



# UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA

CARRERA DE TECNOLOGÍA SUPERIOR EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ

**TEMA:** IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE POTENCIA Y TRANSMISIÓN DE UN PROTOTIPO DE VEHÍCULO DE COMPETICIÓN FORMULA SAE ELÉCTRICO PARA LA CARRERA DE TECNOLOGÍA SUPERIOR EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ DE LA UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS ESPE

CALISPA POTOSI, ANGEL ALONSO  
CORDOVA VARGAS, DARWIN ALEXIS



# *CAPÍTULO I*

ANTECEDENTES

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

JUSTIFICACIÓN

OBJETIVOS

- GENERAL
- ESPECÍFICOS



# - ANTECEDENTES

- Los vehículos eléctricos autos fueron populares a fines del siglo XIX y principios del XX hasta que comenzó la producción en masa de autos con motor de combustión interna.
- Según las previsiones, los vehículos eléctricos se convertirán en los vehículos más utilizados en un futuro próximo. Con estos costos cada vez más competitivos, se espera que este tipo de vehículo se venda más que los vehículos con motor de combustión interna para 2030.
- Es así que han sido introducidos en la “Fórmula Student”, más conocida como la fórmula SAE desde 1978 en la cual participan estudiantes universitarios del mundo quienes desarrollan diferentes prototipos de vehículos monoplace con parámetros específicos en cuanto a rendimiento para luego competir.



# - ***PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA***

- En la actualidad una de las mayores preocupaciones de la sociedad es la consideración y conservación del medio ambiente debido a la presencia de la contaminación ambiental.
- El sector automotriz es una de las principales causas del aumento de la contaminación atmosférica debido a que los vehículos expulsan gases contaminantes dañinos para la salud.
- El CO<sub>2</sub>, CO, NO<sub>X</sub>, SO<sub>X</sub>, hollín y otros compuestos tóxicos produce el conocido smog, que deja en la atmósfera su mancha gris oscura y hace irrespirable el aire.



# - ***JUSTIFICACIÓN***

- Se busca resaltar la importancia de la implementación de este tipo de sistemas en los vehículos, ya que hoy en la actualidad, el problema radica en los combustibles y su impacto medioambiental.
- Aprovechar la electricidad como fuente de propulsión en su totalidad o parcialmente en el vehículo para lo cual servirá en gran parte en cuanto a movilidad al sector turístico, a las competencias y al transporte.



# - OBJETIVOS

Implementar el sistema de potencia y transmisión de un prototipo de vehículo de competición fórmula SAE eléctrico para la carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.

- Investigar los tipos de motores eléctricos y los tipos de transmisión que se pueden emplear en un prototipo de vehículo de competición fórmula SAE eléctrico de acuerdo a sus características y beneficios que puede aportar.
- Dimensionar y colocar los componentes eléctricos y electrónicos en el bastidor del prototipo.
- Realizar las pruebas de funcionamiento del prototipo de vehículo de competición fórmula SAE eléctrico.



# *CAPÍTULO II*

COMBUSTIBLES

VEHÍCULOS SEGÚN FUENTE DE COMBUSTIBLE

TREN DE POTENCIA

MOTORES ELÉCTRICOS

BATERÍA

BMS

PEDAL DE ACELERACIÓN

CONTROLADOR

TRANSMISIÓN

PROTECCIÓN PARA TRABAJOS EN VEHÍCULOS ELÉCTRICOS



# - COMBUSTIBLES

El combustible es derivado del petróleo mediante procesos de destilación a grandes temperaturas, el cual es utilizado para la elaboración de gasolina y diésel, consideradas como las fuentes de energía más utilizadas en la actualidad por los vehículos.



# **-VEHÍCULOS SEGÚN FUENTE DE COMBUSTIBLE**

- Vehículos con MCI

Teniendo como base la implementación de combustibles alternativos, se ha diseñado motores con el objetivo de disminuir la contaminación ambiental.

