manera coordinada los botones. Los sensores y actuadores correspondientes interactúan con esta unidad central. En el escenario mencionado, si se verifica una condición preestablecida, el Arduino activa el actuador designado, en este caso el relevador, para detener el motor. Cuando el vehículo enfrenta congestión de vehículos o cuando el semáforo muestra una señal roja, se simula esta funcionalidad.

### **3.4.2 Diseño de Hardware**

Con una comprensión precisa de los elementos que deben constituir el sistema y el propósito que debe cumplir cada uno de ellos, se procede a exponer en detalle las

particularidades y el diseño electrónico de las diversas piezas componentes del sistema que será desarrollado en el marco del presente proyecto.

### 3.4.3 Módulo de Control Electrónico

Para el diseño del módulo de control electrónico y teniendo en cuenta que se utilizara como un simulador del sistema de Start & Stop se considera apropiado utilizar la placa Arduino Mega 2560, a continuación, se presenta las características en detalle que ofrece este dispositivo.

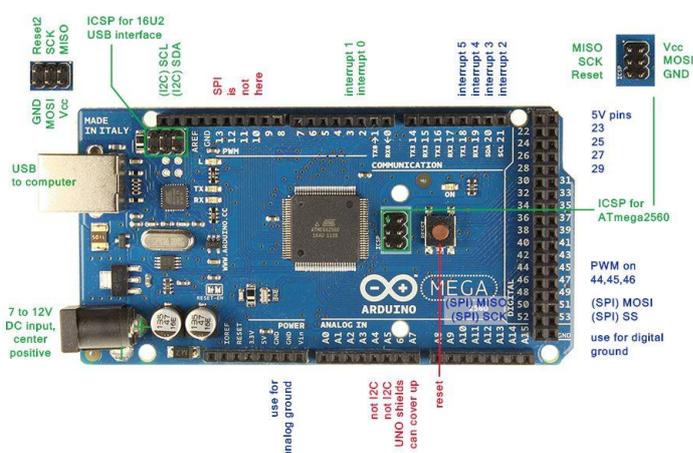
Debido a sus numerosas funciones y capacidades, Arduino Mega es uno de los microcontroladores más flexibles de la familia Arduino. Algunas de las características que lo hacen particularmente adaptable son:

Una gran cantidad de pines de E/S digitales y analógicas: Arduino Mega ofrece varias conexiones para conectar diferentes componentes electrónicos, con 54 pines digitales y 16 pines analógicos.

Una amplia gama de voltajes de entrada: Arduino Mega puede trabajar con un voltaje de entrada que va desde los 7 a los 12 voltios, lo que le permite ser utilizado con una amplia gama de fuentes de alimentación (González A. G., 2013).

## Figura 12

### Arduino Mega



Tomado de: <https://panamahitek.com/arduino-mega-caracteristicas-capacidades-y-donde-conseguirlo-en-panama/>

La programación de la placa Mega 2560 mediante el empleo del Software Arduino (IDE). Se destaca la existencia de un gestor de arranque previamente programado en el microcontrolador ATmega2560, contenido en la placa, lo que posibilita la carga de nuevo código sin la necesidad de un programador externo. La interacción se lleva a cabo por medio del protocolo original STK500 (Rumiguano et al., 2018).

#### **3.4.4 *Diseño de Software***

Para la correcta operación de simulación del sistema Start & Stop que se realizara en un microcontrolador en este caso el Arduino Mega 2560, el Software se elige una herramienta esencial y cuyo diseño adecuado es crucial para el logro del resultado final satisfactorio. Esto se debe a que el programa empleado para programar el microcontrolador permite la transmisión de comandos a los sensores y actuadores, facilitando un control exhaustivo del sistema en su totalidad.

#### **3.4.5 *Descripción General del Sistema***

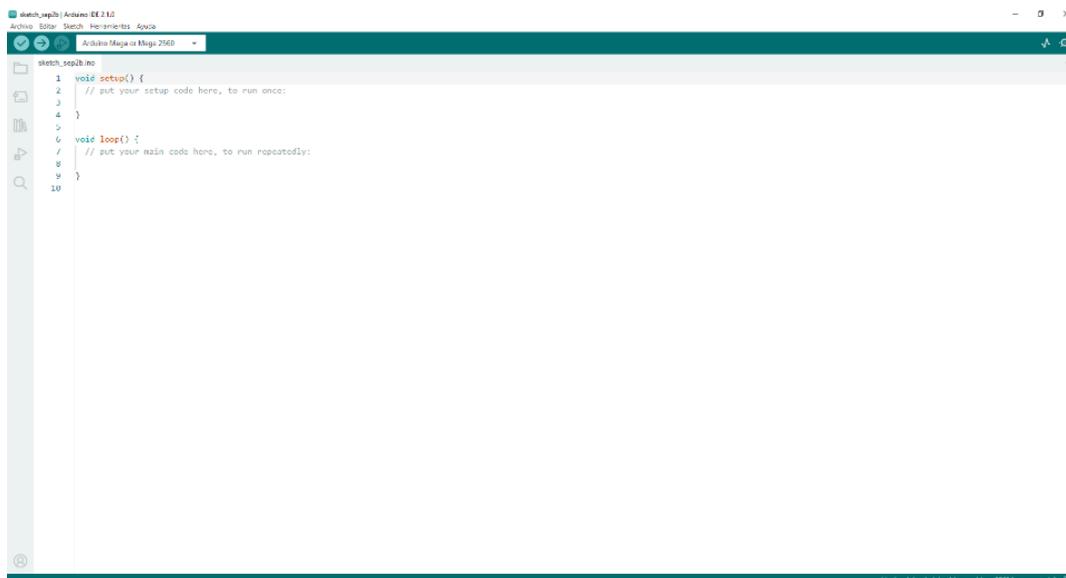
Para el desarrollo del Software, se empleó el programa Arduino IDE, seleccionado por su idoneidad tanto para principiantes como para usuarios experimentados. Para la creación, adaptación o edición de códigos Arduino, existen diversas herramientas disponibles. No obstante, la opción más reconocida es el Software Arduino IDE.

Este Software brinda la capacidad de programar dispositivos de hardware Arduino de manera natural. Su potencial más destacado radica en su capacidad de adaptarse a múltiples contextos, ya que permite la programación de la mayoría de las placas disponibles en el mercado. Además, Arduino IDE cuenta con un respaldo considerable de la comunidad, la cual contribuye continuamente con nuevo material, contenido educativo y respuestas a preguntas planteadas. En línea, se puede acceder a diversos cursos, tutoriales, recursos de consulta y proyectos relacionados con esta herramienta.

La programación de la plataforma Arduino se lleva a cabo a través de un lenguaje específico que guarda similitudes con el lenguaje C++, ampliamente utilizado en el ámbito informático. El lenguaje de Arduino Uno se puede desglosar en tres componentes principales: las estructuras, los valores que incluyen variables y constantes, y las funciones. Es importante destacar que el lenguaje de Arduino es compatible con todas las funciones del estándar C, además de algunas funcionalidades de C++. A continuación, se presenta un resumen que abarca la estructura y la sintaxis característica del lenguaje Arduino.

### Figura 13

#### *Barra de Herramienta del Sketch de Arduino IDE*



En la figura 13, se presenta como documento en blanco el entorno de desarrollo del Software Arduino IDE en la cual se va a escribir el código del programa además de su barra de herramienta que nos da acceso a una serie de menús un ejemplo es el editor de texto donde escribiremos el código del programa al abrir Sketch de Arduino IDE siempre no va a mostrar void setup() y void loop().

**Figura 14***Escritura del Código del Programa para la Adaptación del Sistema Start & Stop*

```

1  //
2
3  #include <Arduino.h>
4
5  // Definición de pines de salida
6  // Definición de pines de entrada
7
8  int BtnFreno=0;
9  int BtnEmbrague=0;
10 int BtnNeutro=0;
11 int BtnAcelerador=0;
12 int BtnPrimera=0;
13 int BtnEncendidoSistema=0;
14 int BtnApagadoSistema=0;
15 int ReléMotorArranque=0;
16 int ReléEstadoSolido=0;
17 String EstadoMotor="Sin Estado";
18 String EstadoSistema="Apagado";
19
20
21
22 void setup() {
23   Serial.begin(9600);
24   pinMode(2, INPUT);
25   pinMode(3, INPUT);
26   pinMode(4, INPUT);
27   pinMode(5, INPUT);
28   pinMode(6, INPUT);
29
30   pinMode(8, OUTPUT);
31   pinMode(9, OUTPUT);
32
33   pinMode(10, INPUT);
34
35 }
36
37 void loop() {
38   BtnFreno = digitalRead(2);
39   BtnEmbrague = digitalRead(3);
40   BtnNeutro = digitalRead(4);
41   BtnAcelerador = digitalRead(5);
42   BtnPrimera = digitalRead(6);
43   BtnEncendidoSistema = digitalRead(10);
44
45
46
47

```

Como podemos apreciar en la figura 14, la escritura Código del Programa para la Adaptación del sistema Start & Stop en la cual se puede apreciar algunas funciones como (int, void setup y void loop) debido a las innumerables funciones que se tiene al programar nos enfocaremos en las tres mencionada para describir el programa que se realizó para la adaptación del sistema.

La función int nos permite representar números enteros en este caso se puede apreciar que los componentes que interviene en nuestra adaptación del sistema Start & Stop están almacenado en el estado definiendo las variables asignando en 0.

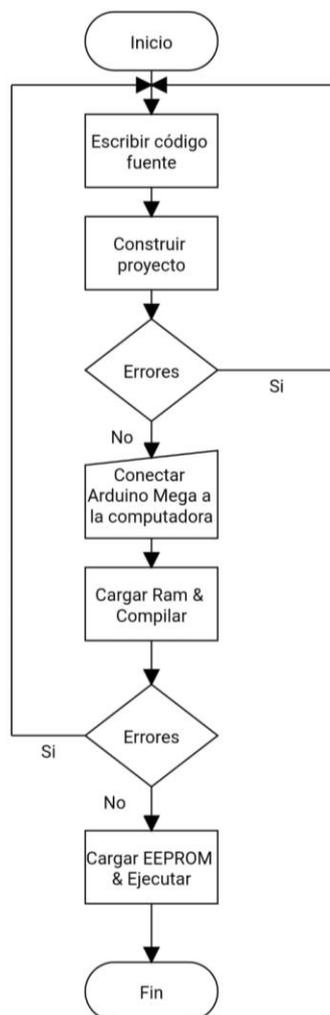
La función void setup se utiliza para configurar la comunicación con nuestro equipo, con el constante tipo entero usado en un sketch del programa Arduino IDE en este caso se puede visualizar que se declara cada pin de nuestro Arduino Mega 2560 como su entrada y salida.

La función void loop se introduce el programa que queremos ejecutar dentro de la placa de Arduino en este caso se puede apreciar la lectura del estado de las asignaciones de los botones que simulara el freno, embrague, posición neutral, etc.

Como podemos observar en la figura 15, un resumen que ilustra las diferentes etapas involucradas en el proceso de desarrollo y puesta en marcha del Software utilizando el entorno Arduino IDE. Este proceso se ejecuta en la placa Arduino Mega 2560, abarcando desde la creación del código hasta su transferencia a la placa y posterior ejecución.

**Figura 15**

*Etapas de Desarrollo e Implementación del Software*



### 3.4.6 Descripción del Programa Principal

El funcionamiento general se resume en dos partes la primera para el sistema Stop y la segunda para el sistema Start.

Para el sistema Stop se realiza el accionamiento mediante los botones de mando ubicados en el banco de entrenamiento los cuales simulara el sistema Start & Stop, los botones

accionados están asignados a la placa de Arduino Mega 2560 la cual tiene cargado el programa para la toma de lectura y posterior interacción del actuador.

Al accionar los botones de manera sincronizada asignados con el numero para pedal del freno (2 Entrada Digital), Pedal del embrague (3 Entrada Digital) y palanca de cambio en neutro (4 Entrada Digital) el programa cargado lo interpreta indicando que en modo simulación que el vehículo se encuentra detenido por el tráfico o si se encuentra el semáforo en rojo y toma decisión de comunicarse con el actuador en este caso el relevador para apagar el motor.

Para el sistema Start se realiza accionando los botones de manera sincronizada los numero asignados son pedal de embrague (3 Input Digital), palanca de cambio de marcha a primera (6 Input Digital) y pedal de acelerador (5 Input Digital) el programa cargado lo interpreta indicando que en modo simulación que el vehículo se encuentra saliendo en movimiento por el tráfico o si se encuentra el semáforo en verde y toma decisión de comunicarse con el actuador en este caso el relevador para encender el motor.

**Tabla 3**

*Asignación de Puerto*

# Puerto Arduino	Tipo Arduino	Tipo	Función Asignada
Mega	Mega		
2	Digital	Entrada (Input)	Freno
3	Digital	Entrada (Input)	Embrague
4	Digital	Entrada (Input)	Neutro
5	Digital	Entrada (Input)	Acelerador
6	Digital	Entrada (Input)	Primera
10	Digital	Entrada (Input)	Encendido del sistema
8	Digital	Salida (Output)	Arranque
9	Digital	Salida (Output)	M. General

## Capítulo IV

### Implementación, Ensamblaje de Partes y Pruebas

#### 4.1 Instalación del Sistema

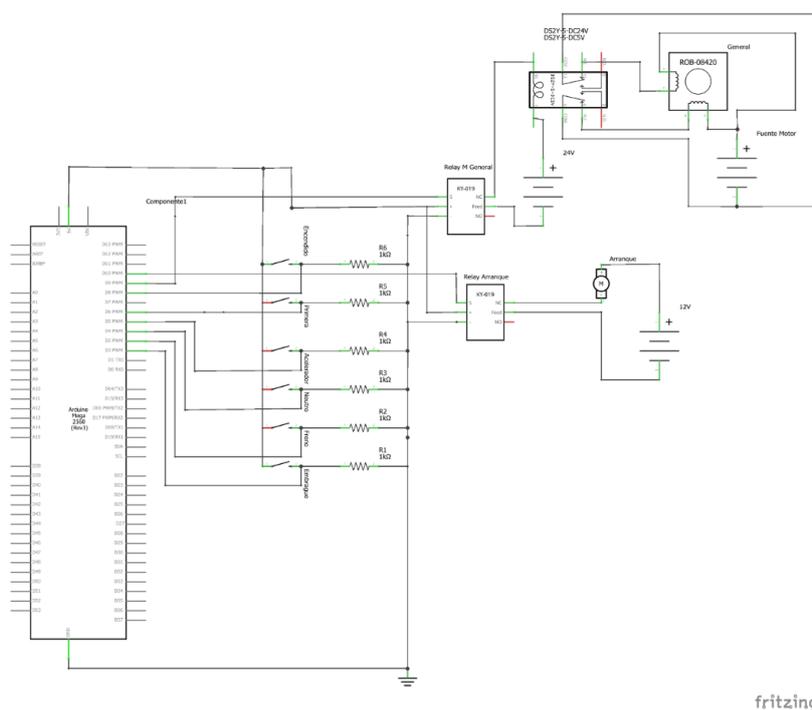
En esta sección, se presenta una descripción del esquema de interconexión entre los diversos componentes y el sistema del microcontrolador Arduino Mega 2560. Además, se aborda el proceso de integración y conexión tanto con el motor de arranque como con el motor eléctrico, adaptándolos al banco de entrenamiento.

##### 4.1.1 Diagrama de Conexión y Ensamblaje del Sistema

Basándose en las consideraciones analizadas en el capítulo 3 con respecto al diseño del hardware, como se puede apreciar en la figura 16 exhibe el esquema general del circuito del sistema. Es importante destacar que en la figura siguiente se proporciona un desglose de cómo se conectan los componentes a la placa Arduino Mega 2560 y no se aborda el circuito interno en sí.

**Figura 16**

*Esquema General del Sistema Start & Stop*



Ver Anexo 1 el Esquema General del Sistema Start & Stop

El esquema general del sistema desarrollado en este proyecto involucra varios circuitos, los cuales se describen a continuación: En primer lugar, el circuito de alimentación se configura de la siguiente manera: todo el sistema recibe energía a través del puerto mini USB de la placa Arduino Mega 2560.

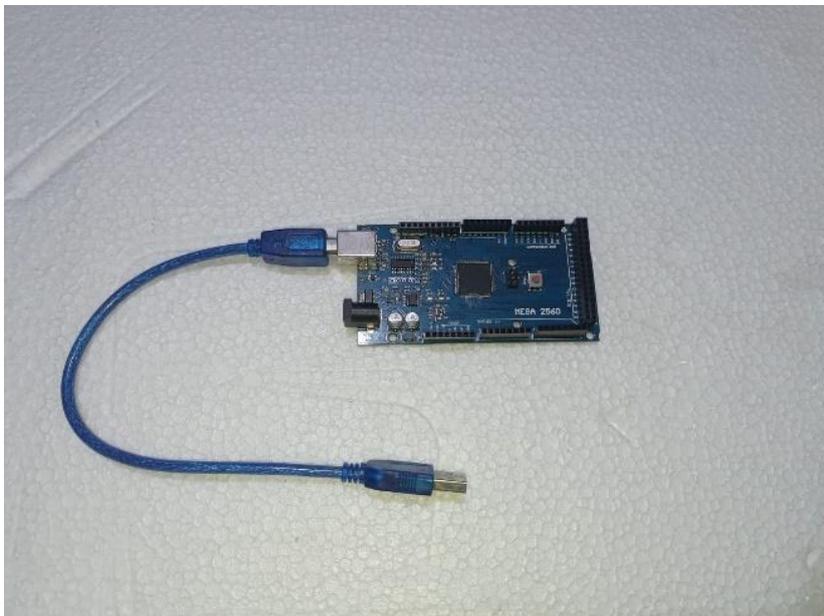
La fuente de alimentación de 5 voltios y el punto de masa (GND) son compartidos tanto por el relé modelo JQC-3FF-S-Z de 5 voltios, utilizado para el motor de arranque, como por otro relé de igual modelo empleado para el motor eléctrico (ver figura 8).

Además, la baquelita en la que está integrada la resistencia del circuito y los botones de control para simular el Sistema Start & Stop obtiene su alimentación a partir de los puntos de acceso de 5 voltios y GND disponibles en la placa Arduino Mega.

Se procederá a una descripción detallada y visual en pasos sucesivos con el objetivo de mejorar la comprensión y proporcionar un conocimiento más profundo acerca de la disposición física de los componentes involucrados en el Sistema Start & Stop.