Vehículos con motores de GLP y GNC

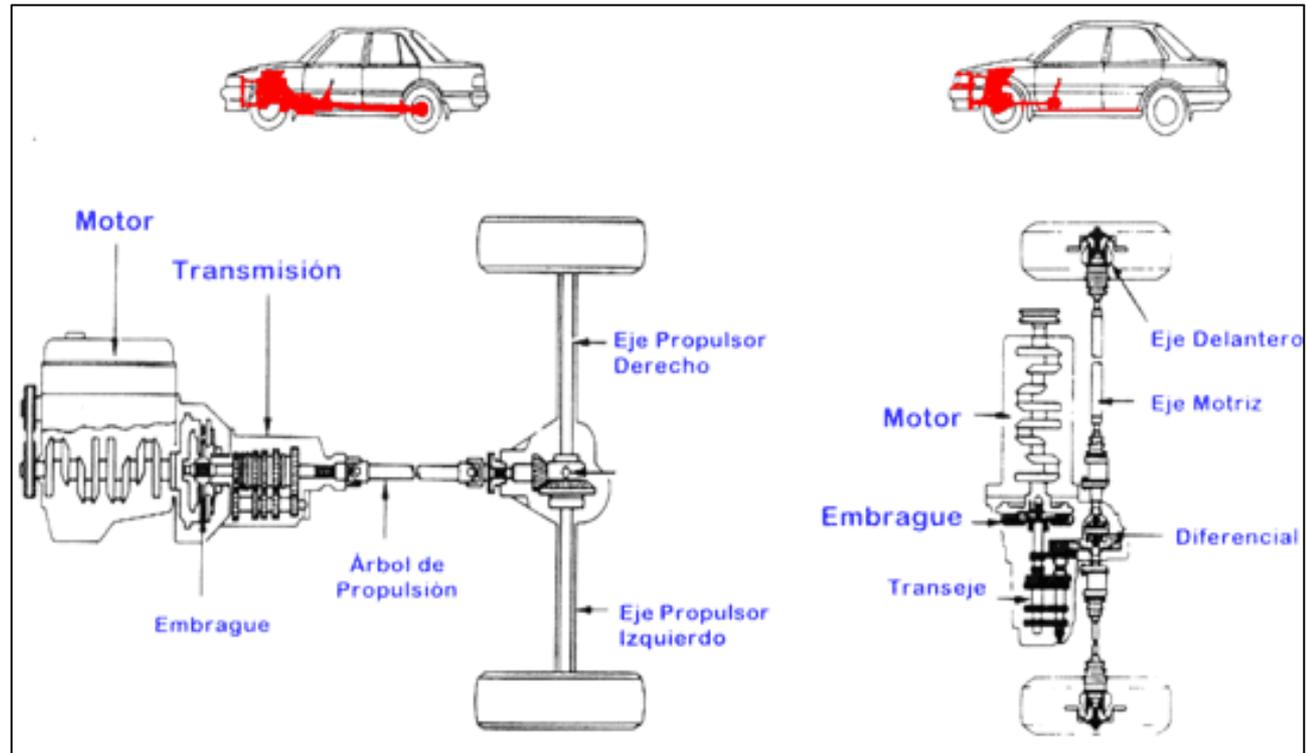
Vehículos híbridos

Vehículos eléctricos



# -TREN DE POTENCIA

En el tren de potencia del vehículo encontramos un conjunto de elementos que tienen la misión de trasladar energía hacia las ruedas con mucha eficiencia y controlando todo el tiempo la etapa de potencia.



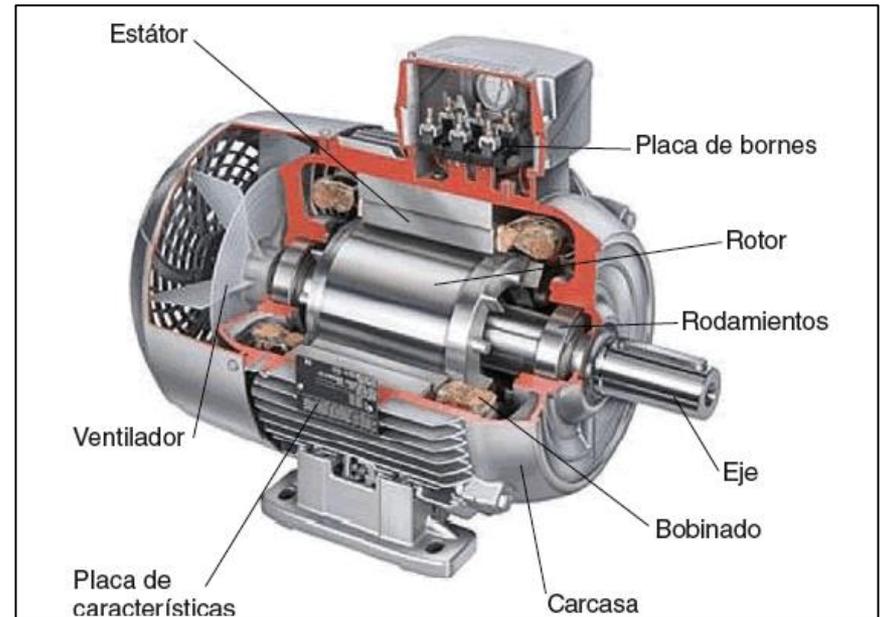
# -MOTORES ELÉCTRICOS

Con la ayuda de los componentes del tren de potencia, el motor eléctrico transmite la potencia hacia las ruedas permitiendo el desplazamiento del vehículo.

Tipos de motores eléctricos:

Motores de corriente continua (CC)

Motores de corriente alterna (AC)



# -BATERÍA

Podemos denominar a una batería como un dispositivo que puede almacenar y suministrar energía eléctrica, de ella se puede obtener la principal fuente de energía para que pueda funcionar un vehículo.



# TIPOS DE BATERÍAS

Plomo Ácido

Níquel-Cadmio

Níquel-Hidruro de Metal

Ion-Litio

LiFePO4

ZEBRA



# CARACTERÍSTICAS DE LAS BATERÍAS

## Capacidad

La energía que dispondrá el motor y demás componentes del vehículo, y se expresa en unidades de amperios por hora (Ah).

## Energía Especifica

Relaciona dos variantes muy importantes, el peso y la capacidad energética. (kWh/kg)

## Densidad energética

Relación entre el volumen ocupado por la batería y la capacidad de almacenamiento (Wh/L)

## Ciclo de vida

Será determinado por el número de cargas y descargas completas que es capaz de soportar según de tipo de batería.



# BMS

(Sistema de Gestión de Baterías) es un sistema electrónico encargado de proteger a las baterías de Li-Ion.

## Funciones

Control de descarga y carga

Determinación del estado de carga actual

Determinación del estado de salud

Balanceo de carga

Grabación y comunicación



# PEDAL DE ACELERACIÓN

El acelerador electrónico comúnmente lo logramos encontrar en la mayoría de vehículos convencionales debido a que la evolución de los sistemas de aceleración es muy avanzada.