### **Figura 17**

*Visualización de la Placa y Conexión USB*

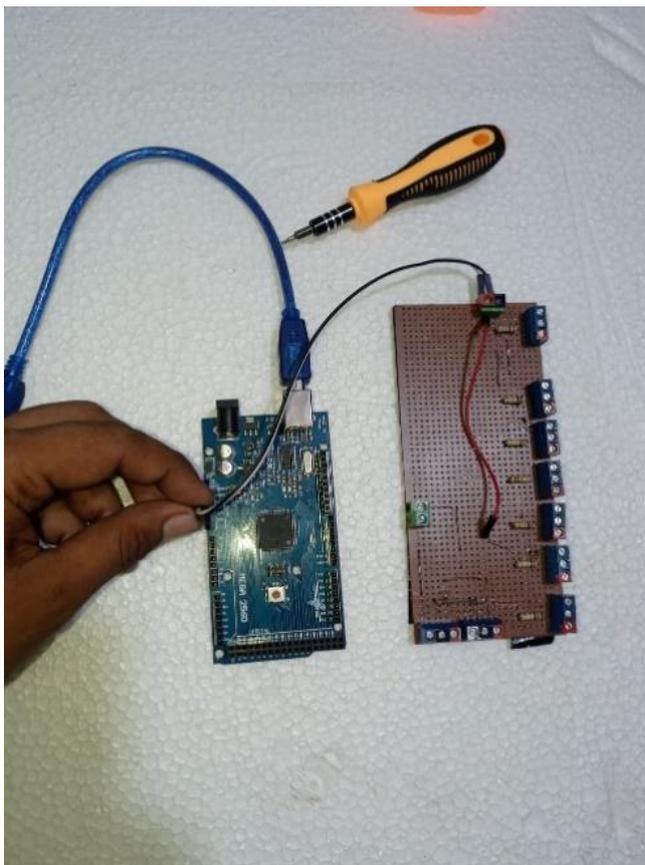


Ver en Anexo 2 Diagrama de la Placa

La Figura 17 muestra la placa Arduino Mega 2560 junto con su puerto USB. Es importante destacar que la placa puede ser alimentada tanto a través de la conexión USB como mediante una fuente de alimentación externa. La placa seleccionará automáticamente la fuente adecuada. Es relevante mencionar que la placa Arduino Mega 2560 es capaz de operar con un suministro externo en un rango de voltaje que oscila entre los 6 y los 20 voltios.

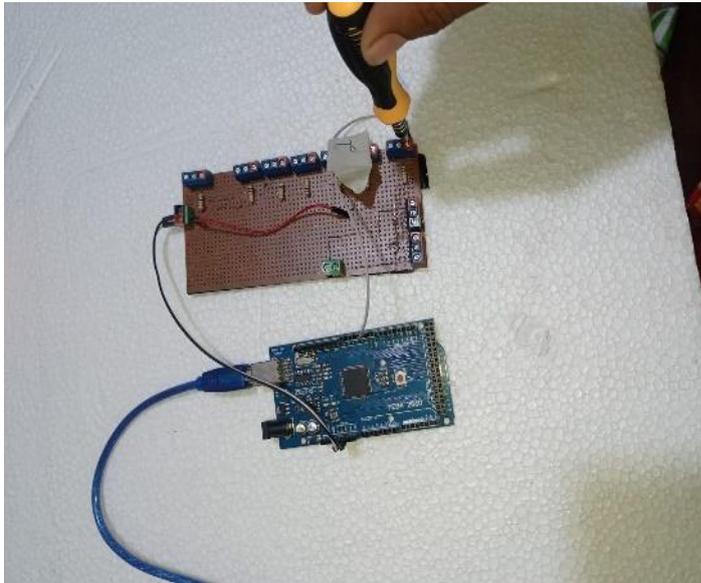
### **Figura 18**

*Visualización de Baquelita y su Conexión*



Ver en anexo 3 Diagrama Baquelita y su Conexión

En la Figura 18, se presenta la conexión de los puertos GND y 5V de la placa Arduino Mega. Estos puertos se utilizan posteriormente para suministrar energía a los componentes que forman parte de la baquelita.

**Figura 19***Conexión del Puerto N.º 2 PWM a la Baquelita*

Ver en anexo 4 Diagrama de Conexión del Puerto N.º 2 PWM a la Baquelita

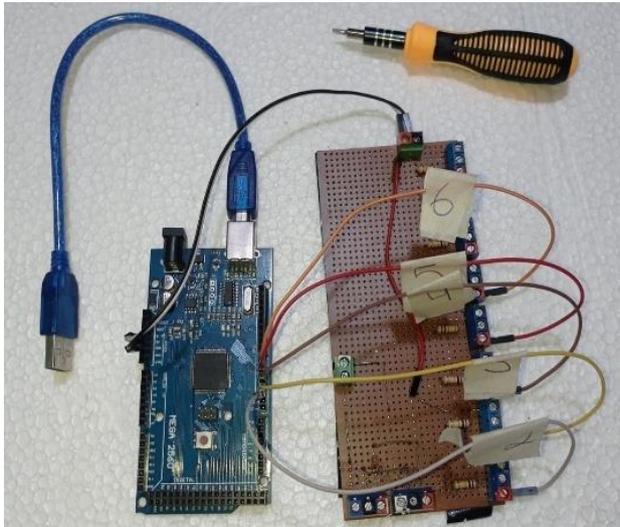
En la figura 19, se ilustra la interconexión entre el puerto PWM número 2 de la placa Arduino Mega y la baquelita. Es importante destacar que este puerto se designará como el controlador del freno para la botonera.

En la figura 20, se muestra la totalidad de la interconexión de los puertos PWM de la placa Arduino Mega 2560 hacia la baquelita, cada uno de ellos identificado con un número correspondiente para su asignación.

- N°3 = (Embrague)
- N°4 = (Neutro)
- N°5 = (Acelerador)
- N°6 = (Primera)
- N°2 = (Freno)

**Figura 20**

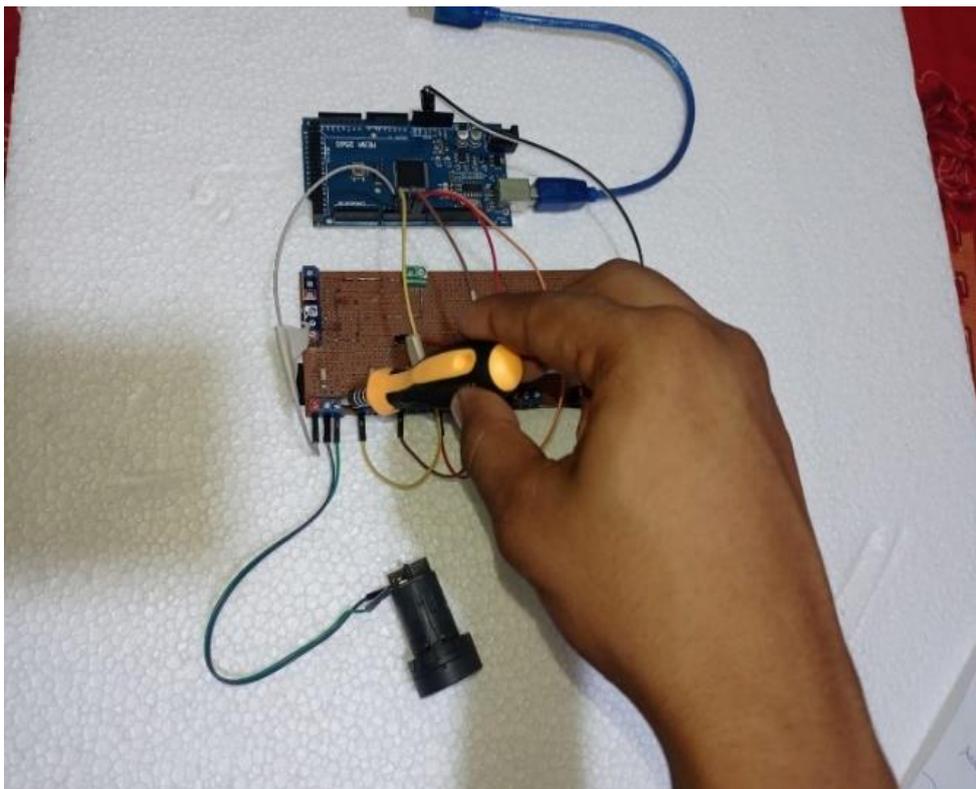
*Visualización Total de Conexión de los Puertos PWM*



Ver en anexo 5 Diagrama Total Conexión de los Puertos PWM

**Figura 21**

*Conexión de los Botones del Simulador*

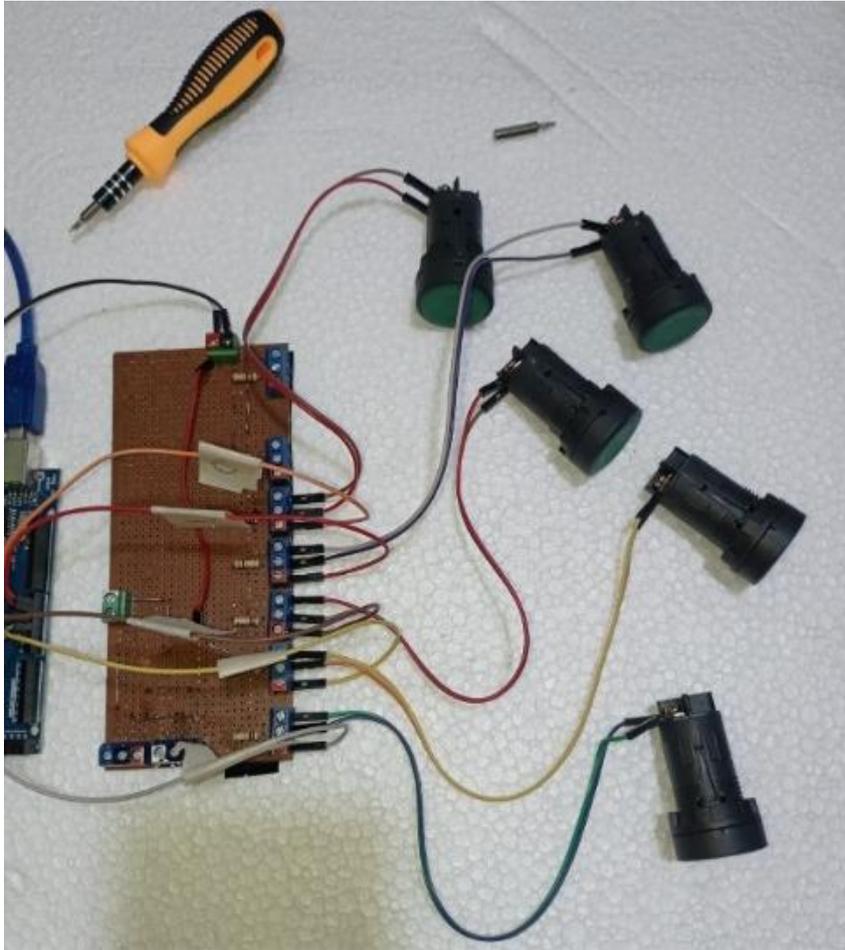


Ver en anexo 6 Diagrama Conexión de los Botones del Simulador

En la figura 21 se visualiza la conexión y el ajuste del tornillo del primer botón del puerto 2 de la placa de Arduino Mega 2560 a la baquelita posteriormente mencionada en las figuras anteriores como freno.

### **Figura 22**

*Visualización Total de Conexión de la Botonera*

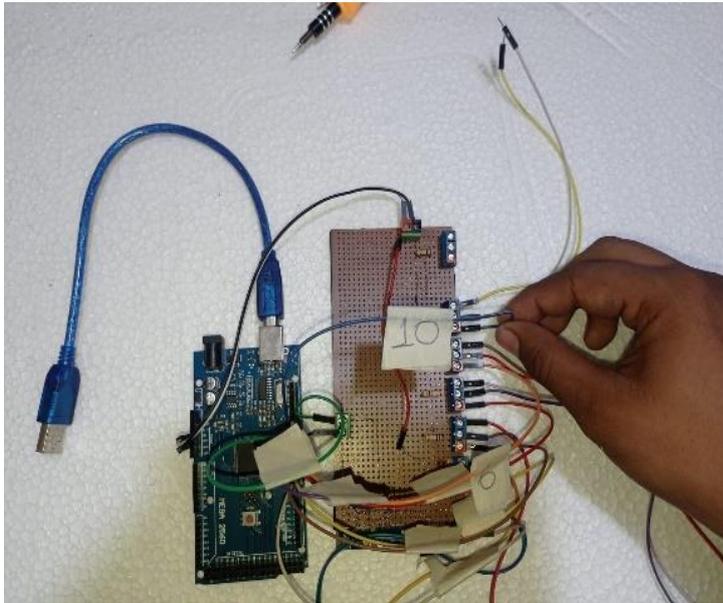


Ver en anexo 7 Diagrama Total de Conexión de la Botonera

En la figura 22 se visualiza el acoplamiento total de los botones conectados a cada puerto asignado de la placa Arduino Mega a la baquelita.

**Figura 23**

*Conexión del Puerto N.º 10 PWM a la Baquelita*

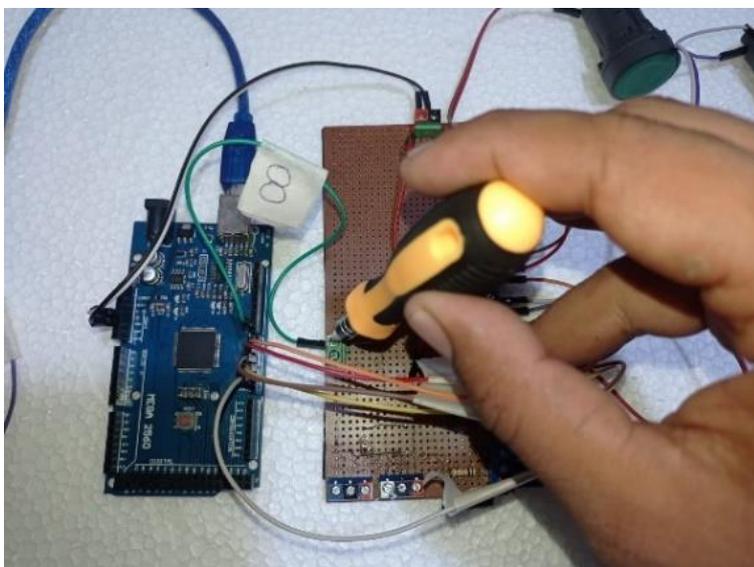


Ver en anexo 8 Diagrama de Conexión del Puerto N.º 10 PWM a la Baquelita

En la figura 23, se visualiza la conexión entre el puerto PWM número 10 de la placa de Arduino Mega y la baquelita correspondiente, identificado como encendido del sistema.

**Figura 24**

*Conexión del Puerto N.º 8 PWM a la Baquelita*

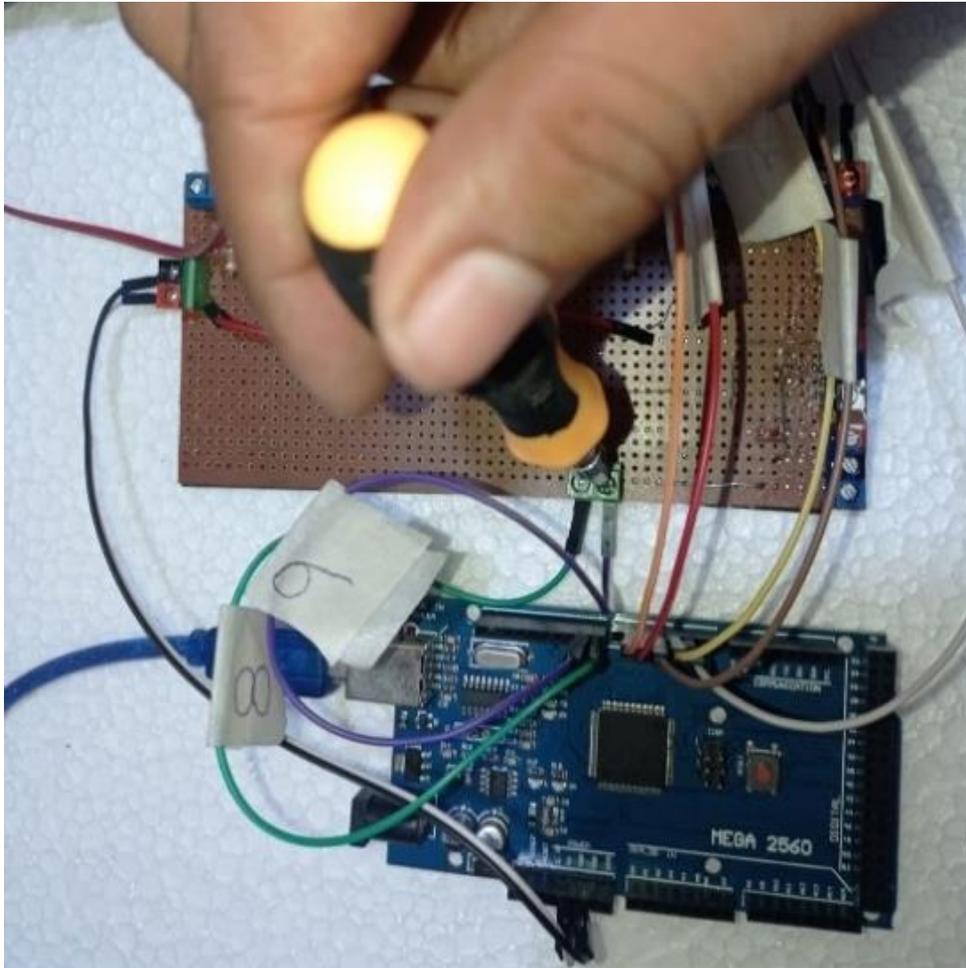


Ver en anexo 9 Diagrama Conexión del Puerto N.º 8 PWM a la Baquelita

En la figura 24, se ilustra la conexión entre el puerto PWM número 8 de la placa Arduino Mega y la baquelita identificada con el mismo número, que sirve como salida para el motor de arranque.