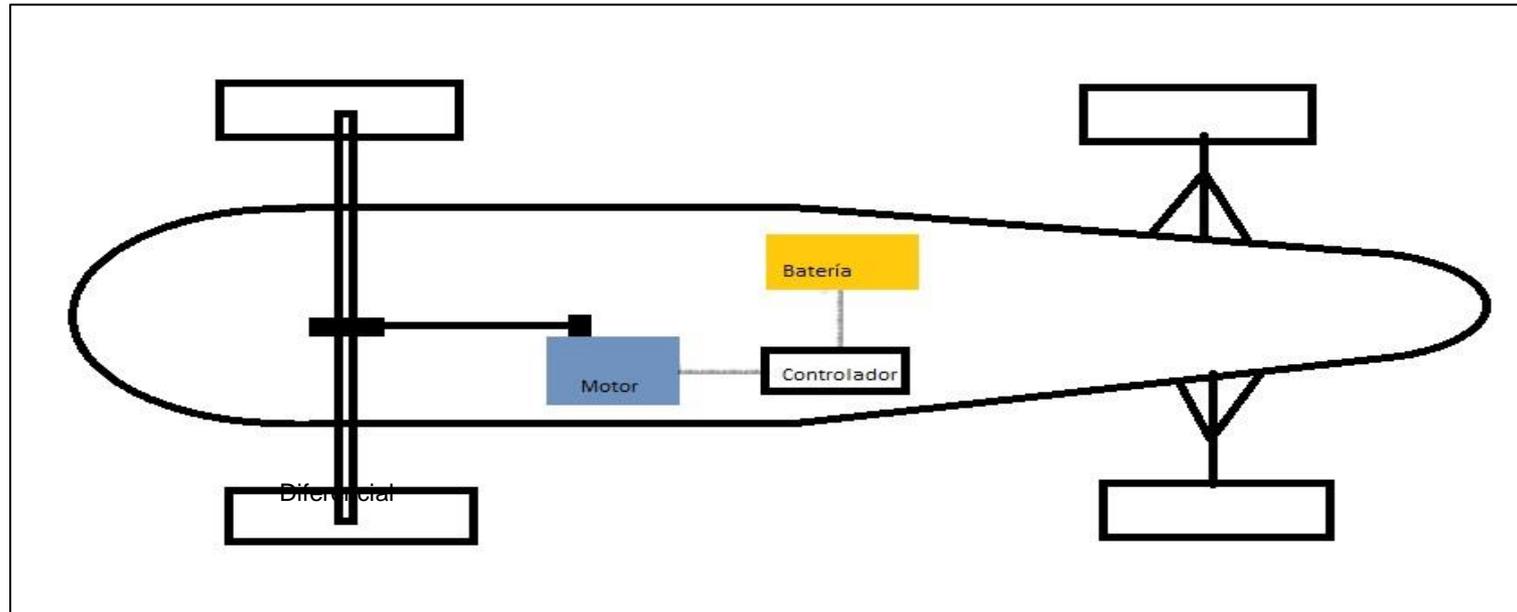
# CONTROLADOR

Cumple la función de comprobar el correcto funcionamiento del vehículo y regula la energía proporcionada por el motor eléctrico para ser suministrado el par deseado.



# TRANSMISIÓN

Un vehículo netamente eléctrico es propulsado por uno o más motores. La batería se encarga de suministrar la energía hacia el motor el cual envía el giro hacia el conjunto diferencial y finalmente a las ruedas del vehículo.





# ***PROTECCIÓN PARA TRABAJOS EN VE***

Las normas de seguridad tienen como objetivo prevenir, mitigar y/o directamente eliminar los riesgos que pueden ocasionar los accidentes de trabajo.

Equipos de seguridad personal:

Calzado de trabajo y seguridad

Guantes aislantes de la electricidad

Gafas de protección



# *CAPÍTULO III*

IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA DE TRANSMISIÓN

IMPLEMENTACIÓN DE MOTOR ELÉCTRICO

IMPLEMENTACIÓN DE CONTROLADOR

IMPLEMENTACIÓN DE BATERÍA

IMPLEMENTACIÓN DE BMS

IMPLEMENTACIÓN DE PEDAL DE ACELERACIÓN



# **- IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE TRANSMISIÓN**



# CÁLCULOS DE VELOCIDAD ANGULAR & LINEAL

- Relación de transmisión: 45/10
- Rpm que alcanza el motor: 5000 rpm

$$Rpm\ obtenida: Rpm\ del\ motor \div \frac{Conducido}{Conductor}$$

$$Rpm\ obtenida: 5000 \div \frac{45}{10}$$

$$Rpm\ obtenida: 1111\ rpm$$

$$1111\ rpm \times \frac{rev}{min} \times \frac{min}{60\ s} \times \frac{2\pi rad}{rev} = 116,34 \frac{rad}{s}$$

- Velocidad angular (W):  $116,34 \frac{rad}{s}$
- Radio de neumático rin 12 (en m): 0,215 m

Velocidad lineal en m/s

$$116,34 \frac{rad}{s} \times 0,215\ m = 25,01 \frac{m}{s}$$

Velocidad lineal en km/h

$$25,01 \frac{m}{s} \times \frac{1\ km}{1000\ m} \times \frac{3600\ s}{1\ h} = 90,03 \frac{km}{h}$$



# - IMPLEMENTACIÓN DEL MOTOR ELÉCTRICO

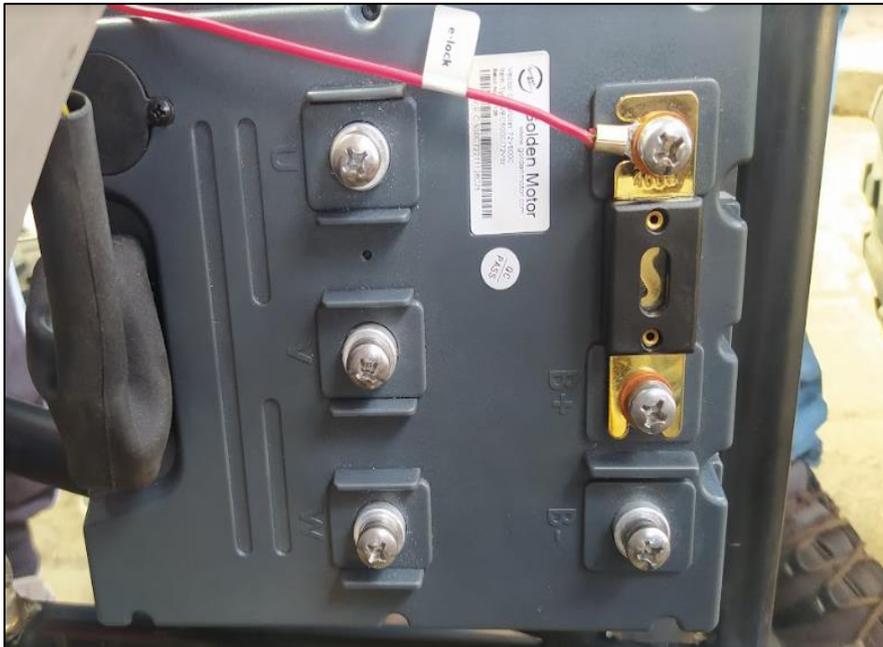


---

<i>Modelo</i>	HPM-10KW -- High Power BLDC Motor
<i>Voltaje</i>	48/72V/96V/120V
<i>Potencia nominal</i>	8KW-20KW
<i>Velocidad</i>	2000-6000 rpm
<i>Eficiencia</i>	91%
<i>Dimensiones</i>	206 mm de diámetro. 170 cm de altura
<i>Peso</i>	17 kg (aire), 17.7 kg (agua)
<i>Torque</i>	30,6275 N.m