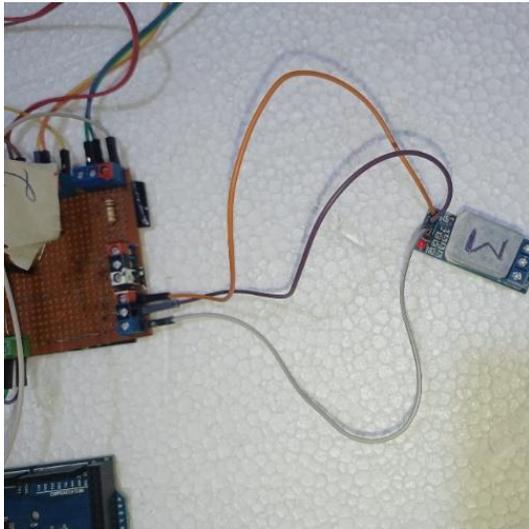
### **Figura 25**

*Conexión del Puerto N.º 9 PWM a la Baquelita*



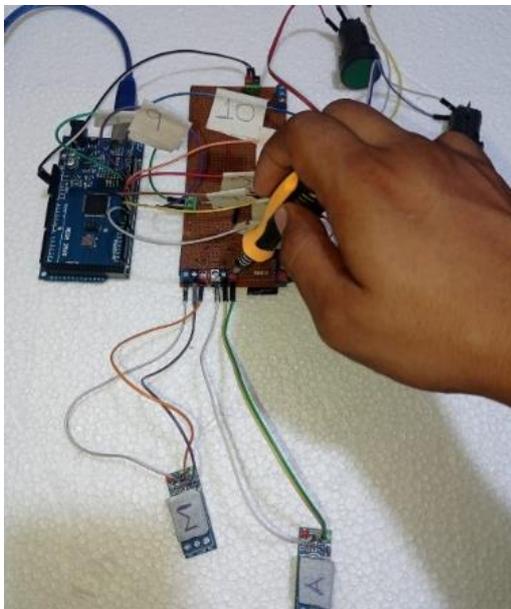
Ver en anexo 10 Diagrama Conexión del Puerto N.º 9 PWM a la Baquelita

En la figura 25, se representa la interconexión entre el puerto PWM número 9 de la placa de Arduino Mega y la baquelita correspondiente, que esta etiquetada con el mismo número y funciona como la salida para el motor eléctrico.

**Figura 26***Conexión del Relé del Motor Eléctrico*

Ver en anexo 11 Diagrama Conexión del Relé del Motor Eléctrico

En la figura 26, se visualiza la conexión del módulo del relé del motor eléctrico hacia la baquelita tomando en cuenta la correcta etiqueta de los pines Vcc (voltaje de operación del relé) GND (señal negativa) IN (señal).

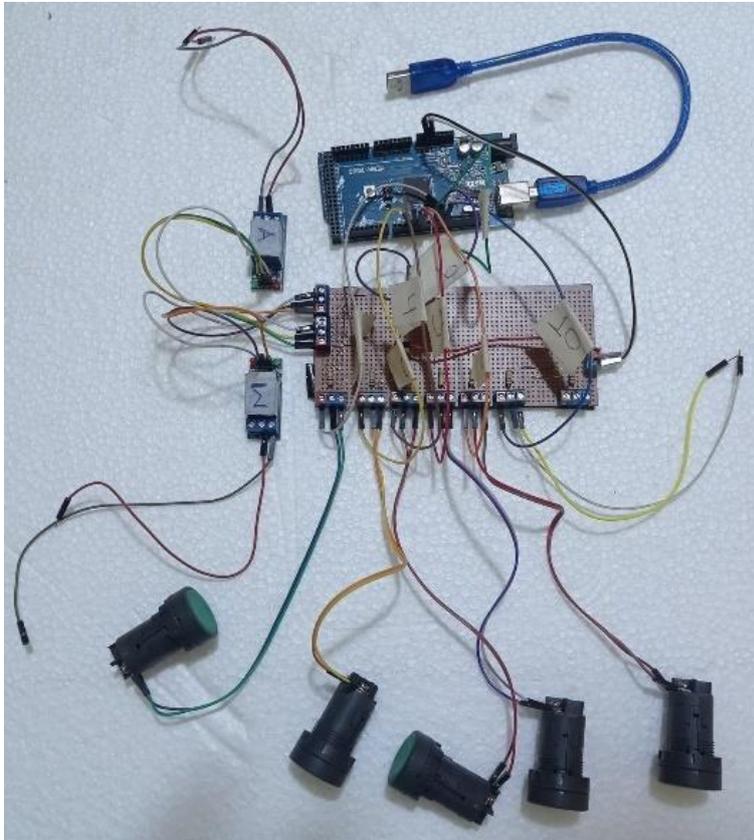
**Figura 27***Conexión del Relé del Motor de Arranque*

Ver en anexo 12 Diagrama Conexión del Relé del Motor de Arranque

En la figura 27, se visualiza la conexión del módulo del relé del motor arranque hacia la baquelita tomando en cuenta su etiqueta.

### Figura 28

#### *Distribución Física Total de los Elementos del Sistema*



Ver en anexo 13 Diagrama Total de los Elementos del Sistema

En la figura 28 se puede visualizar todo el circuito y sus componentes que ha intervenido en la cual está conformado por el Arduino Mega 2560, una baquelita, cables jumper, 5 botón pulsador, 2 módulo d relé 10A 5 VDC 7 resistencia de 10k Ohms.

## 4.2 Diseño Digital de Circuito Impreso

Después de completar la simulación y verificación de los circuitos electrónicos en la placa destinada para la adaptación y simulación del sistema Start & Stop, llega el momento de llevar a cabo el diseño digital de los circuitos impresos. Estos circuitos impresos servirán como la base para la fabricación de las placas electrónicas. Para realizar este proceso, emplearemos

un Software especializado, en nuestro caso, el programa PROTEUS 7 Professional. Este programa cuenta con una herramienta específica para el diseño de los circuitos impresos, conocida como ARES 7 Professional.

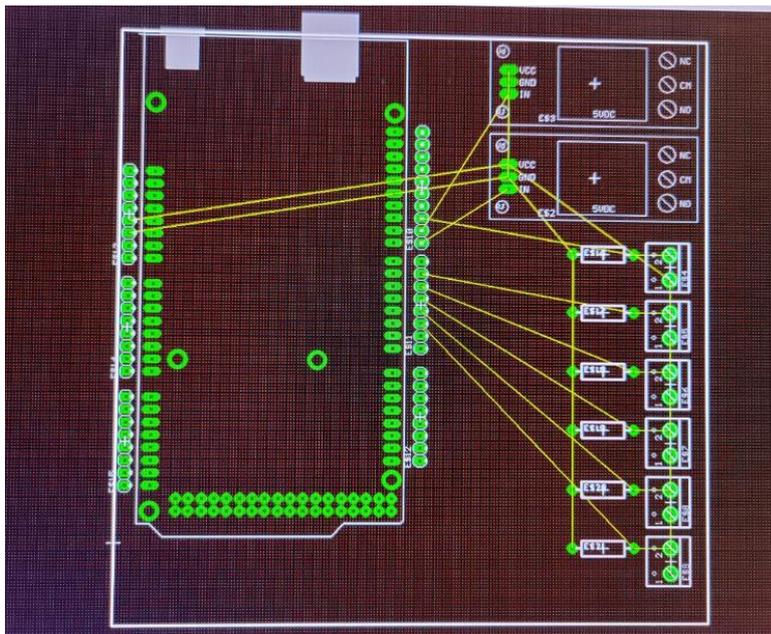
#### 4.2.1 *Circuito Impreso de la Placa del Sistema Start & Stop*

El material baquelita designado para el Sistema Start & Stop se encargará de albergar los componentes necesarios, incluyendo la resistencia pertinente, el módulo de relay y la placa base del microcontrolador, basada en el ATmega2560. Estos elementos se ubicarán en las posiciones óptimas dentro de la estructura del diseño, considerando las necesidades específicas de la disposición de las salidas respectivas del microcontrolador.

Después de completar el circuito eléctrico correspondiente mediante el uso de Software especializado, el diseño final se presenta en la siguiente imagen.

**Figura 29**

*Diseño Final del Circuito Impreso de la Placa del Sistema Start & Stop*



La Tabla 6 contiene una lista de los componentes electrónicos que se emplearán para construir esta placa.

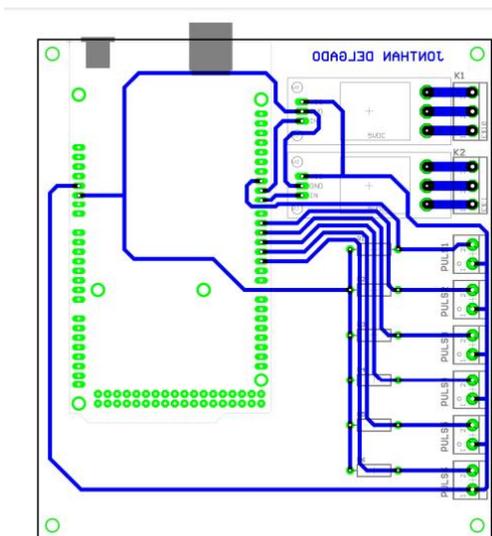
**Tabla 6***Elementos Electrónicos Utilizados en el Sistema Start & Stop*

<b>Elemento</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Característica</b>
Arduino Mega 2560	1	Placa Microcontroladora
Módulo Relay	2	JQC-3FF-S-Z
Resistencia	6	1 K $\Omega$
Bornera	2	3 salidas
Bornera	6	2 salidas
Regleta Simple	50	Rectos Macho

### 4.3 Elaboración de Placas Electrónicas

Después de finalizar la etapa de diseño digital de los circuitos impresos de las placas electrónicas, se procede a desarrollar la elaboración de la placa. Los pasos a seguir son básicos y se realizan sin mayores inconvenientes.

- Verificar el funcionamiento virtual del circuito mediante el *Software* (EAGLE).
- Transferir la impresión del circuito al papel utilizando tinta en polvo.
- Aplicar calor para fijar el circuito en la baquelita.
- Sumergir la placa en una solución de cloruro férrico y agua.
- Sostener la inmersión hasta que el circuito quede integrado en la baquelita.
- Realizar perforaciones en la baquelita en las ubicaciones de los componentes electrónicos.
- Conectar los elementos a la baquelita mediante soldadura con cautín.
- Recortar los extremos sobresalientes.

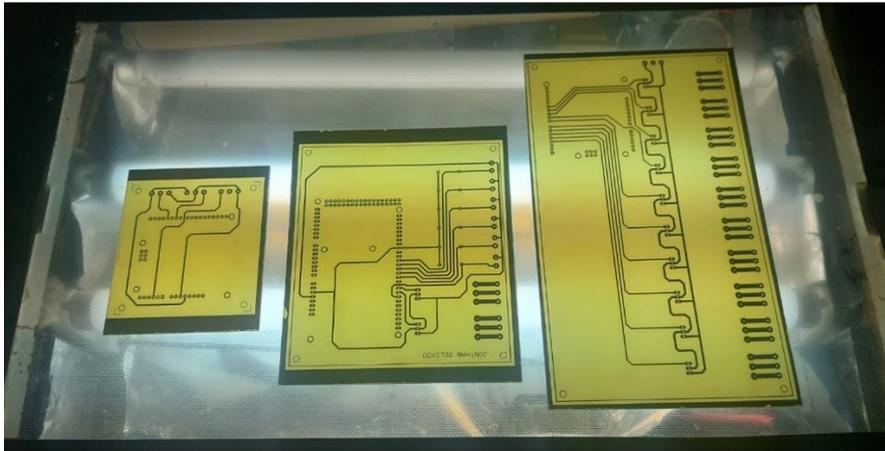
**Figura 30***Corte de la Plancha de la Baquelita***Figura 31***Diseño de Pista del Sistema a través del Software Eagle*

En las figuras 31 y 32 se muestra el procedimiento para la creación de las placas. Este proceso implica imprimir el diseño de manera lo más oscura posible, de modo que, al ponerlo contra la luz, impida el paso de esta. Las placas de baquelita deben ser recortadas previamente según las dimensiones de los circuitos impresos y deben limpiarse con un desengrasante. Esto

facilita la adhesión del circuito que se va a transferir y se verifica que no haya cortes en las pistas.

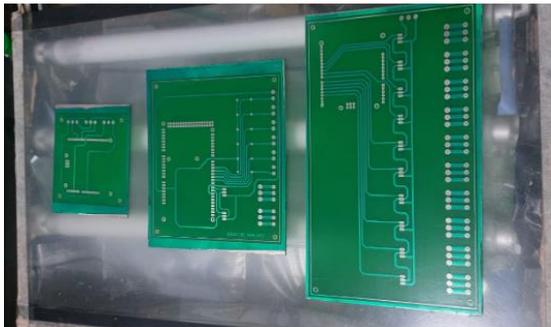
**Figura 32**

*Placa del Circuito Impreso en Fresado CNC*



**Figura 33**

*Placa Sumergida a Estaño Líquido*



La figura 33 muestra la placa del circuito impreso finalizada, creada mediante la técnica de fabricación de circuitos impresos mediante fresado CNC. Esta placa incluye una delgada capa de cobre conductor en una de sus caras. En la figura 33, se ilustra el proceso de revelado en la baquelita de fibra de vidrio, utilizando la máscara UV antisoldante y sumergiéndola en estaño líquido.

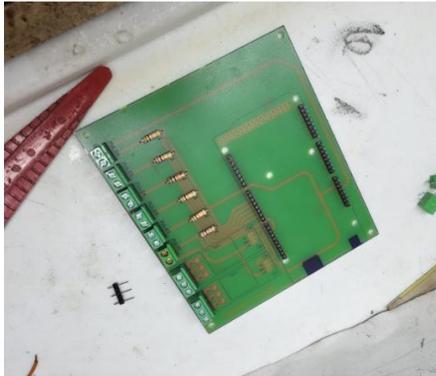
#### **4.3.1 Montaje de Componentes Electrónicos**

Después de concluir las fases previas, se procedió al ensamblaje de los componentes electrónicos asociados a cada placa, fijándolos mediante soldaduras de estaño. En este paso, es

esencial tener en cuenta que algunos elementos, como el Módulo Relay y el Arduino Mega 2560, son particularmente delicados, por lo que observar la posición correcta para soldarlos en las placas es fundamental.

### **Figura 34**

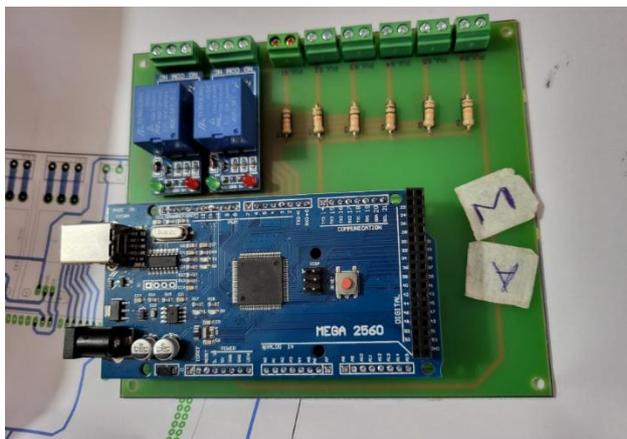
*Colocación de los Componentes Electrónicos*



Una vez que cada componente ha sido fijado con las soldaduras, es esencial examinar minuciosamente cada punto de soldadura para garantizar la ausencia de conexiones que puedan provocar cortocircuitos. También se debe verificar con atención si la cantidad de soldadura es apropiada y si el componente está asegurado de manera precisa. Cualquier posible defecto que se identifique debe ser corregido antes de activar las placas recién ensambladas.

### **Figura 35**

*Montaje de los Componentes Electrónico en los Circuitos Impreso*



#### 4.4 Construcción de Base de los Componentes del Sistema *Start & Stop*

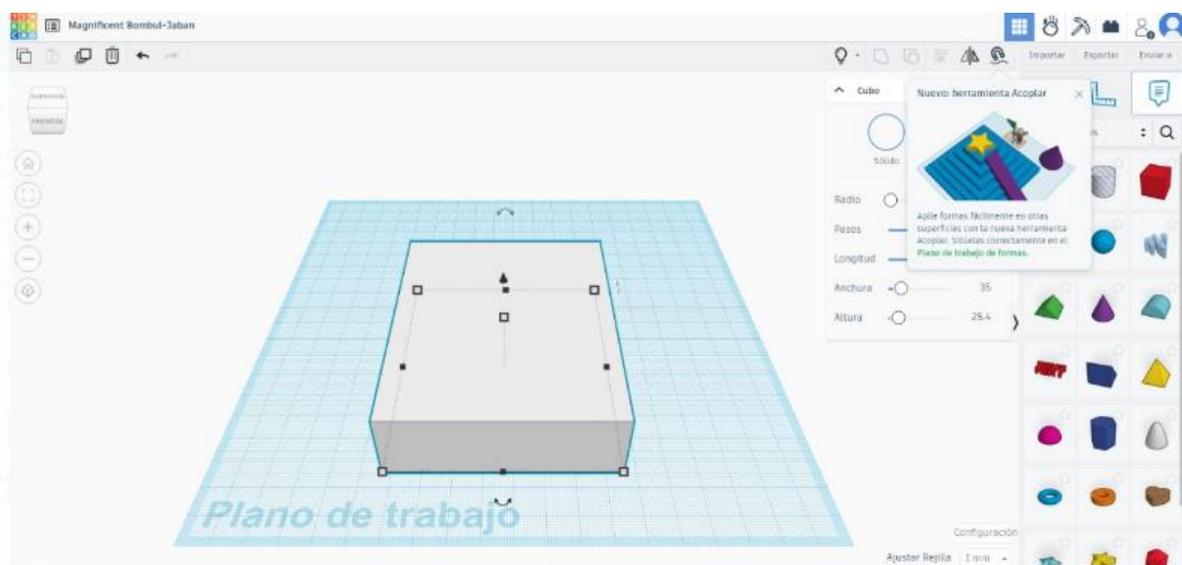
Para albergar todos los componentes diseñados para el sistema *Start & Stop* es imprescindible disponer de una base. Esta base debe contener y proteger todos estos elementos, asegurando su estabilidad. Además, este conjunto debe incluir elementos visuales y de verificación, permitiendo el acceso a los arneses de comunicación. Estos arneses, a su vez, deben proporcionar acceso a todos los controles físicos necesarios para operar el banco de entrenamiento del sistema de Carga y Arranque.