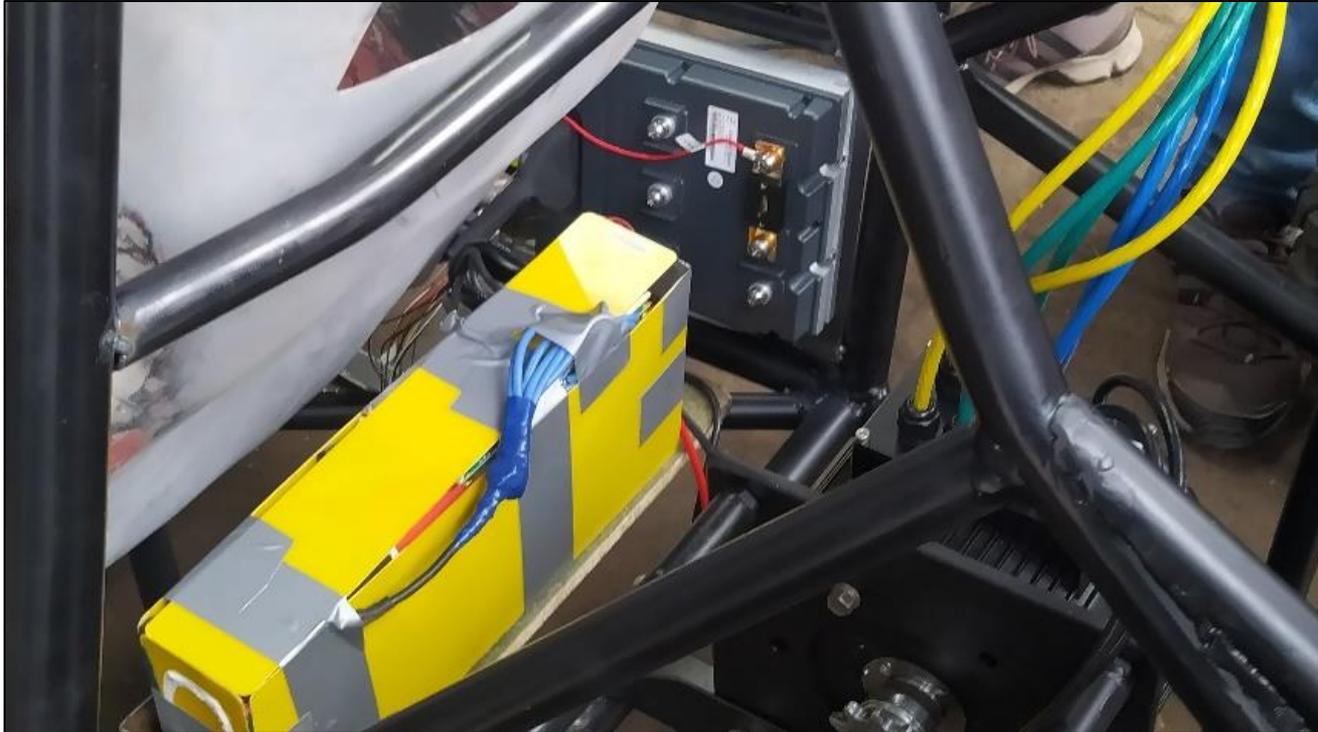
# - IMPLEMENTACIÓN DEL CONTROLADOR



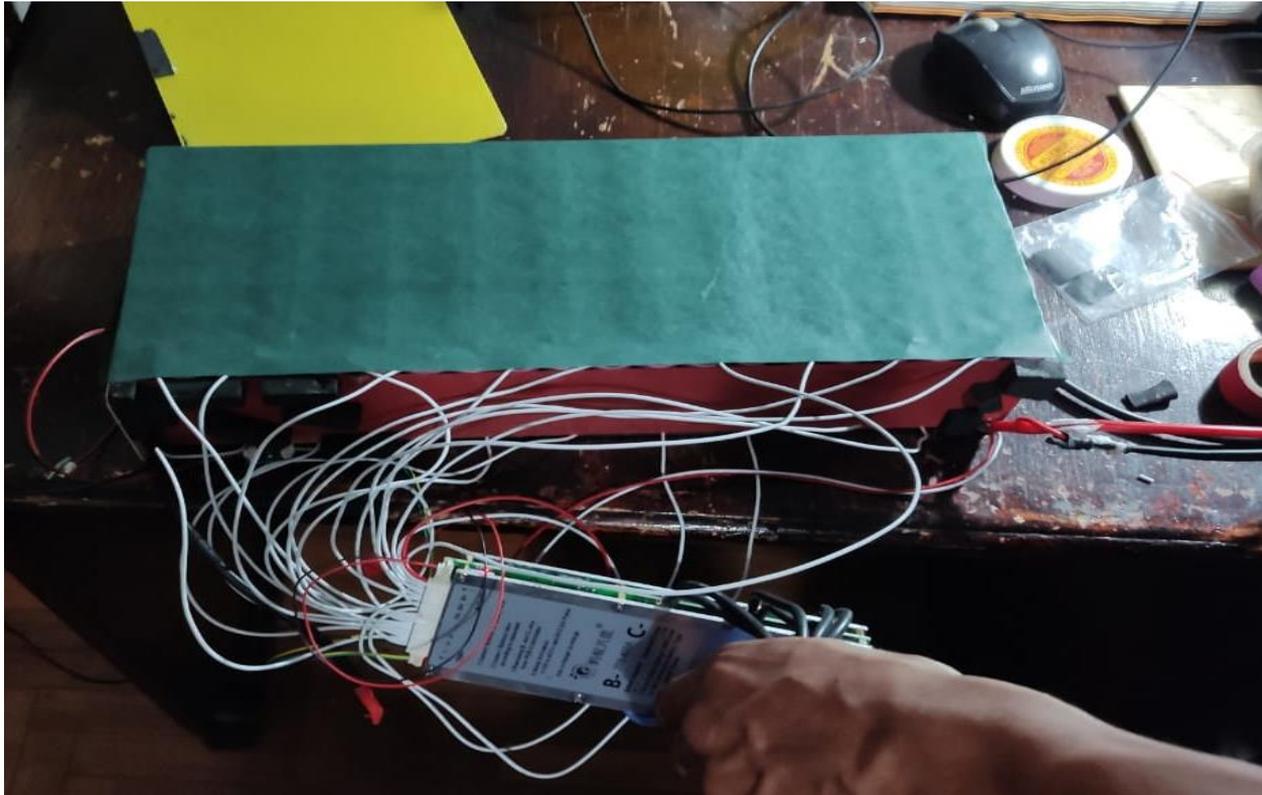
Parámetro	Valor
Voltaje	72 V
Corriente nominal del BUS de CC	30-200A
Potencia nominal de salida	10000W
Corriente	20~40mA



# - IMPLEMENTACIÓN DE LA BATERÍA



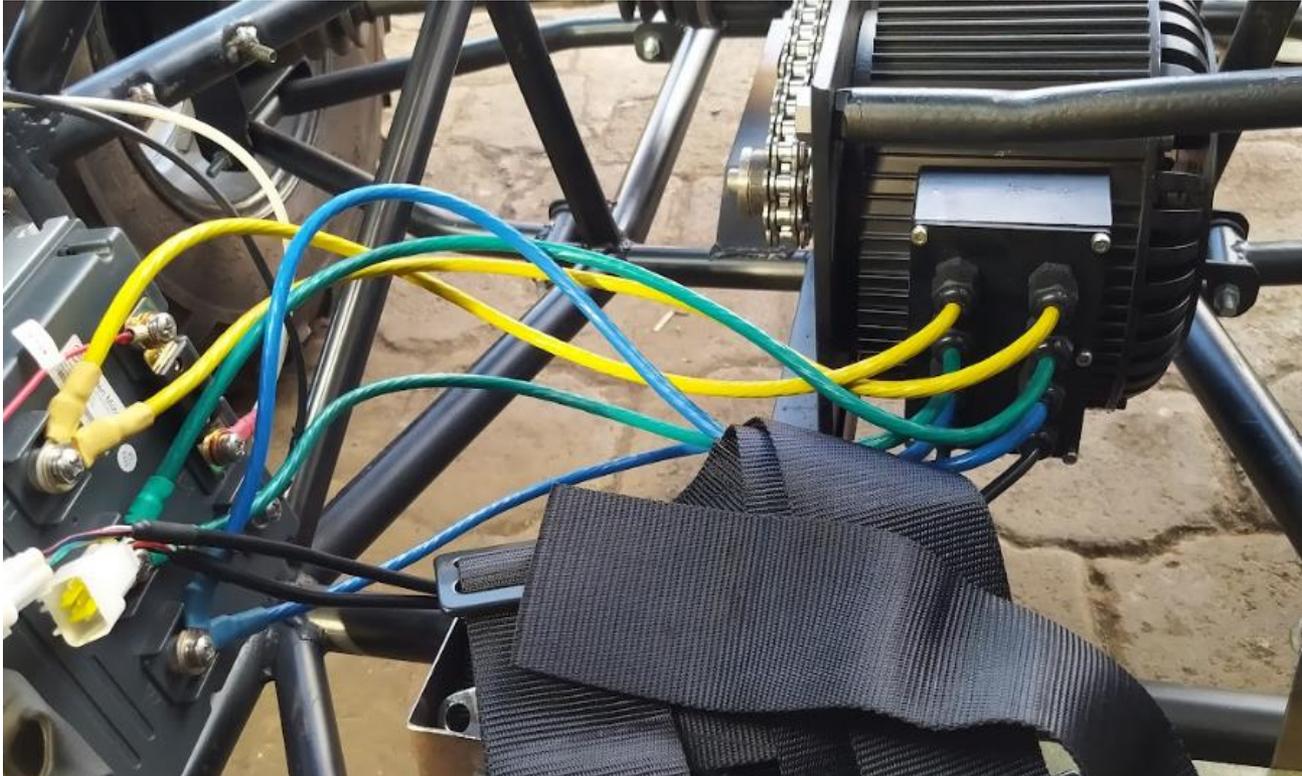
# - IMPLEMENTACIÓN DEL BMS



# - IMPLEMENTACIÓN DEL PEDAL DE ACELERACIÓN



# - CONEXIÓN DE MOTOR Y CONTROLADOR



# - CONEXIÓN DE CONTROLADOR Y BATERÍA



# - CONEXIÓN DE CONTROLADOR Y PEDAL DE ACELERACIÓN



# *CAPÍTULO IV*

PRUEBA EN VACÍO

PRUEBAS DE PROTOCOLO

PRUEBAS DE RUTA

PRUEBAS DE POTENCIA

PRUEBAS DE VELOCIDAD

PRUEBAS DE AUTONOMÍA



# ***-PRUEBA EN VACÍO***

El consumo que se mide es del circuito completo, es decir lo que consume el controlador, motor y la batería del prototipo, la cual no sobrepasará los 20 A.