##### 4.4.1 Dimensiones

Para abordar lo mencionado anteriormente, es esencial tener en cuenta las dimensiones finales alcanzadas por las placas diseñadas, así como su tamaño, el espacio necesario para las conexiones, las dimensiones de los conectores y los elementos visuales que se planea incorporar en este conjunto. La intención es lograr una representación visual que demuestre claramente todos los componentes del Sistema *Start & Stop* y permita un fácil acceso. Considerando estos datos, se llevó a cabo el diseño utilizando el programa Tinkercad, proyectando un esquema que cumple con los requisitos previamente mencionados.

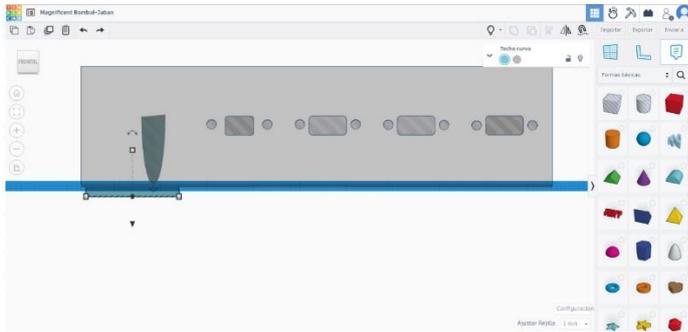
#### Figura 36

*Dimensiones de la Base para el Sistema Start & Stop*



### Figura 37

#### *Distribución de Componentes Externo del Sistema Start & Stop*



En la Figura 36 se exhibe la configuración otorgada a la base que alojará todos los componentes electrónicos, en este caso, se eligió modelarla en forma de caja. Se destaca que se han planificado las aberturas para los componentes externos, junto con sus perforaciones, especificando las dimensiones y la ubicación precisa. Esto se realiza con la finalidad de distribuir de manera efectiva los puntos de verificación de señales de nuestro sistema Start & Stop.

#### **4.4.2 Construcción**

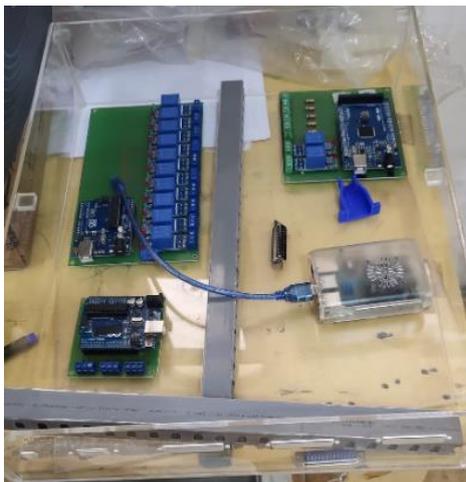
En la fabricación de la estructura, se empleó una lámina de acrílico transparente de 3 cm de grosor, con una anchura de 35 cm y una altura de 43 cm. La Figura 37 muestra que los componentes de nuestro sistema *Start & Stop* se encuentran en conformidad con las dimensiones predefinidas en el capítulo anterior.

**Figura 38**

*Diseño de Caja del Sistema Start & Stop*

**Figura 39**

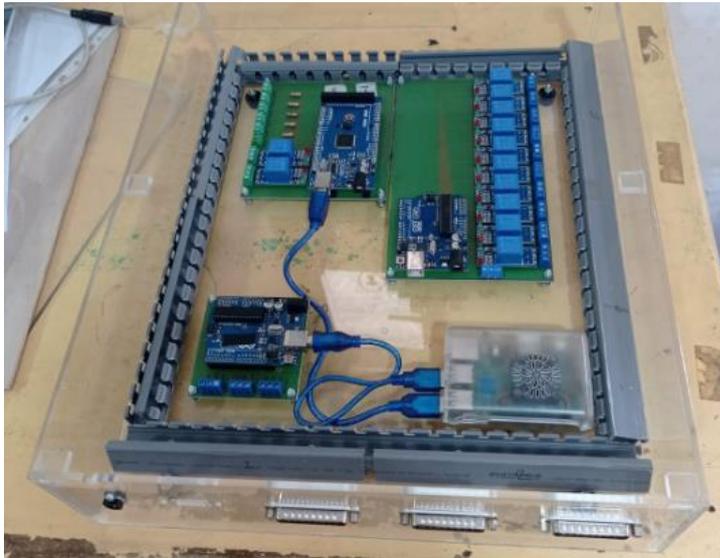
*Ubicación Visual de los Componentes Físico del Sistema Start & Stop*



En la Figura 39, se puede observar el conjunto finalizado que ha sido sometido a las perforaciones según el plan previamente establecido respetando las ubicaciones de sus componentes.

**Figura 40**

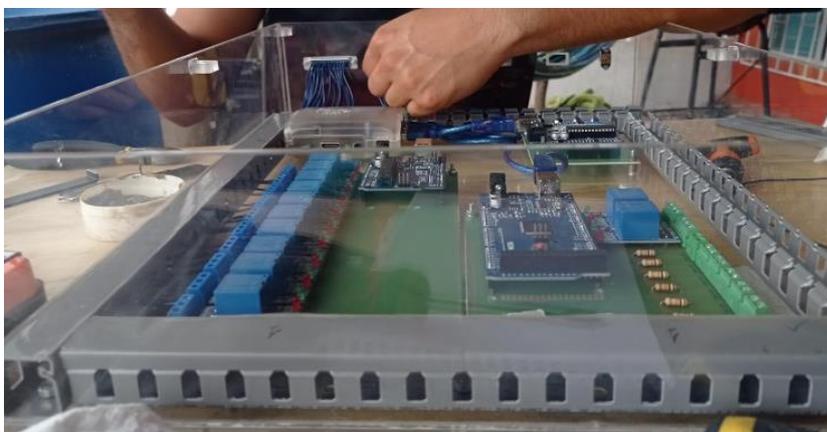
*Instalación de los Componentes Físico del Sistema Start & Stop*



En la Figura 40, se puede apreciar el proceso de la instalación del cableado de nuestro Sistema Start & Stop esto se realizó con el cable AWG 22 de 300v de color azul, cautín y estaño.

**Figura 41**

*Soldadura del Cableado de los Componentes Físico del Sistema Start & Stop*



En la Figura 41, se visualiza el proceso de la instalación del cableado de nuestro Sistema Start & Stop completa que se comunicara a través de cable de nuestros sistemas al banco de entrenamiento.

**Figura 42**

*Vista del Cableado Total de los Componentes Físico del Sistema Start & Stop*



#### **4.5 Montaje del Sistema *Start & Stop* en el Banco de Entrenamiento**

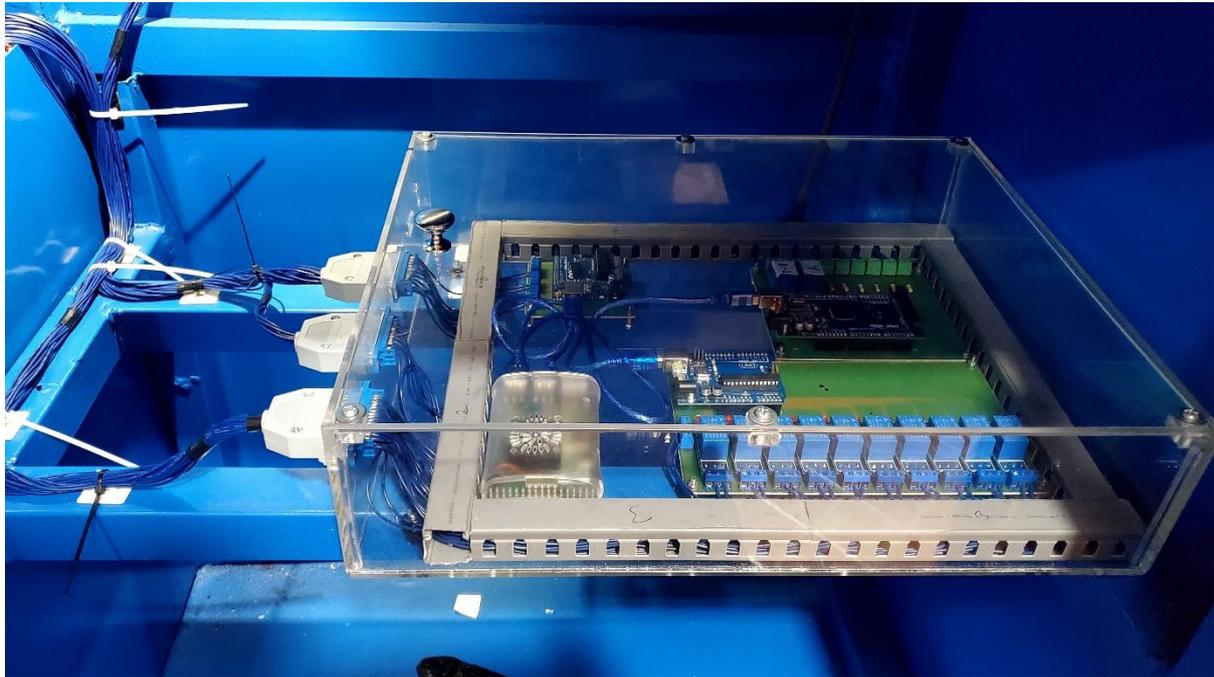
La instalación de componentes importantes como relé, actuadores y sistemas de control es parte del montaje del simulador del Sistema *Start & Stop* en el Banco de Entrenamiento.

##### **4.5.1 Montaje de la Caja donde está Alojada el Sistema *Start y Stop***

Se llevó a cabo la instalación de la caja de sistemas en el banco de entrenamiento, seleccionando una ubicación estratégica que facilite su visualización y manipulación. Este proceso implicó montar la caja de manera segura y accesible dentro del entorno del banco, considerando factores como la visibilidad adecuada para los usuarios y la facilidad de acceso para su manipulación. Se consideraron también aspectos ergonómicos y de seguridad durante el montaje, asegurando que la caja esté correctamente fijada y posicionada para su uso eficiente en el contexto del entrenamiento. Además, se garantizó que la disposición de la caja en el banco de entrenamiento no interfiera con otras actividades o componentes del sistema, optimizando así su funcionalidad y utilidad dentro del entorno de aprendizaje.

**Figura 43**

*Ubicación del Sistema Start & Stop al Banco de Entrenamiento*



#### **4.5.2 Montaje del Panel de Control**

Se ha llevado a cabo la instalación de un panel de control diseñado para albergar botones y pulsadores destinados a simular la funcionalidad de los pedales y la palanca de cambios, lo que contribuirá significativamente a mejorar la calidad de la capacitación en el banco de entrenamiento. Este panel de mando se ha posicionado estratégicamente para facilitar el acceso y la interacción durante las sesiones de formación, permitiendo a los usuarios familiarizarse con las operaciones esenciales de manera efectiva y segura. La implementación de esta tecnología proporciona una experiencia práctica y realista que replica fielmente las condiciones de conducción, garantizando así un aprendizaje más completo y detallado. Además, este enfoque facilita la adaptación y el desarrollo de habilidades necesarias para diversas situaciones de manejo, preparando a los participantes de manera óptima para enfrentar desafíos en el mundo real.

**Figura 44**

*Visualización del Panel de Control del Sistema Start & Stop*



#### 4.6 Procedimiento de Utilización del Sistema

- Para llevar a cabo la ejecución del sistema Start & Stop en el banco de entrenamiento, se requiere seguir una serie de pasos específicos para iniciar la simulación del sistema:
- Encendido de la fuente de energía: En primer lugar, se activa la fuente de energía que suministra alimentación al sistema. Esto se realiza para asegurar que el sistema tenga la energía necesaria para operar correctamente.
- Habilitación del sistema: Una vez que la fuente de energía está encendida, se procede a habilitar el sistema utilizando el switch ubicado en el panel de control. Esta acción permite que el sistema esté listo para recibir comandos y ejecutar las simulaciones.
- Inicio de puesta en marcha del motor eléctrico: Con el sistema habilitado, se ingresan una serie de comandos para poner en marcha el motor eléctrico, que simula al motor de combustión interna. Estos comandos se ingresan a través de botones que representan los pedales y la palanca de cambios. Se identifican los

botones necesarios y se ingresa el comando "embrague - acelerador - primera". Esto activa el proceso de arranque del motor eléctrico, mientras que el motor de arranque se enciende durante 1 milisegundos luego se apaga automáticamente.

- Detención del motor eléctrico: Para detener la marcha del motor eléctrico, se ingresan los siguientes comandos: "freno - embrague - neutro". Estos comandos detienen el funcionamiento del motor eléctrico y preparan el sistema para la siguiente operación.
- Desactivación del sistema: Una vez verificado que el motor eléctrico está apagado, se desactiva el sistema utilizando el switch del sistema Start & Stop. Esta acción finaliza la simulación y deja el sistema en estado de reposo.
- Siguiendo estos pasos de manera precisa, se puede ejecutar correctamente el sistema Start & Stop en el banco de entrenamiento, lo que permite practicar y familiarizarse con el proceso de inicio y detención de manera segura y controlada.

## Conclusiones

- La selección de los componentes implementados, como relés, actuadores y sistemas de control, fue fundamental para llevar a cabo la operación y simulación del sistema Start & Stop en el Banco de Entrenamiento. Entre estos componentes, el relé JQC-3FF-S-Z demostró ser especialmente adecuado para las tensiones y corrientes requeridas por el sistema Start & Stop. Su capacidad para proporcionar un aislamiento galvánico resultó crucial, ya que protege al microcontrolador de posibles sobretensiones o picos de corriente que puedan generarse en los motores.
- La adaptación del sistema Start & Stop al banco de entrenamiento del sistema de carga y arranque, mediante la implementación de Arduino Mega 2560 como asistente, refleja una práctica común en la mayoría de los vehículos que cuentan con el módulo de control Start & Stop. La utilización de Arduino Mega 2560 y la programación asociada nos ha permitido adquirir experiencia y comprensión del proceso de inicio y detención de manera segura y controlada. Además, esta adaptación nos ha facilitado la potencial optimización de los algoritmos de control y la validación de nuevas estrategias para mejorar la eficiencia y confiabilidad del sistema en una variedad de condiciones de conducción.
- Se concluye que las guías prácticas incluidas en la tesis son útiles para analizar y facilitar el adecuado uso del banco de entrenamiento. Estas guías detallan los procesos y pasos a seguir. En total, se desarrollaron tres guías prácticas: una para describir los equipos implicados en el sistema Start & Stop, otra para la ejecución del sistema Start y una tercera para desactivar el sistema Stop.

### **Recomendaciones**

- Para reducir la posibilidad de interferencia con las señales eléctricas y proteger el Arduino Mega 2560, es recomendable utilizar guantes al manipularlo. Esto ayuda a disminuir la electricidad estática del cuerpo que podría afectar su funcionamiento normal.
- Es importante evitar tener objetos metálicos cerca del cuerpo al manipular el Arduino para prevenir el riesgo de tocar accidentalmente los pines y causar cortocircuitos que podrían dañar el dispositivo.
- Durante las pruebas, es crucial revisar las conexiones, especialmente los pulsadores de control en el tablero de simulación Start & Stop. Esto se debe a que la desconexión de un cable de un pulsador podría generar un voltaje transitorio o un cambio en la corriente, lo que podría afectar el funcionamiento del relé o del sistema en general.

## Bibliografía

- Actual, T. (20 de Octubre de 2014). *talleractual.com*. Recuperado el 10 de Abril de 2022, de <https://talleractual.com/negocios-y-autopartes-local-ferias-exposiciones-y-eventos/1060-jornada-de-capacitacion-transpo>
- Aguayo, P. (20 de Noviembre de 2014). *¿Qué es Arduino?* <https://arduino.cl/que-es-arduino/#:~:text=%C2%BFC%C3%B3mo%20se%20origin%C3%B3%20Arduino%3F,uso%20interno%20de%20la%20escuela>
- Alonsa Perez, J. M. (2004). *Técnicas del automóvil Equipo Eléctrico*. Thompson.
- Arduino. *Arduino Mega 2560 Rev3*. <https://store.arduino.cc/products/arduino-mega-2560-rev3>
- Augueri, F. (2013). *Lección 3 programa Master*. Buenos Aires.
- Autocrash. (2018). *Start/stop optimiza el rendimiento del motor* .  
<https://www.revistaautocrash.com/start-stop-optimiza-rendimiento-del-motor/>
- Autos y motos. (2016). *El Alternador inteligente de Bosch* .  
[https://www.taringa.net/+autos\\_motos/el-alternador-inteligente-de-bosch\\_wofu1](https://www.taringa.net/+autos_motos/el-alternador-inteligente-de-bosch_wofu1)
- Barreno, E. (13 de Marzo de 2020). <https://admin.capris.cr> .  
[https://admin.capris.cr/media/wysiwyg/Multimedia/Presentations/PDF/alternadores\\_controlados.pdf](https://admin.capris.cr/media/wysiwyg/Multimedia/Presentations/PDF/alternadores_controlados.pdf)
- Carmenate, J. G. (9 de Junio de 2020). *Arduino Mega 2560 el hermano mayor de Arduino UNO*.  
<https://programarfacil.com/blog/arduino-blog/arduino-mega-2560/>
- Carrillo, E. (7 de Febrero de 2021). *ARDUINO - funcionamiento y partes*.  
<https://www.edeptec.com/2021/02/que-es-arduino-funcionamiento-y-partes.html>
- Car-tech. (2021). *¿CÓMO FUNCIONA UNA ECU?* <https://www.car-tec.es/blog/como-funciona-una->

ecu/#::~text=La%20ECU%20es%20la%20unidad,para%20transformar%20dicha%20informaci%C3%B3n%20inicial.

Cevallos-Valdiviezo, H., Valero-Carrera, M., Rodríguez-Cristiansen, A.,

Valdiviezo-Valenzuela, P., García-Ochoa, E., & Arévalo-Avecillas, D. (2022). Non-technical loss detection based on electricity consumption data: A case study in Ecuador. 2022 *11th International Conference on Software and Information Engineering* [Preprint]. doi:10.1145/3571513.3571525.

Cortez, M., & Maira, M. P. (2016). *Desarrollo de instrumentos de evaluación*.

Cuellar, A. M. (Enero de 2009). *tesis.ipn.mx*.

<https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/15422/I.M.%200709.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Diego Bonifaz, A. V. (Enero de 2017). *Diseño y construcción de un dispositivo electrónico, para la ignición de vehículos mediante reconocimiento de huella dactilar, con opción de monitoreo GPS e inmovilización vehicular, programado en Arduino, con visualización en dispositivos móviles*.

<https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/1813/1/T-UIDE-1349.pdf>

Doblado, R. M. (2011). *Sistemas eléctricos y de seguridad*. Editorial Paraninfo.

Española, R. A. (16 de 03 de 2022). <https://www.rae.es>, 23.5 en línea. Recuperado el 16 de 03 de 2022, de <https://dle.rae.es/alternador>

Fernández, Y. (23 de Septiembre de 2022). *Qué es Arduino, cómo funciona y qué puedes hacer con uno*. <https://www.xataka.com/basics/que-arduino-como-funciona-que-puedes-hacer-uno>

Fernández, Y. (23 de Septiembre de 2022). *Qué es Arduino, cómo funciona y qué puedes hacer con uno (fotografía)*. <https://www.xataka.com/basics/que-arduino-como-funciona-que-puedes-hacer-uno>

- Finio, B. (28 de Marzo de 2021). *How to Teach an Online Circuits Class With Tinkercad (Fotografía)*. <https://www.tinkercad.com/projects/How-to-Teach-an-Online-Circuits-Class-With-Tinkercad>
- Fundación Aquae. (27 de Febrero de 2017). *¿Sabes qué es un Arduino y para qué sirve?* <https://www.fundacionaquae.org/wiki/sabesarduinosirve/#:~:text=Origen,consideraba%20demasiado%20costoso%20para%20ells>.
- González, A. G. (23 de Enero de 2013). *Arduino Mega: Características y Capacidades*. <https://panamahitek.com/arduino-mega-caracteristicascapacidadesydondeconseguirlo-en-panama/>
- González, D. (2011). *Motores*. Paraninfo.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. d. (2019). *Metodología de la investigación*. <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>
- Iberisa. (2018). *¿Cómo funciona el sistema Start Stop y cómo mantenerlo en buen estado?* <https://iberisasl.com/blog/como-funciona-el-sistema-start-stop-y-como-mantenerlo-en-buen-estado/>
- Ingeniería Mecafenix. (25 de Abril de 2017). *Arduino ¿Que es, como funciona? y sus partes (Fotografía)*. Ingeniería Mecafenix: <https://www.ingmecafenix.com/electronica/programacion/arduino/>
- Leon, F. (11 de Noviembre de 2019). *Arduino o raspberry Pi ¿Cual usar? Diferencias (Fotografía)*. <https://dynamoelectronics.com/arduino-o-raspberry-pi-cual-usar-diferencias/>
- Loscite. (2021). *Start-Stop eléctrico: cómo funciona este sistema, paso a paso*. <https://blog.reparacion-vehiculos.es/start-stop-sistema>
- Manuel, A. P. (2010). *Técnicas del automóvil, equipo eléctrico*. Paraninfo.

- Melchor, J. C. (2012). *Mantenimiento de sistemas auxiliares del motor de ciclo Otto (MF0133\_2)*. IC Editorial.
- Mohedano, E. H. (2009). *Manual de mantenimiento automotriz*. Instituto Politecnico Nacional.
- OCHOA, E. I. (Septiembre de 2016). *Diseño y Construcción de un Banco de Entrenamiento para Alternadores y Motores de Arranque*  
<https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/1405/1/T-UIDE-1096.pdf>
- Padilla, B. J. (2012). *Técnicas básicas de electricidad de vehículos*. IC Editorial.
- Padilla, B. J. (2012). *Técnicas básicas de mecánica de vehículos*. IC Editorial.
- Plaza, D. (2020). *¿Qué es el Start Stop? Funcionamiento, beneficios e inconvenientes*.  
<https://www.motor.es/que-es/start-stop>
- Plaza, D. (2022). *ECU*. <https://www.motor.es/que-es/centralita-ecu>
- Pusay, E. (14 de Junio de 2020). *scribd.com*.  
<https://es.scribd.com/presentation/442940882/SISTEMA-DE-ARRANQUE-STOP-STAR>
- Race.com. (2022). *Sistema Start-Stop: todo lo que tienes que saber*.  
<https://www.race.es/sistema-start-stop#:~:text=El%20sistema%20Start%2DStop%20cuenta,el%20veh%C3%ADculo%20no%20se%20detendr%C3%A1.>
- Race.com. (2022). *Sistema Start-Stop: todo lo que tienes que saber*.  
<https://www.race.es/sistema-start-stop#:~:text=El%20sistema%20Start%2DStop%20cuenta,el%20veh%C3%ADculo%20no%20se%20detendr%C3%A1.>
- Race.es. (2022). *Tecnología y motor*. <https://www.race.es>

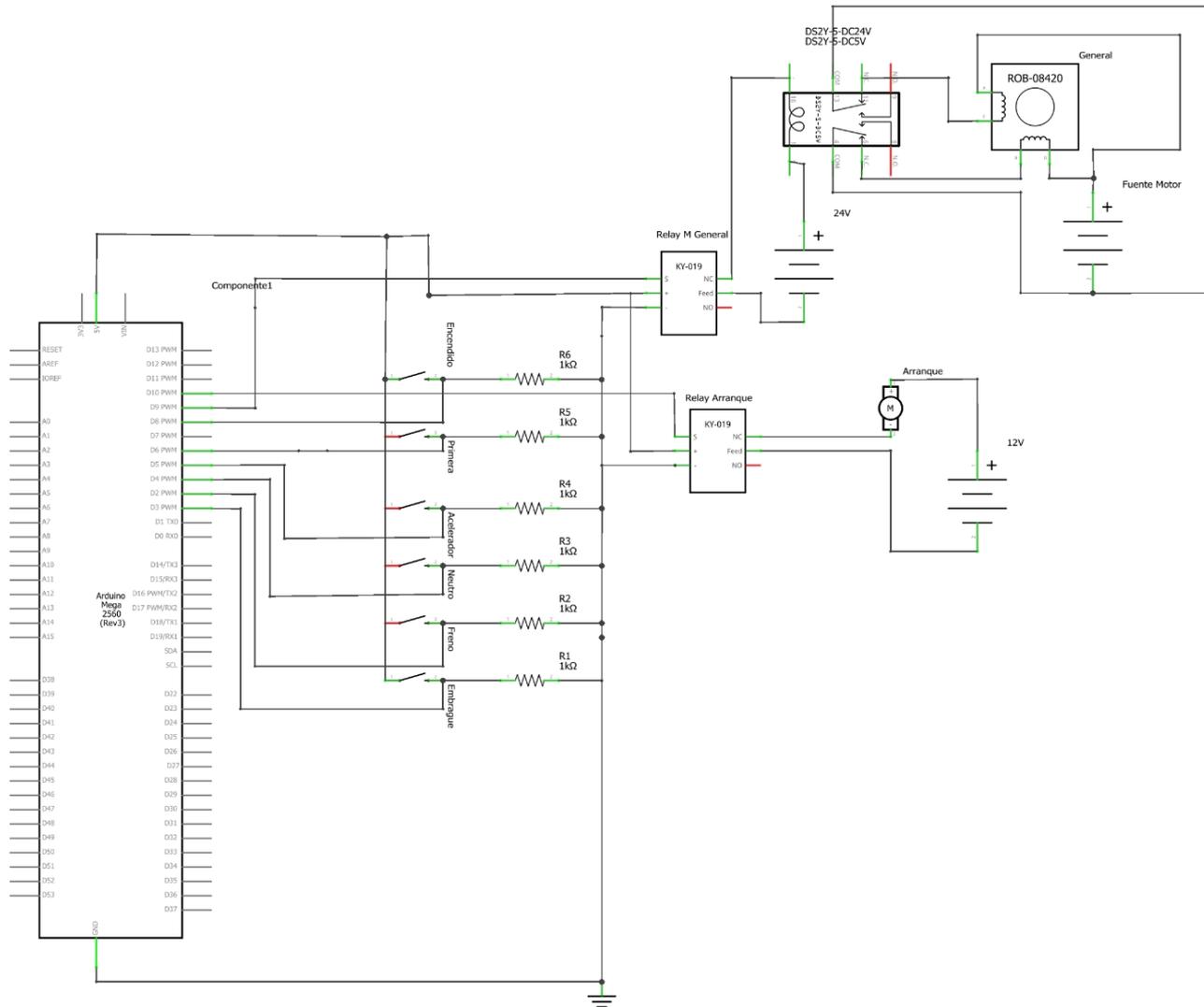
- Reyes, L. (2021). *Todo lo que tienes que saber sobre los sistemas Start & Stop: ¿Amigo o enemigo?* <https://www.autonocion.com/funcionamiento-averias-sistema-start-stop-opinion-desconexion/#:~:text=El%20sistema%20completo%20lo%20componen,para%20los%20pedales%20del%20coche.>
- Rumiguano, C., Quiroz, L., & Aguilar, J. (2018). Implementación del sistema start-stop. NEXOS CIENTÍFICOS - ISSN 2773-7489, 2(1), 1–7. <https://nexoscientificos.vidanueva.edu.ec/index.php/ojs/article/view/3/109>
- Salesianos Carabanchel. (s.f.). *fundamentos del Sistema Start Stop*. <https://www.youtube.com/watch?v=RKKbSP1mGpQ>
- Sánchez, A. E. (14 de Junio de 2010). *Diseño de un sistema start-stop para un vehículo automóvil dotado de cambio manual*. UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS. Madrid: DocPlayer. <https://docplayer.es/3392461-Alfredo-ernesto-gonzalez-sanchez-miguel-angel-perez-salaverria-jose-ignacio-linares-hurtado.html>
- Sanchez, T. (2009). *Circuitos electronicos basicos: sistema de carga y arranque*. Ediciones Paraninfo S.A.
- Semec. (27 de Enero de 2021). <https://solucioneselectromecanicas.com>. [https://solucioneselectromecanicas.com/wp-content/uploads/2021/06/Com01\\_Manual.pdf](https://solucioneselectromecanicas.com/wp-content/uploads/2021/06/Com01_Manual.pdf)
- Tecnología automóvil. (2013). *Start & Stop*. <https://www.tecnologia-automovil.com/articulos/tecnologias-limpias/stop-start/>
- Varta. (s.f.). Obtenido de VARTA EFB Camiones: <https://www.varta-automotive.es/es-es/tecnologia/tecnologia-de-baterias-efb#:~:text=VARTA%20ofrece%20bater%C3%ADas%20EFB,automoci%C3%B3n%20y%20de%20veh%C3%ADculos%20comerciales.>

- Varta. (2021). *Los principios básicos de la tecnología Start-Stop*. <https://www.varta-automotive.es/es-es/tecnologia/sistema-start-stop>
- VARTA. (s.f.). *VARTA*. <https://batteryworld.varta-automotive.com/es-es/efb-o-agm-que-bateria-necesito>
- Volsswagen. (2015). *El sistema start - stop*. <https://fdocuments.ec/document/426-el-sistema-star-stop-2009pdf.html?page=9>
- VSIP. (13 de Junio de 2021). *Manual de Arduino*. <https://vsip.info/manual-de-arduino-2-pdf-free.html>Xunta.<https://www.edu.xunta.gal/centros/cifpsomeso/system/files/ANALISIS+DE+GASES.pdf>

# Anexo

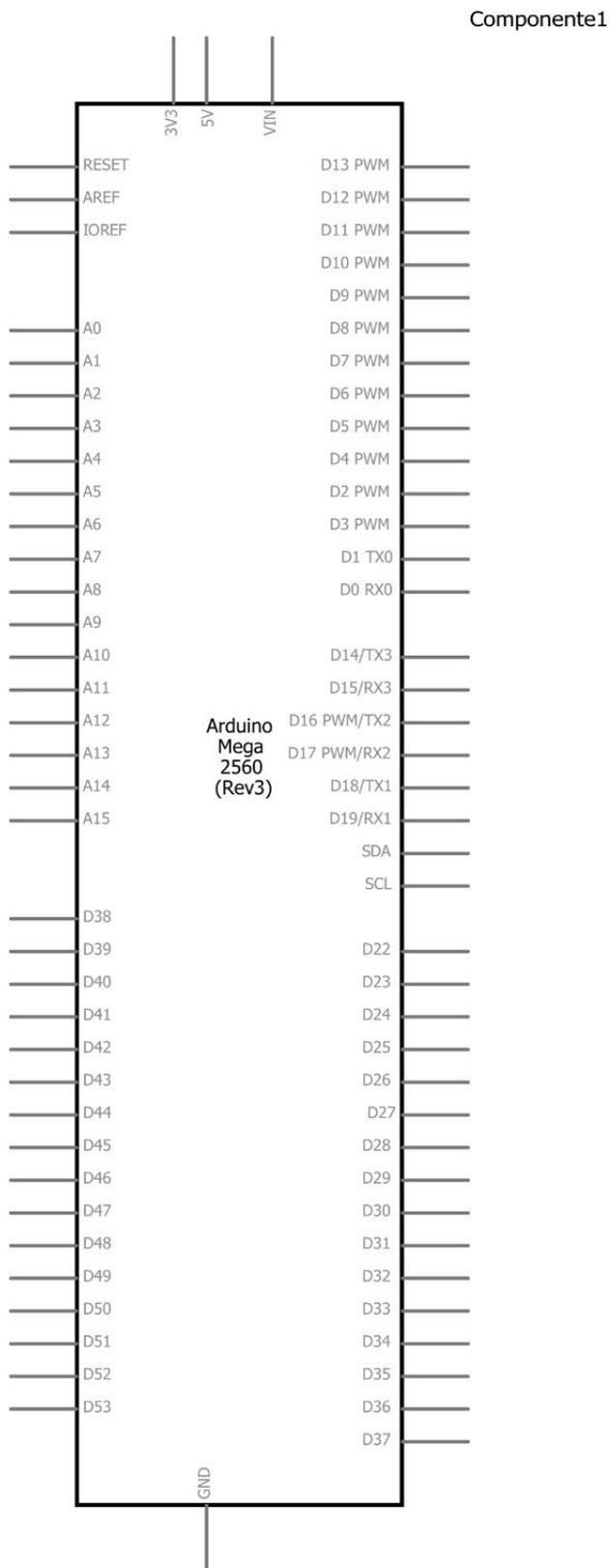
## Anexo 1

### Esquema General del Sistema Start & Stop



Anexo 2

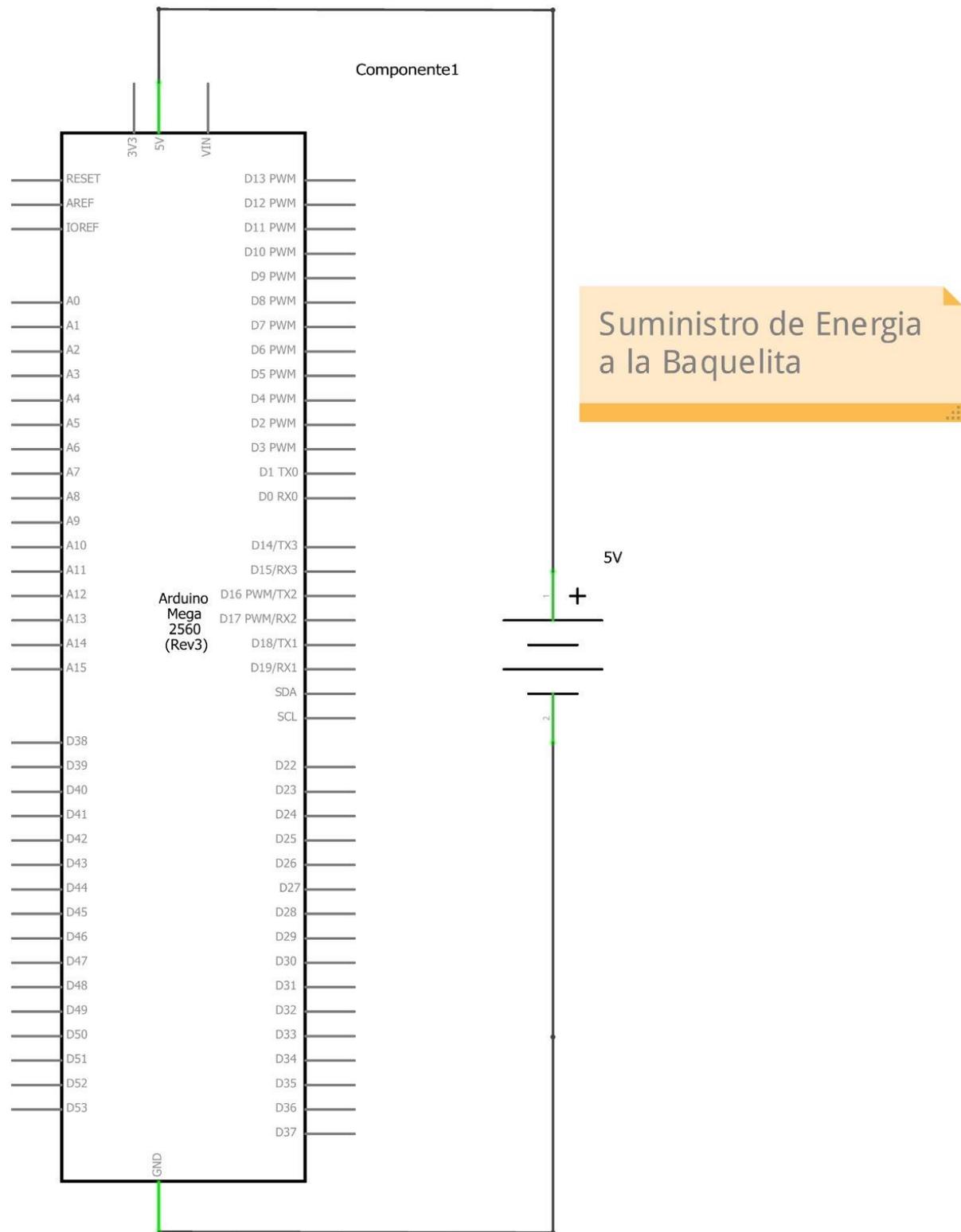
Diagrama de la Placa y el USB



fritzing

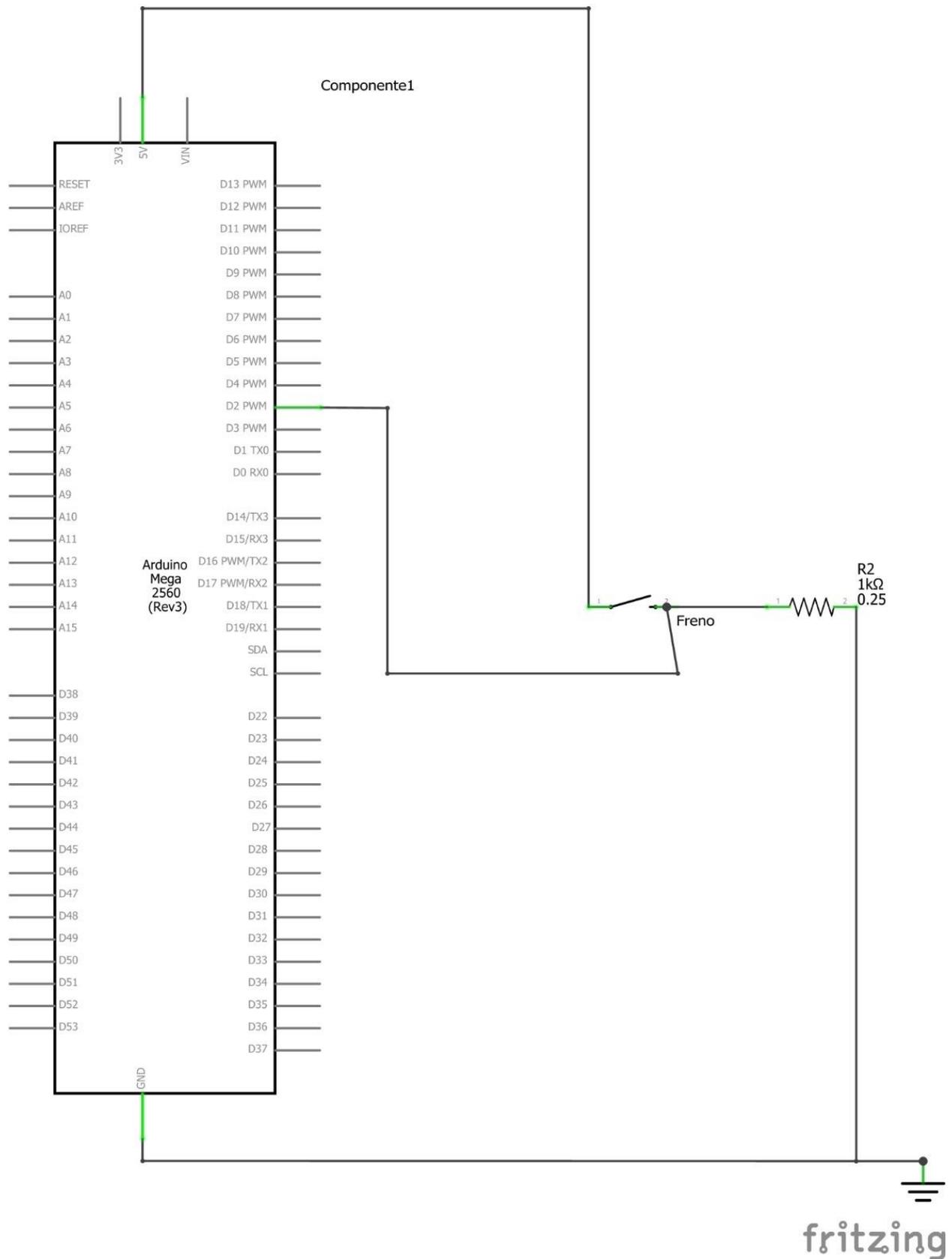
## Anexo 3

## Diagrama Baquelita y su Conexión



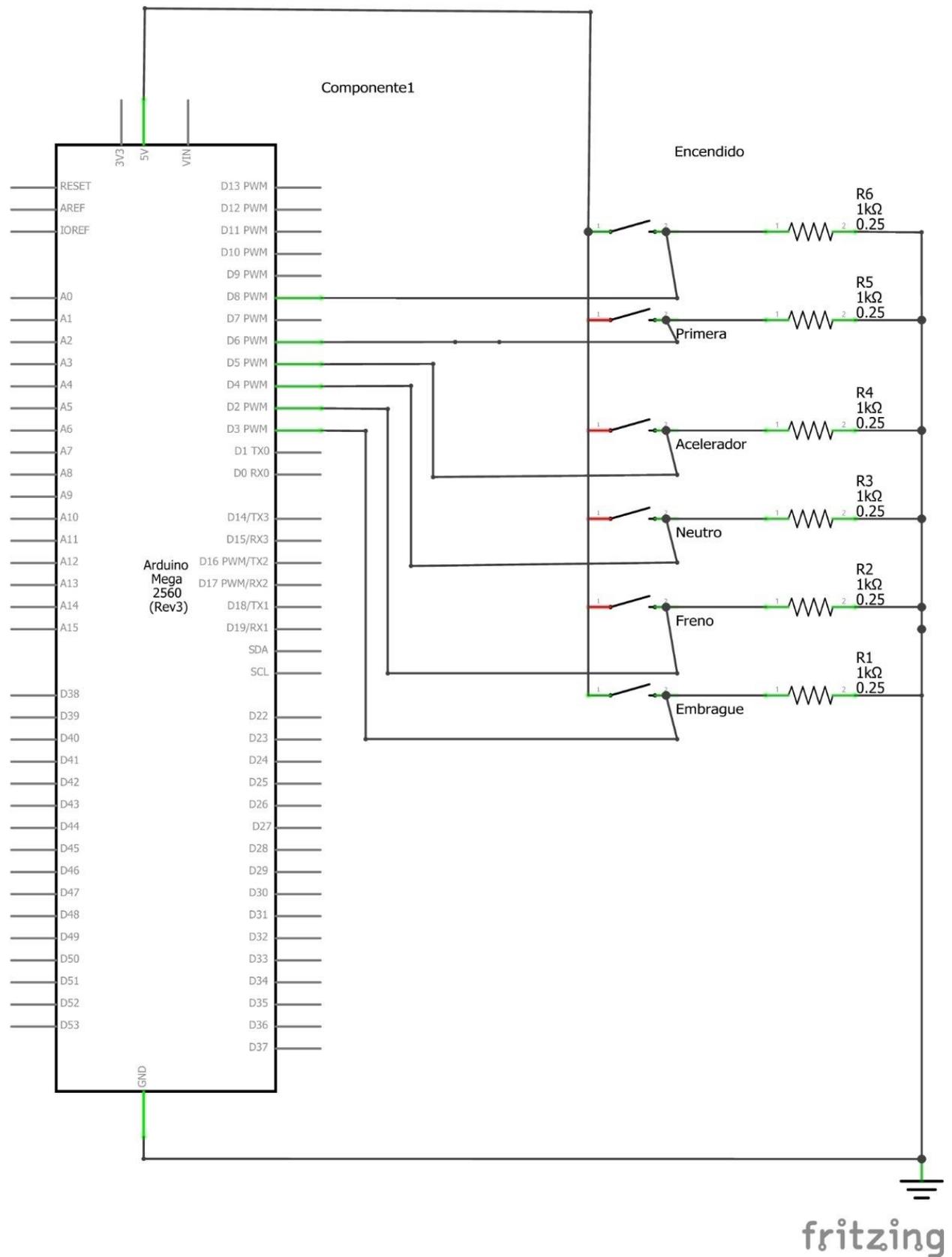
## Anexo 4

## Diagrama de Conexión del Puerto N.º 2 PWM a la Baquelita



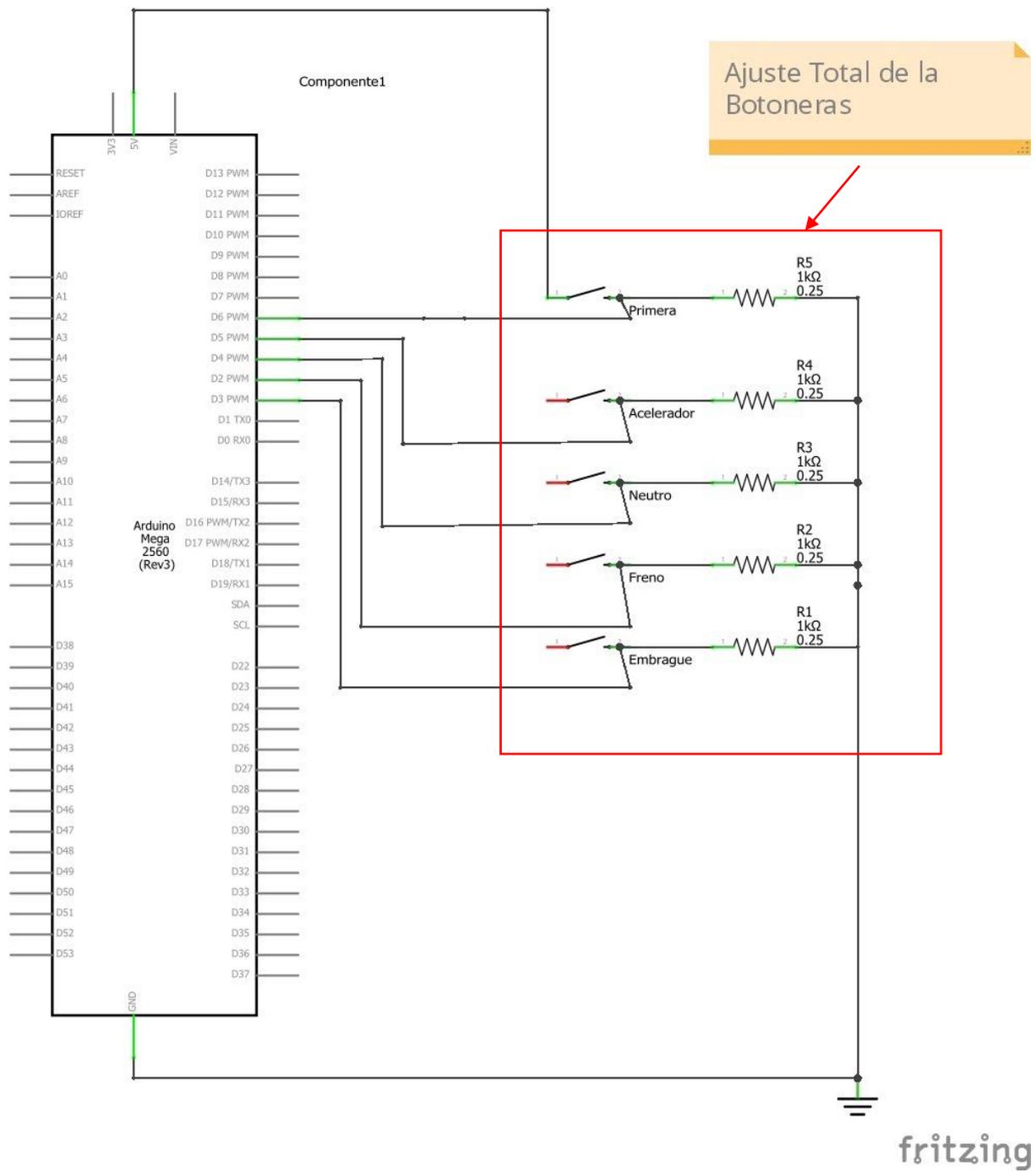
## Anexo 5

## Diagrama Total Conexión de los Puertos PWM



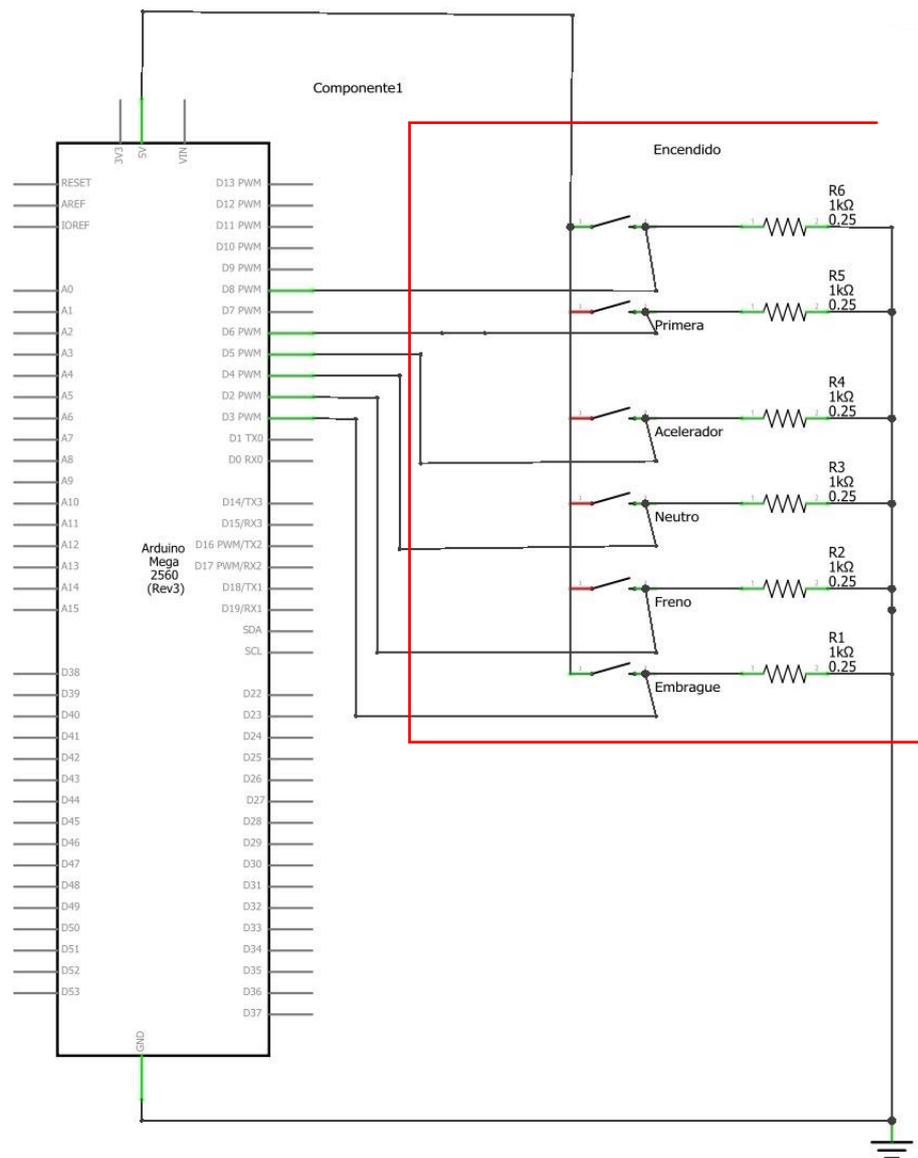
## Anexo 6

## Diagrama Conexión de los Botones del Simulador



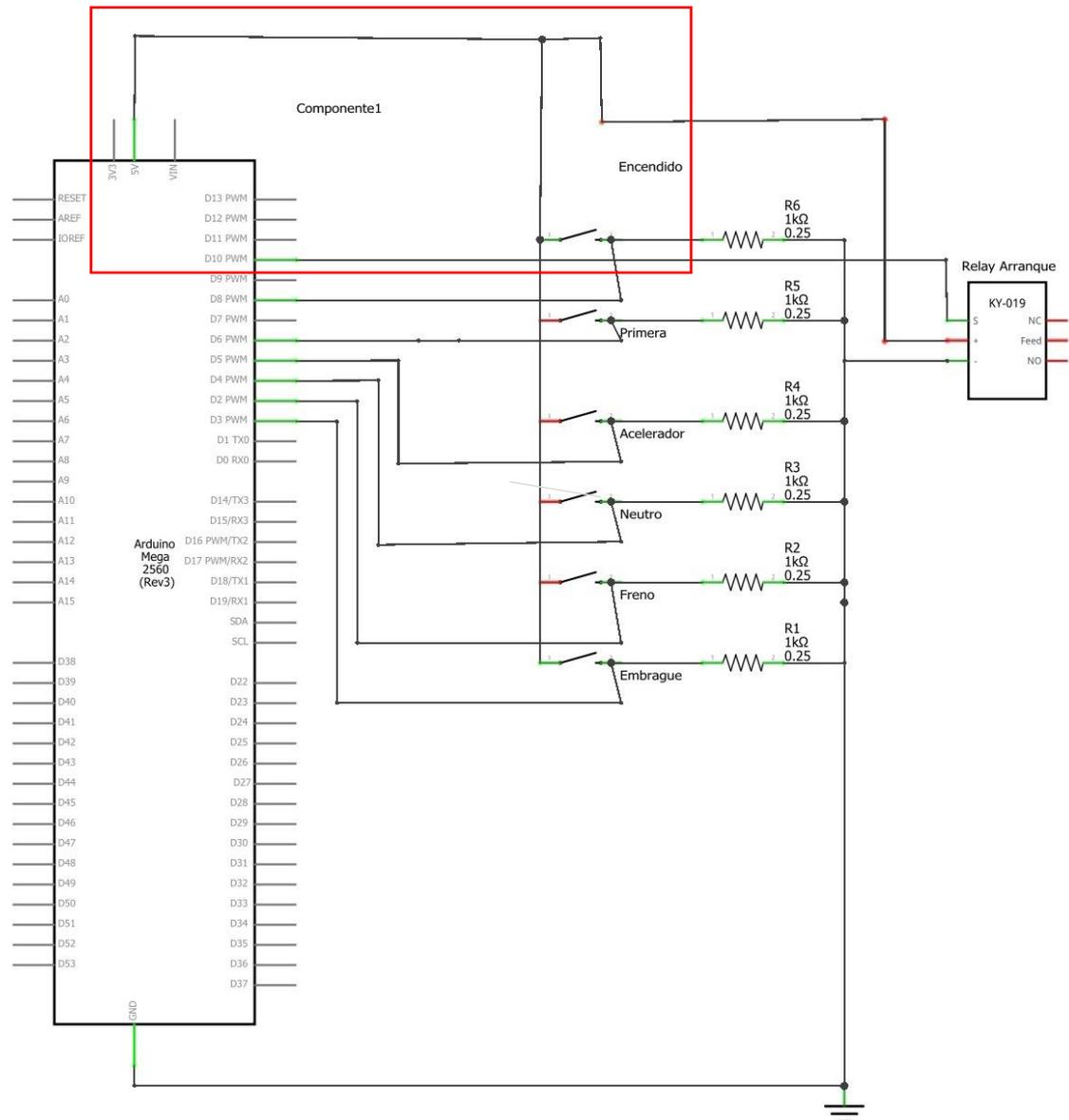
## Anexo 7

## Diagrama Total de Conexión de la Botonera



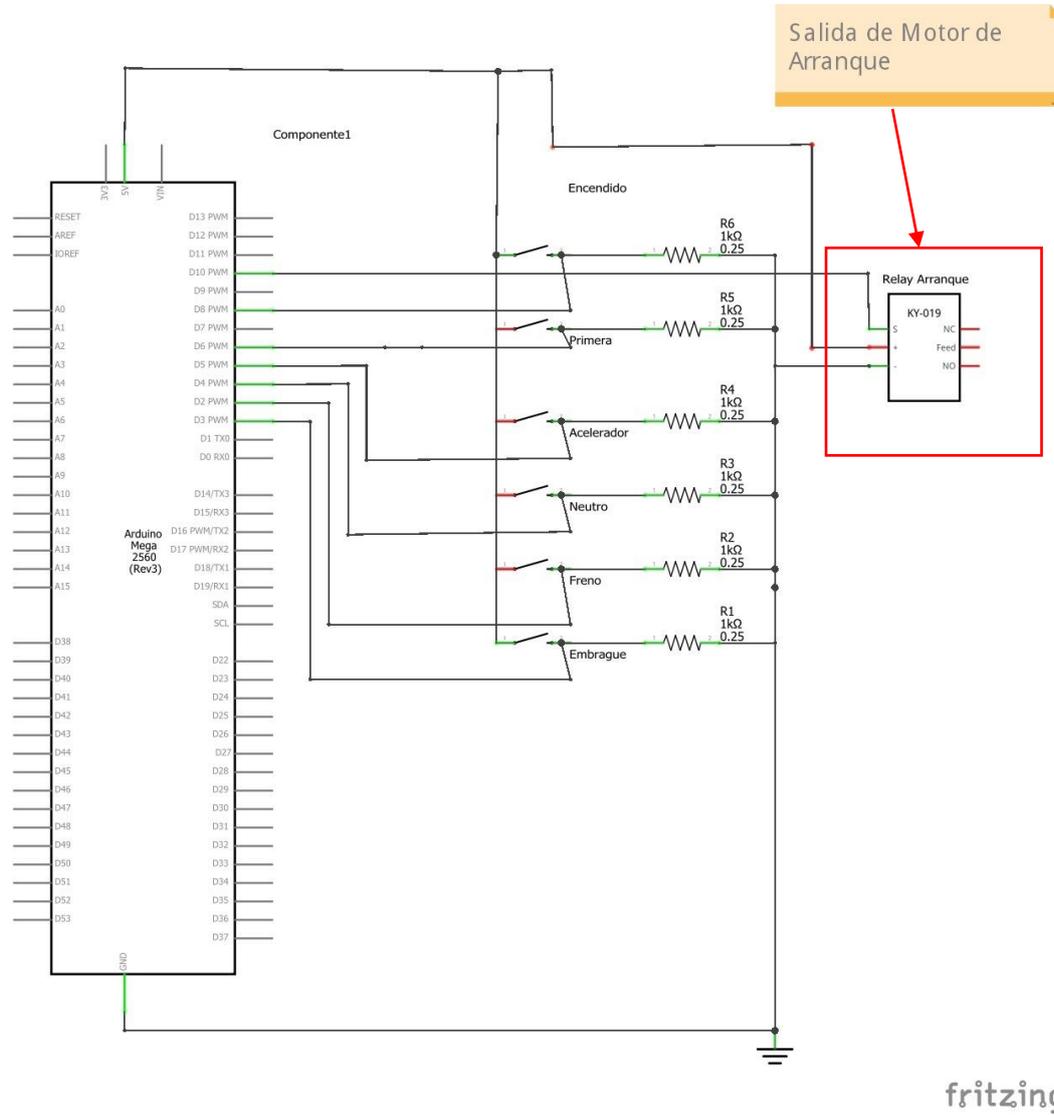
## Anexo 8

## Diagrama Conexión del Puerto N.º 10 PWM a la Baquelita



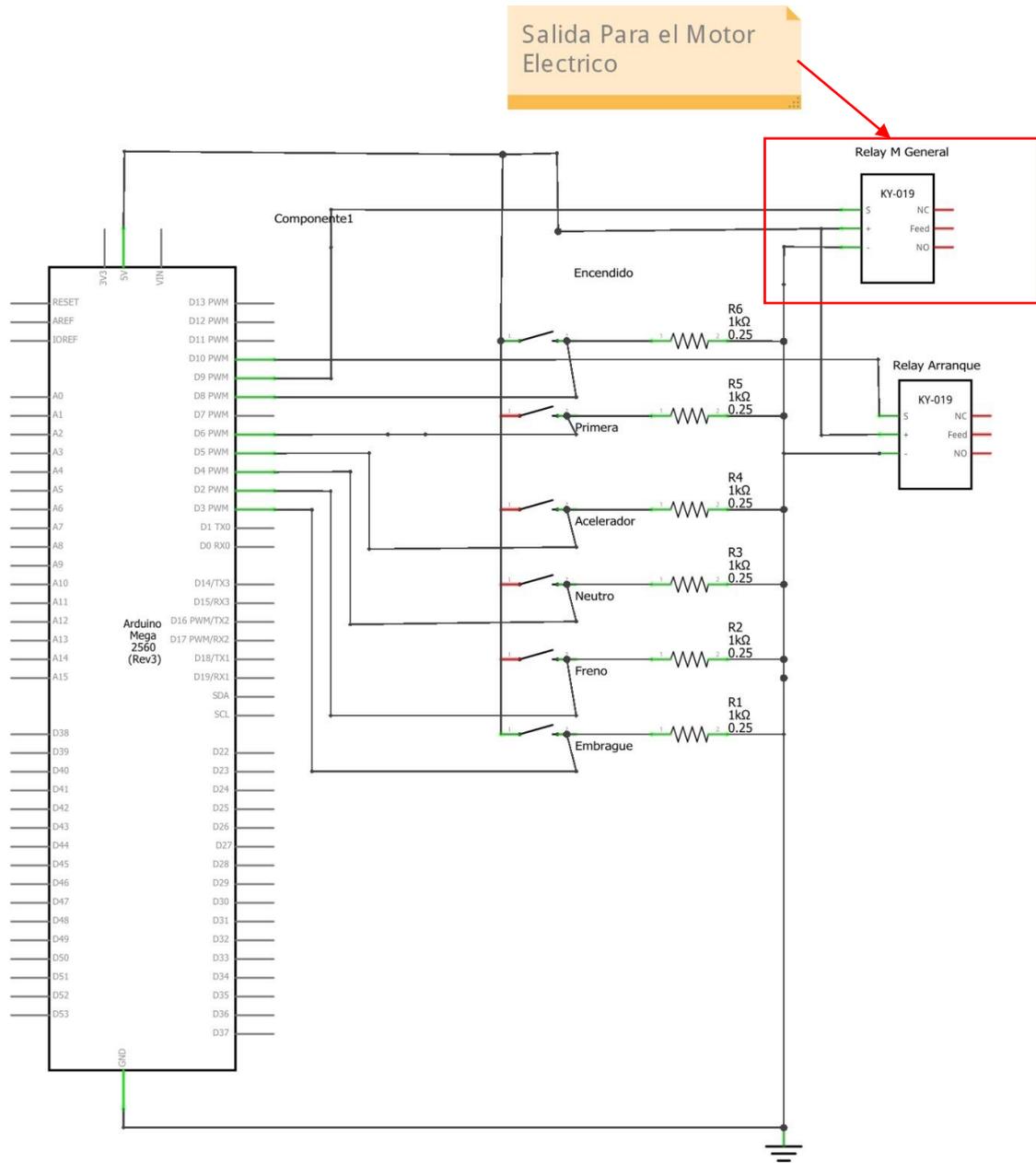
## Anexo 9

## Diagrama Conexión del Puerto N.º 8 PWM a la Baquelita



Anexo 10

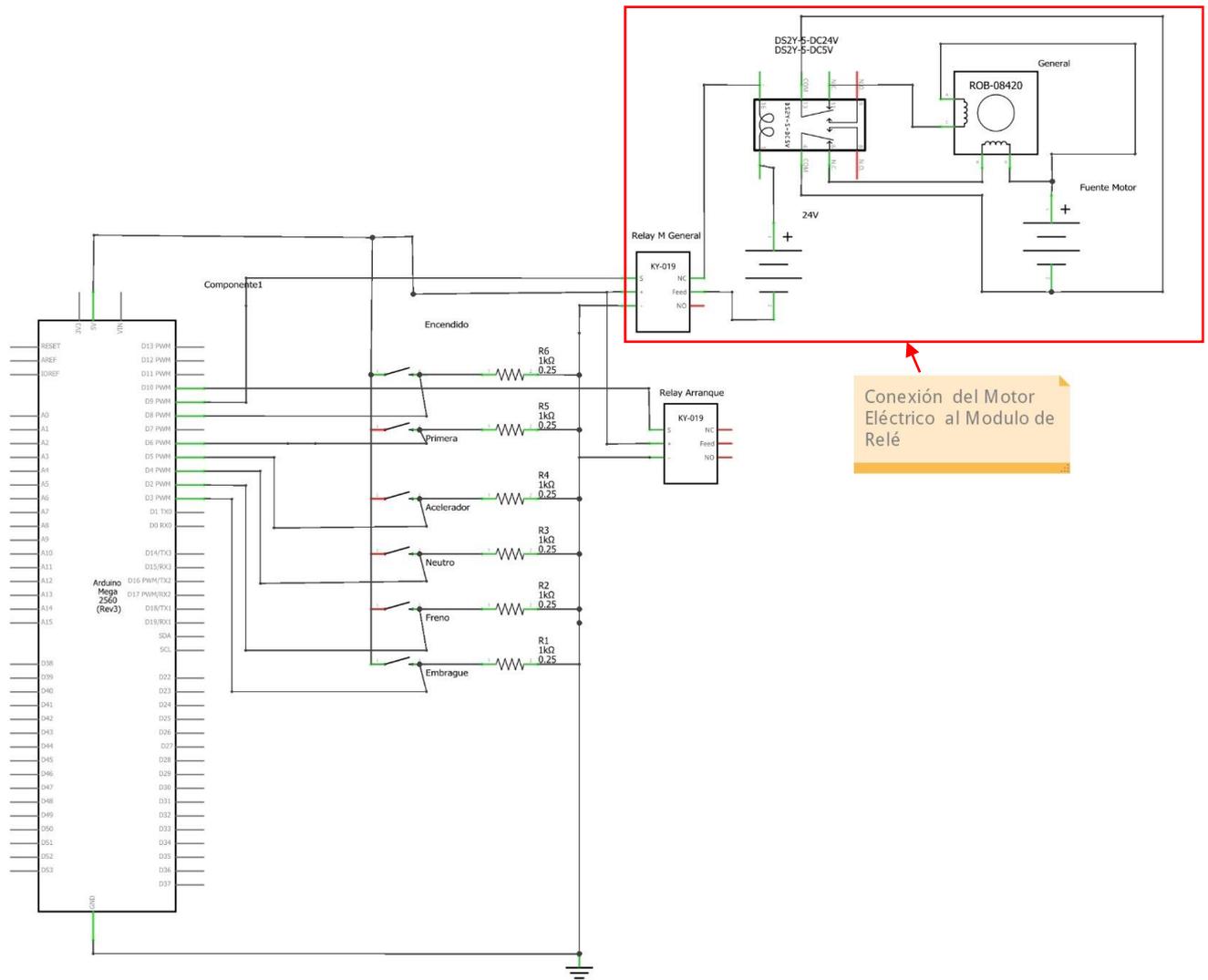
Diagrama Conexión del Puerto N.º 9 PWM a la Baquelita



Salida Para el Motor Electrico

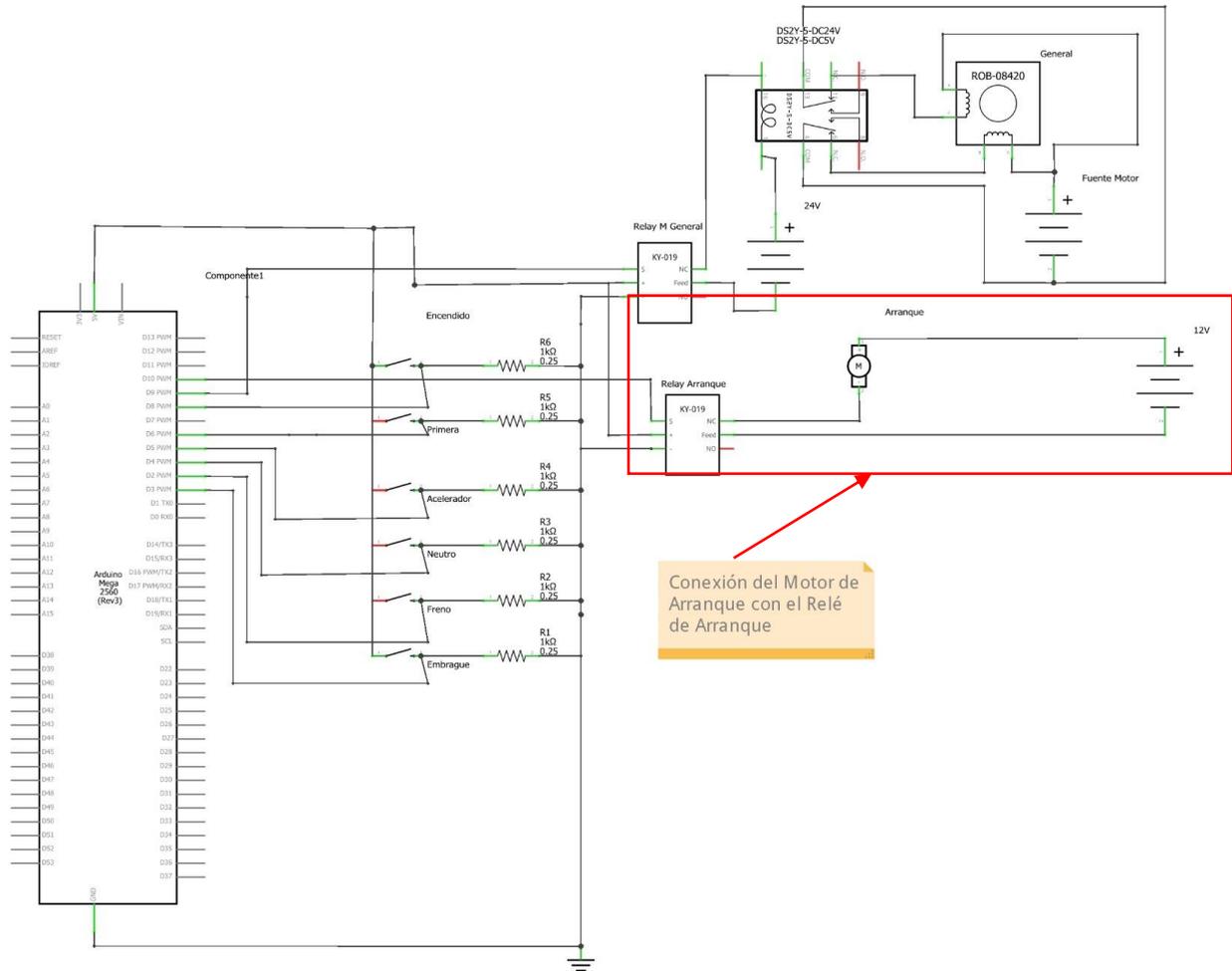
Anexo 11

Diagrama Conexión del Relé del Motor Eléctrico



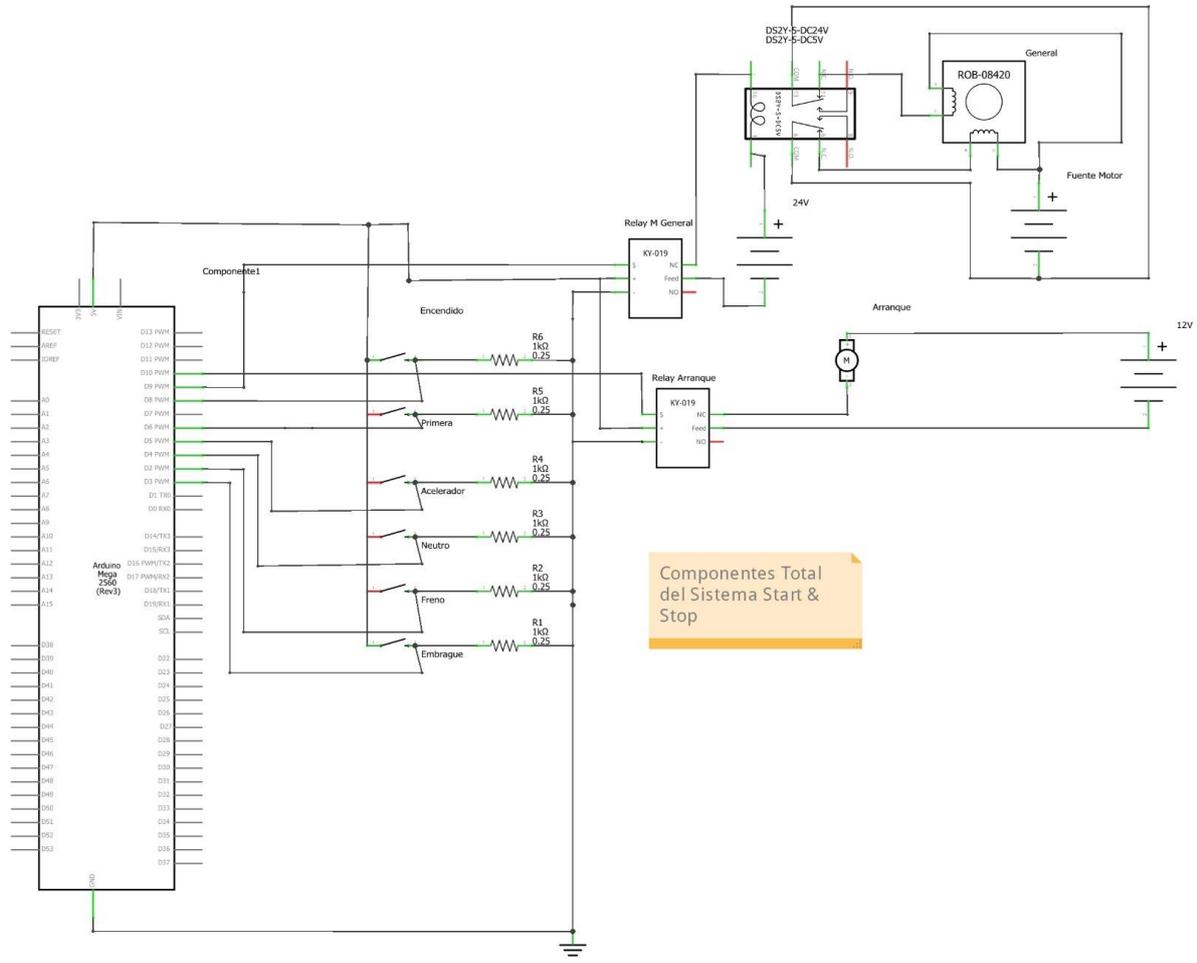
Anexo 12

Diagrama Conexión del Relé del Motor Eléctrico



Anexo 13

Diagrama Total de los Elementos del Sistema



Componentes Total del Sistema Start & Stop

## Anexo 14

```

/*****
/*          Pedales          */
*****/

/** Definiciones de variables asignadas a los botones **/

int BtnFreno=0;           //almacena el estado del pedal
de FRENO
int BtnEmbrague=0;       //almacena el estado del pedal
de EMBRAGUE
int BtnNeutro=0;         //almacena el estado del pedal
de NEUTRO
int BtnAcelerador=0;     //almacena el estado del pedal
de ACELERADOR
int BtnPrimera=0;        //almacena el estado del pedal
de PRIMERA
int BtnEncendidoSistema=0; //almacena el estado del pedal
de Encendido del Sistema
int BtnApagadoSistema=0; //almacena el estado del pedal de
Apagado del Sistema
int ReleMotorArranque=0; //almacena el estado del pedal
del Relee del motor de arranque
int ReleEstadoSolido=0; //almacena el estado del pedal
del Relee de estado solido
String EstadoMotor="Sin Estado";
String EstadoSistema= "Apagado";

/** Programa **/
void setup() {
  Serial.begin(9600);
  pinMode(2, INPUT);           //declaramos el pin 2 como entrada
  pinMode(3, INPUT);           //declaramos el pin 3 como entrada
  pinMode(4, INPUT);           //declaramos el pin 4 como entrada
  pinMode(5, INPUT);           //declaramos el pin 5 como entrada
  pinMode(6, INPUT);           //declaramos el pin 6 como entrada

  pinMode(8, OUTPUT);
  pinMode(9, OUTPUT);
  pinMode(10, INPUT);

```

```

}

void loop() {
  BtnFreno = digitalRead(2);

  BtnEmbrague = digitalRead(3);

  BtnNeutro = digitalRead(4);

  BtnAcelerador = digitalRead(5);

  BtnPrimera = digitalRead(6);

  BtnEncendidoSistema =digitalRead(10);

  /** Validaciones de pedales **/
  if(BtnEncendidoSistema==HIGH){
    EstadoSistema= "Sistema Encendido";
    if(BtnEmbrague==HIGH && BtnPrimera==HIGH && BtnAcelerador==HIGH
) {
      //Validamos si boton es pulsado Embrague-Primera-
Acelerador (3-5-6)
      Serial.println("Encendiendo Motor de Arranque"); //Se
acciona El sistema
      digitalWrite(8, HIGH);
      delay(1000);
      Serial.println("Apagando Motor de Arranque");
      digitalWrite(8, LOW);
      Serial.println("Encendiendo Motor");
      EstadoMotor = "Encendido";
      digitalWrite(9, HIGH);
    }

    else if(BtnFreno==HIGH && BtnEmbrague==HIGH && BtnNeutro==HIGH
){

      Serial.println("Inactivo");

      digitalWrite(9, LOW);

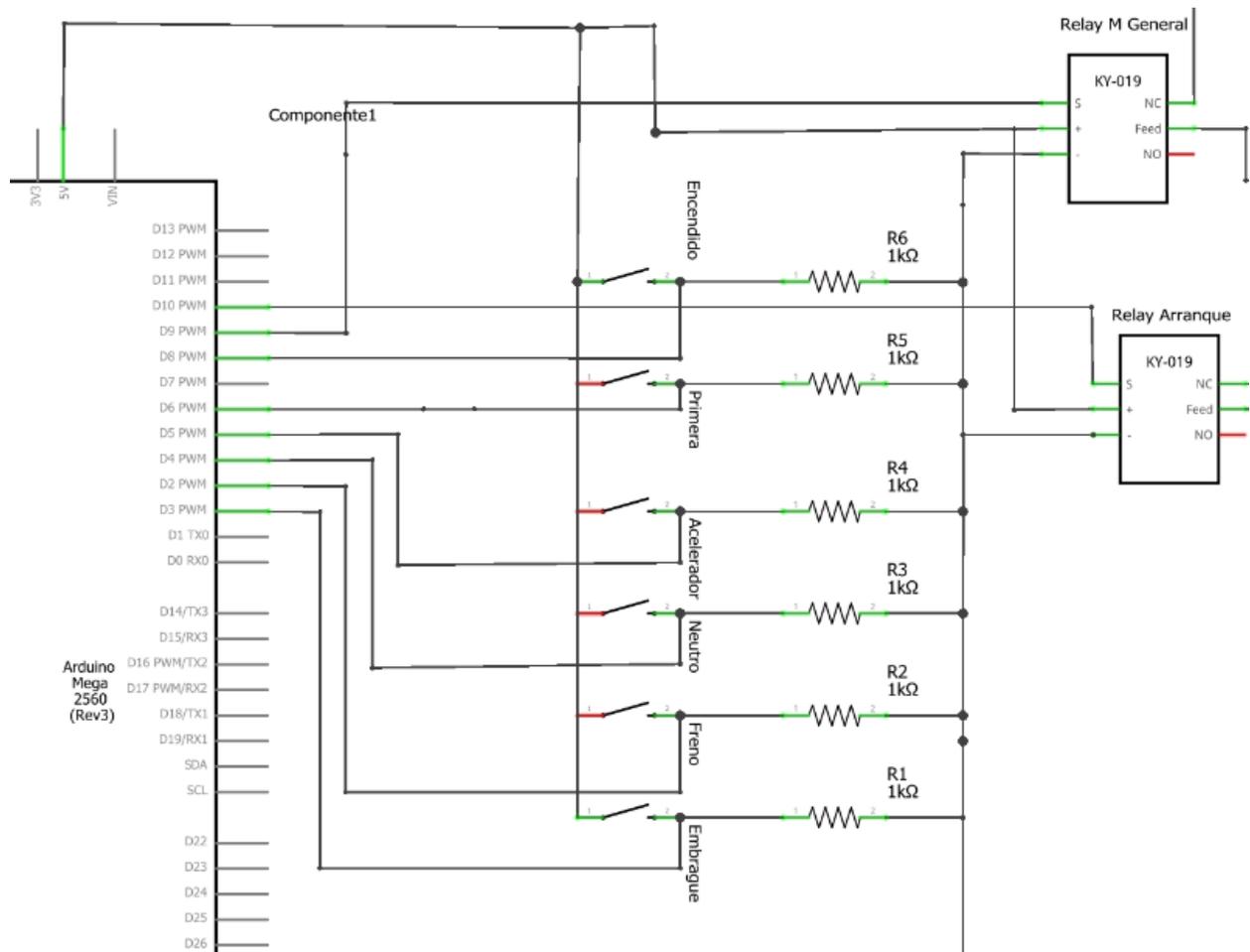
```

```

Serial.println("Apagando Motor");
EstadoMotor = "Apagado";
delay(2000);
}
else{
  Serial.println(EstadoMotor);
}
}
else{
  Serial.println("Sistema Apagado");
  EstadoMotor="Sin Estado";
}
}
}

```

## Anexo 15



## Guía de Práctica

ASIGNATURA	RESPONSABLE	FECHA DE PRÁCTICA	DURACIÓN PRÁCTICA

LABORATORIO O TALLER	GUIA PRÁCTICA N°1	NOMBRE DE LA PRÁCTICA
		Preparación para la Activación del Simulador Start & Stop

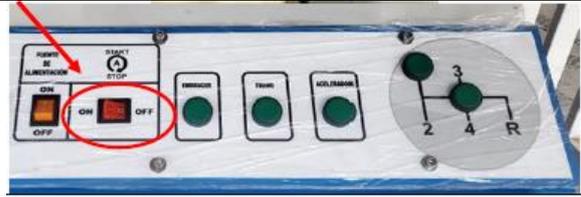
<b>1.</b>	<b>OBJETIVO GENERAL (1 objetivo general)</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Conocer los pasos para calibrar funcionamiento del simulador de sistema start &amp; stop</li> </ul>	

<b>2.</b>	<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS (3 objetivos específicos)</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Identificar los componentes que se va a usar para el encendido del simulador</li> <li>Conocer los pasos para encender el simulador</li> <li>Encender el simulador del sistema Start &amp; Stop</li> </ul>	

<b>3.</b>	<b>RECURSOS</b>	
<b>EQUIPOS</b>	<b>MATERIALES</b>	<b>INSUMOS</b>
Guantes Gafas Botas		

<b>4.</b>	<b>DESARROLLO DE LA PRÁCTICA</b>
Fuente de Poder es la que va a darle el voltaje para que encienda el sistema	

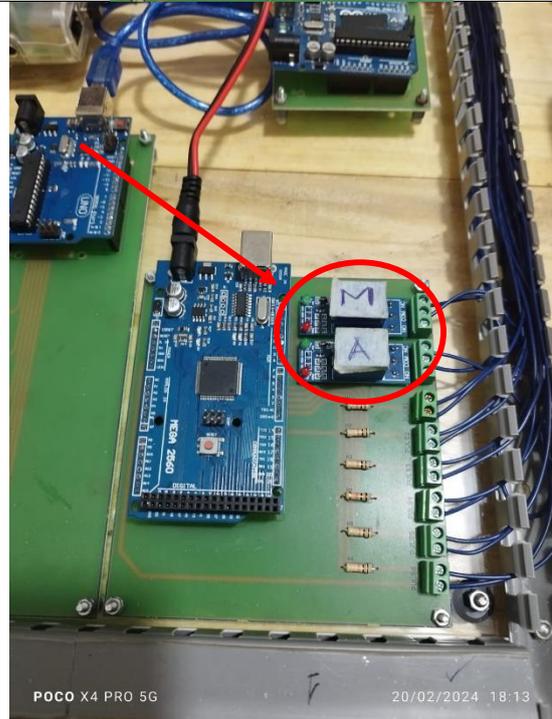
Botón Start & Stop para encender la simulación y lograr ejecutar los comandos.



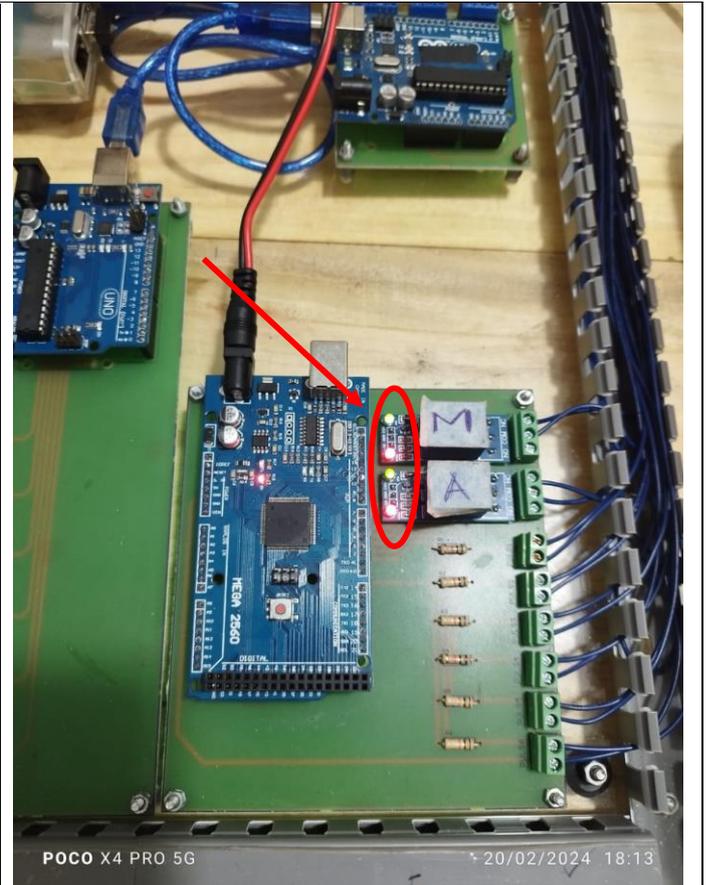
Mega 2560 es la que va ejecutar los código para la simulación del sistema Start & Stop



Relé del Motor de Arranque y el Motor Eléctrico son los que van a enviar la señal al motor eléctrico y al motor de arranque.



Poner en ON la fuente de poder cuando el simulador este activado se prenderán unos leds en el mega 2560 y en los relés



## Guía de Práctica

ASIGNATURA	RESPONSABLE	FECHA DE PRÁCTICA	DURACIÓN PRÁCTICA

LABORATORIO O TALLER	GUIA PRÁCTICA N° 2	NOMBRE DE LA PRÁCTICA
		Activación del simulador del sistema Start & Stop

<b>1.</b>	<b>OBJETIVO GENERAL (1 objetivo general)</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocer los pasos para el funcionamiento del simulador de sistema start &amp; stop</li> </ul>	

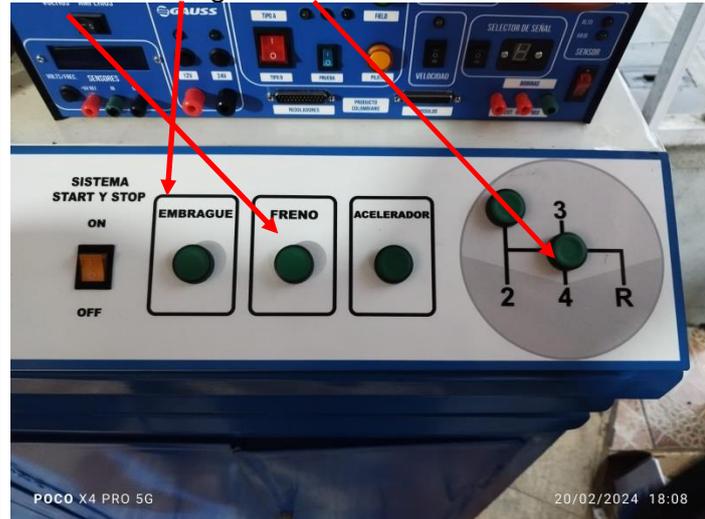
<b>2.</b>	<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS (3 objetivos específicos)</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar los botones responsables para los comandos de activación del simulador start &amp; stop</li> <li>• Aplicar los comandos para el funcionamiento el simulador start &amp; stop</li> <li>• Revisar esté funcionando la simulación del sistema Start &amp; Stop</li> </ul>	

<b>3.</b>	<b>RECURSOS</b>	
<b>EQUIPOS</b>	<b>MATERIALES</b>	<b>INSUMOS</b>
Guates Botas Gafas		

<b>4.</b>	<b>DESARROLLO DE LA PRÁCTICA</b>
Botones responsables para realizar los comandos para la activación del simulador Start & Stop	

Comandos para la activación de la simulación Start & Stop

Freno - Embrague - Neutro



Cuando los comandos sean ejecutados debe encender el motor de arranque y mantenerse prendido aproximadamente 0.1s y posterior a eso apagarse.



Luego de apagarse el motor de arranque debe encender el motor Eléctrico.



# Guía de Práctica

ASIGNATURA	RESPONSABLE	FECHA DE PRÁCTICA	DURACIÓN PRÁCTICA

LABORATORIO O TALLER	GUIA PRÁCTICA N° 3	NOMBRE DE LA PRÁCTICA
		Desactivación del simulador del sistema Start & Stop

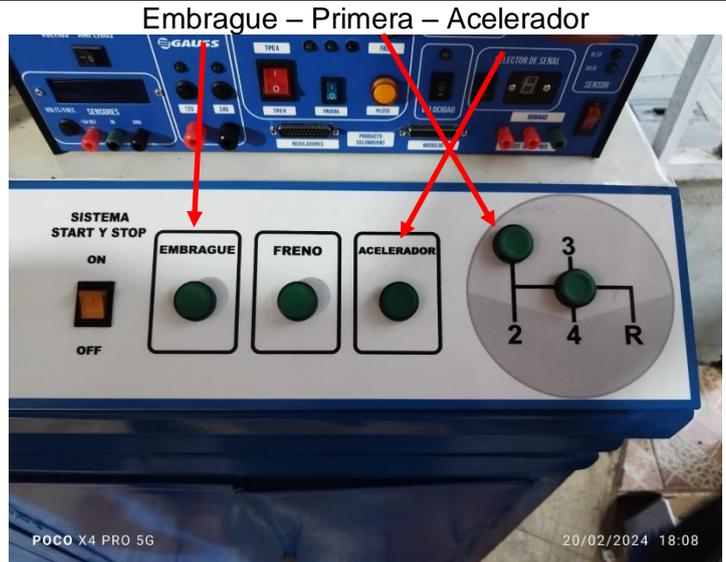
<b>1.</b>	<b>OBJETIVO GENERAL (1 objetivo general)</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Conocer los pasos para la desactivación del simulador de sistema Start &amp; Stop</li> </ul>

<b>2.</b>	<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS (3 objetivos específicos)</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Identificar los comandos que hay que ingresar para desactivar del simulador</li> <li>Aplicar los comandos para desactivar el simulador</li> <li>Revisar que el simulador del sistema Start &amp; Stop ya está desactivado y los componentes estén detenido.</li> </ul>

<b>3.</b>	<b>RECURSOS</b>						
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 33%;">EQUIPOS</th> <th style="width: 33%;">MATERIALES</th> <th style="width: 33%;">INSUMOS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="vertical-align: top;">                     Gafas                      Botas                      Guantes                 </td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	EQUIPOS	MATERIALES	INSUMOS	Gafas Botas Guantes		
EQUIPOS	MATERIALES	INSUMOS					
Gafas Botas Guantes							

<b>4.</b>	<b>DESARROLLO DE LA PRÁCTICA</b>
Botones para ingresar los comandos de desactivación	

Comandos de desactivación



Cuando se ejecute los comandos de desactivación el motor el eléctrico se procederá a detenerse



Luego de que el motor este detenido colocar el botón de Start & Stop en el off para desactivar la simulación del sistema



Apagar el todo el sistema pulsando en OFF en la fuente de poder



Verificar que los flashes del mega 2565 y los relés del motor de arranque y el motor eléctrico estén apagados.