# ***-PRUEBAS DE PROTOCOLO***

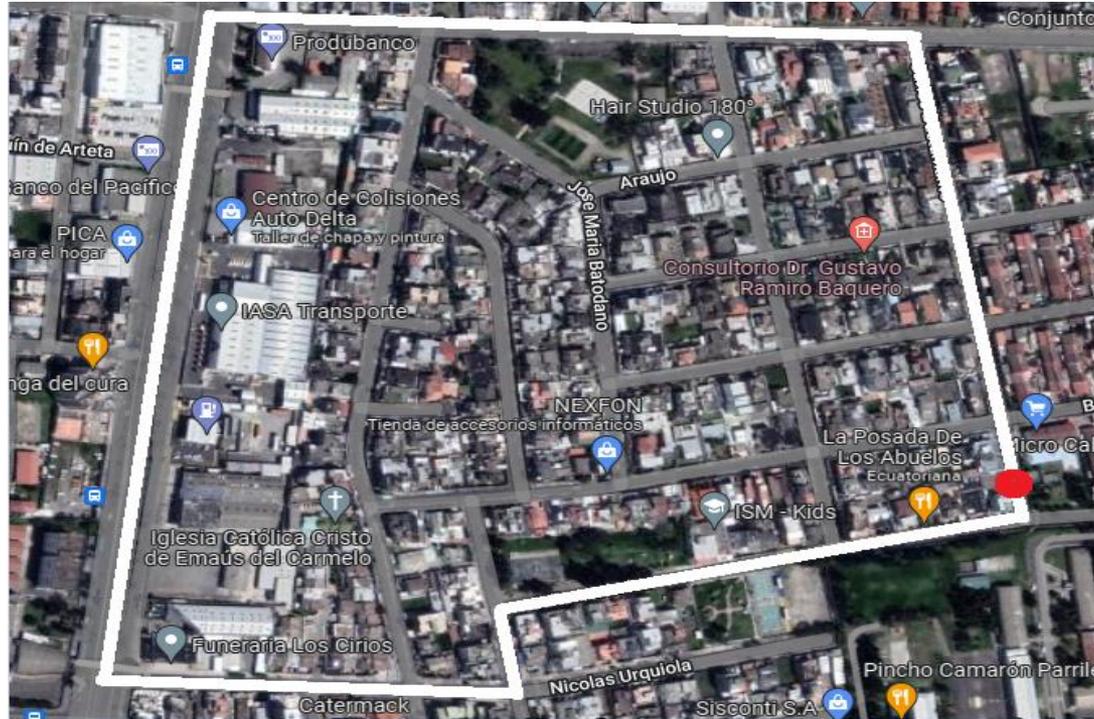
Alrededor de 5 vueltas a una distancia de 100 metros de ida y vuelta.



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

# -DISEÑO DE RUTA

Recorrido de 2 km en la ciudad de Quito.



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

# ***-PRUEBAS DE POTENCIA***

---

<b>Potencia</b>	9360 W
<b>Amperaje</b>	130 A
<b>Voltaje</b>	72 V

---



# -PRUEBAS DE VELOCIDAD



$2km = 337s$



# ***-PRUEBAS DE AUTONOMÍA***

Como anteriormente se mencionó, al iniciar las pruebas la batería tenía una carga del 84% y luego de realizar el recorrido de la pista alrededor de 3 vueltas, la carga de la batería disminuyó en un 7%, es decir, al finalizar las pruebas la carga final de la batería fue de 74%.

Por lo que mediante una relación entre el porcentaje de batería, el kilometraje y el tiempo de prueba, se determinó que la autonomía aproximada del prototipo con una batería cargada al 100% es de más de 3 a 4 horas a una velocidad entre 30 km/h y 40 km/h.



# *CAPÍTULO IV*

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

# **-CONCLUSIONES**

- Se investigo los tipos de motores eléctricos y los tipos de transmisión que se pueden emplear en un prototipo de vehículo de competición fórmula SAE eléctrico de acuerdo a sus características y beneficios que puede aportar teniendo en cuenta elegir el más óptimo de acuerdo a su costo y beneficio.
- Se dimensionó y se colocó los componentes eléctricos y electrónicos diseñando bases para los mismos y empleando soldadura para la sujeción en el bastidor del prototipo.
- Se realizo las pruebas de funcionamiento del prototipo de vehículo de competición fórmula SAE eléctrico en un recorrido de 2km donde se evidencio un buen rendimiento en curvas, pendientes, rectas y bajadas.



# ***-RECOMENDACIONES***

- Cuando se vaya a manipular los componentes del sistema de potencia, primero se debe desenergizar el circuito eléctrico del prototipo, es decir, desconectar la conexión entre batería y controlador.
- Cuando se vaya a acelerar, es recomendable no mantener accionado el freno con el pie izquierdo para evitar un sobre esfuerzo del motor, lo que conllevaría a un sobrecalentamiento.
- Encender el prototipo únicamente cuando se lo vaya a utilizar caso contrario puede existir pérdida de energía.



***¡GRACIAS!***



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA