



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

## **Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica**

### **Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz.**

“Implementación del sistema de tren de potencia y transmisión de un prototipo de vehículo eléctrico en la carrera de tecnología superior en mecánica automotriz de la universidad de las Fuerzas Armadas ESPE “

**Autores:** Chipantiza Elbay, Carlos Sebastián y Tipanluiza Muela, Alex Paul.

**Director:** Ing. Carrera Tapia, Romel David.

**Latacunga - 2023**



# CAPÍTULO I

- ❖ OBJETIVOS
- ❖ ANTECEDENTES
- ❖ PLANTAMIENTO DEL PROBLEMA
- ❖ JUSTIFICACIÓN

# OBJETIVOS

## General

Implementar el sistema del tren de potencia y transmisión de un prototipo de vehículo eléctrico para una óptima circulación por las vías nacionales en la carrera de tecnología superior en mecánica automotriz de la universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.

## Específicos

- ❖ Establecer información bibliográfica sobre los tipos de motores eléctricos como parámetros especificaciones para poder determinar el más óptimo en autonomía relación costo y beneficio.
- ❖ Desarrollar el lugar de instalación del tren de potencia y transmisión en el bastidor para su correcto ensamblaje de los componentes eléctricos y electrónicos.
- ❖ Realizar el respectivo ensamblaje de todos los componentes que posee el sistema del tren de potencia y transmisión sobre el bastidor del prototipo del vehículo.
- ❖ Realizar las pruebas correspondientes para poder determinar el correcto funcionamiento del sistema del tren de potencia y transmisión.

# ANTECEDENTES

Los vehículos basados en combustible fósil han sido levemente remplazados por vehículos eléctricos. Mediate el trascurso y tiempo el avance de la tecnología en nuestro país se han desarrollado e implementado esos vehículos. Es de gran aporte y necesidad mundial por la sostenibilidad ambiental y el bienestar de la humanidad. Conlleva consigo a grandes desafíos de todo nivel entre ellos el estudio del impacto en la demanda de energía eléctrica asociada al consumo de estos vehículos eléctricos

La implementación del sistema de tren de potencia y transmisión de un prototipo de vehículo eléctrico a lo largo influirá en la formación académica de los estudiantes de mecánica automotriz. Se ha presentado como un medio de representación de un proyecto característico y muy útil. Herramienta de gran compresibilidad para complementar el aprendizaje de los estudiantes de la institución educativa superior

# PLANTAMIENTO DEL PROBLEMA

Todos los vehículos independientemente de que tipo de tecnología posea necesariamente requiere un sistema de tren de potencia y transmisión para poder desplazarse. A causa del constante crecimiento de contaminación ambiental producida por los vehículos impulsados con combustibles fósiles. Exige a la sociedad a implementar estrategias sobre la utilización de las energías renovables incrementando nuevos sistemas de propulsión que sean amigables con el medio ambiente

Hoy en día los vehículos eléctricos tienen gran importancia debido a su gran eficiencia y ecología por su funcionamiento. Consiste en una batería eléctrica la cual se encarga de proveer energía al motor a través de la electricidad lo cual no produce gases nocivos a diferencia de un motor de combustión interna. Por eso un vehículo eléctrico es de gran aporte ahora y a futuro para poder reducir el nivel de contaminación y mejorar la calidad ambiental. Ya que su fuente de propulsión (electricidad) se puede regenerar mediante las energías renovables especialmente de la energía solar.

# JUSTIFICACIÓN

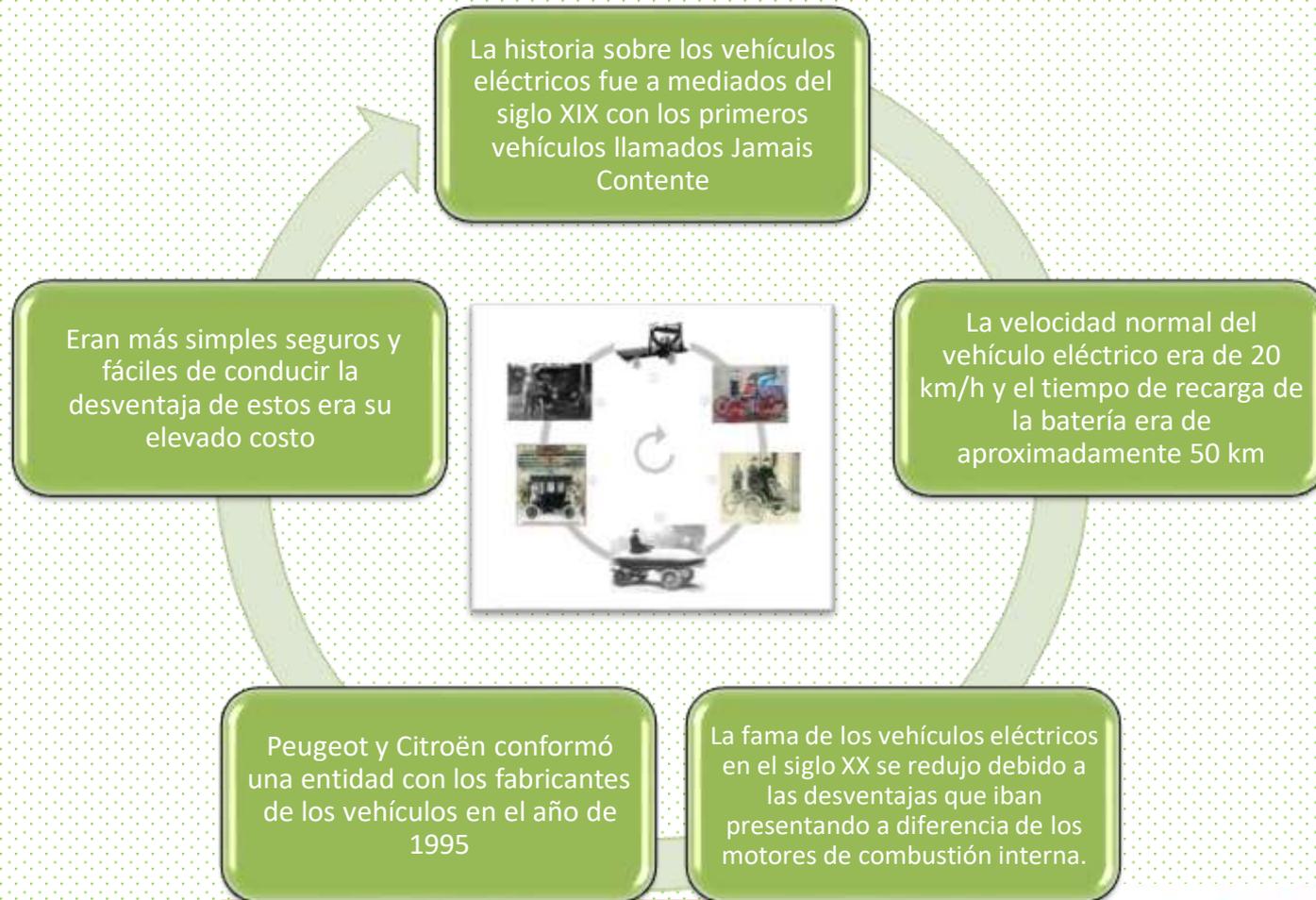
La implementación del sistema de tren de potencia y transmisión de un prototipo de vehículo eléctrico será un recurso educativo y de alguna manera una herramienta que tendría el estudiante para tener acercamiento con la realidad. Durante su periodo de formación académica y profesional del estudiante dicha herramienta brindará una mayor eficaz y transversalidad en el proceso de enseñanza. En el aprendizaje de mecánica automotriz de una manera más comfortable apoyada en la innovación tecnológica.

Por tanto, se pretende que el proyecto de titulación marque un punto de referencia para futuras generaciones de la institución que deseen encaminarse en el campo de la mecánica automotriz. Y con ello conseguir que la Universidad ESPE fortalezca las destrezas cognitivas y formativas de sus técnicos automotrices. Aportando en la implementación del sistema del tren de potencia y transmisión de un prototipo de vehículo eléctrico.

# CAPÍTULO II

- ❖ HISTORIA Y EVOLUCIÓN DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS
- ❖ TIPOS DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS Y HÍBRIDOS
- ❖ TIPOS DE PROPULSIÓN EN VEHÍCULOS
- ❖ COMPONENTES DEL VEHÍCULO ELÉCTRICO
- ❖ MOTOR ELÉCTRICO
- ❖ CONTROLADOR
- ❖ SISTEMA DE PROPULSIÓN
- ❖ PEDAL DE ACELERADOR
- ❖ UBICACIÓN DE COMPONENTES DEL PROTOTIPO
- ❖ BMS
- ❖ FUNCIONES PRIMORDIALES EN LA BATERÍA
- ❖ CARACTERÍSTICAS DE LAS BATERÍAS BATERÍA DE LITIO

# HISTORIA Y EVOLUCIÓN DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS



# TIPOS DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS Y HÍBRIDOS



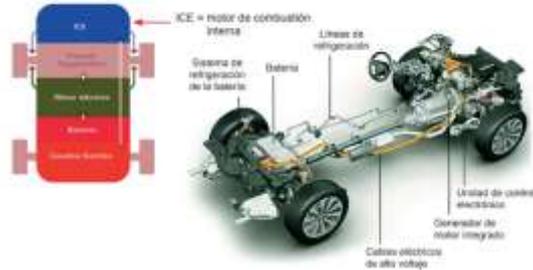
BEV (100 % eléctrico)



PHEV



FCEV



HEV



EREV

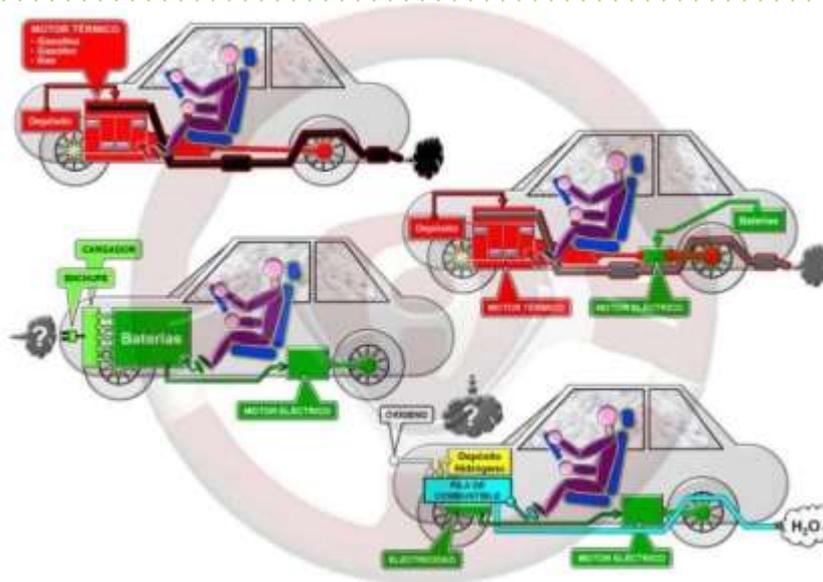
# TIPOS DE PROPULSIÓN EN VEHÍCULOS

*Propulsión  
térmica*

*Propulsión  
híbrida*

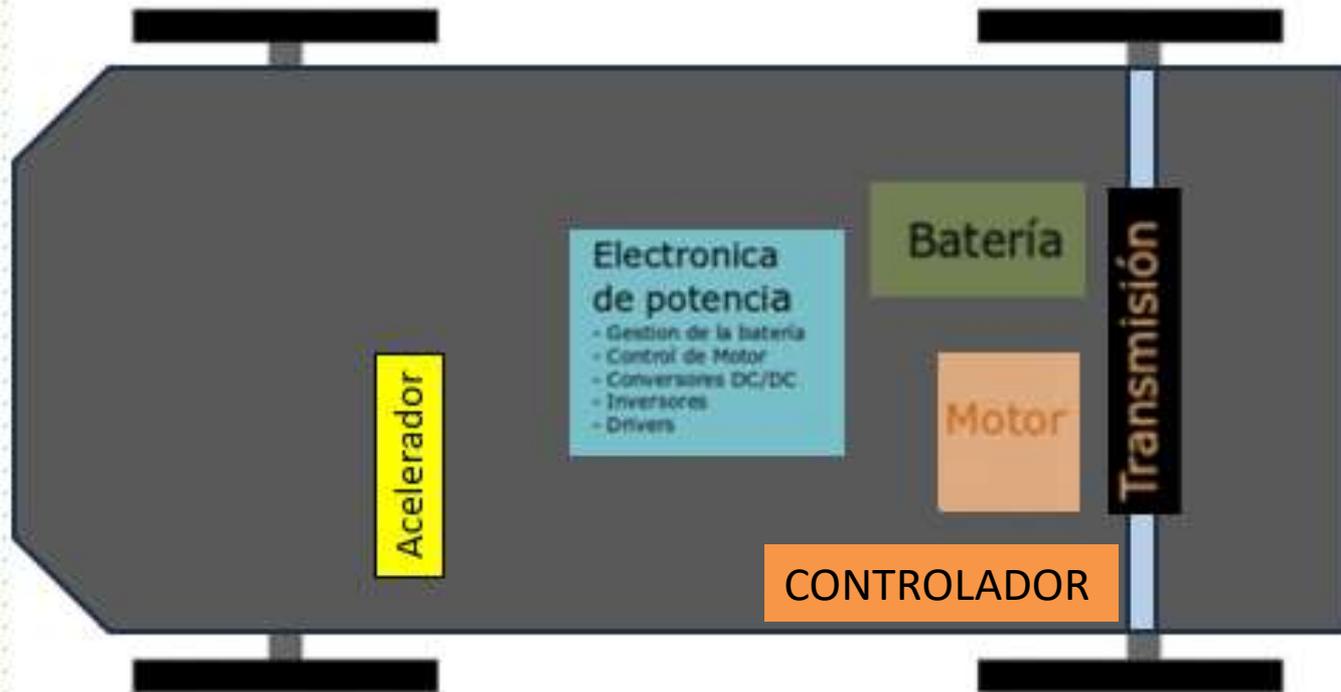
*Propulsión  
eléctrica*

*Propulsión  
con pila de  
combustible  
de  
hidrógeno*

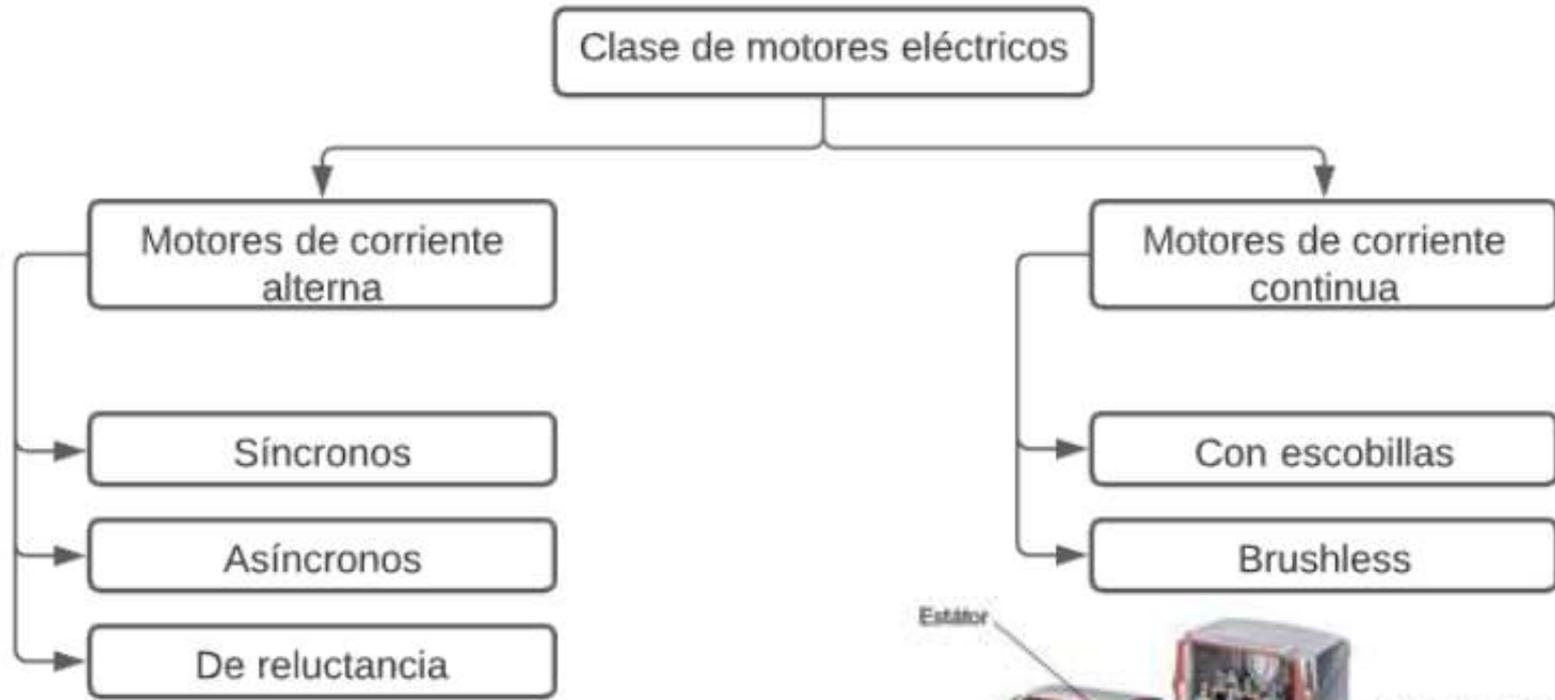


**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

# COMPONENTES DEL VEHÍCULO ELÉCTRICO



# MOTOR ELÉCTRICO



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

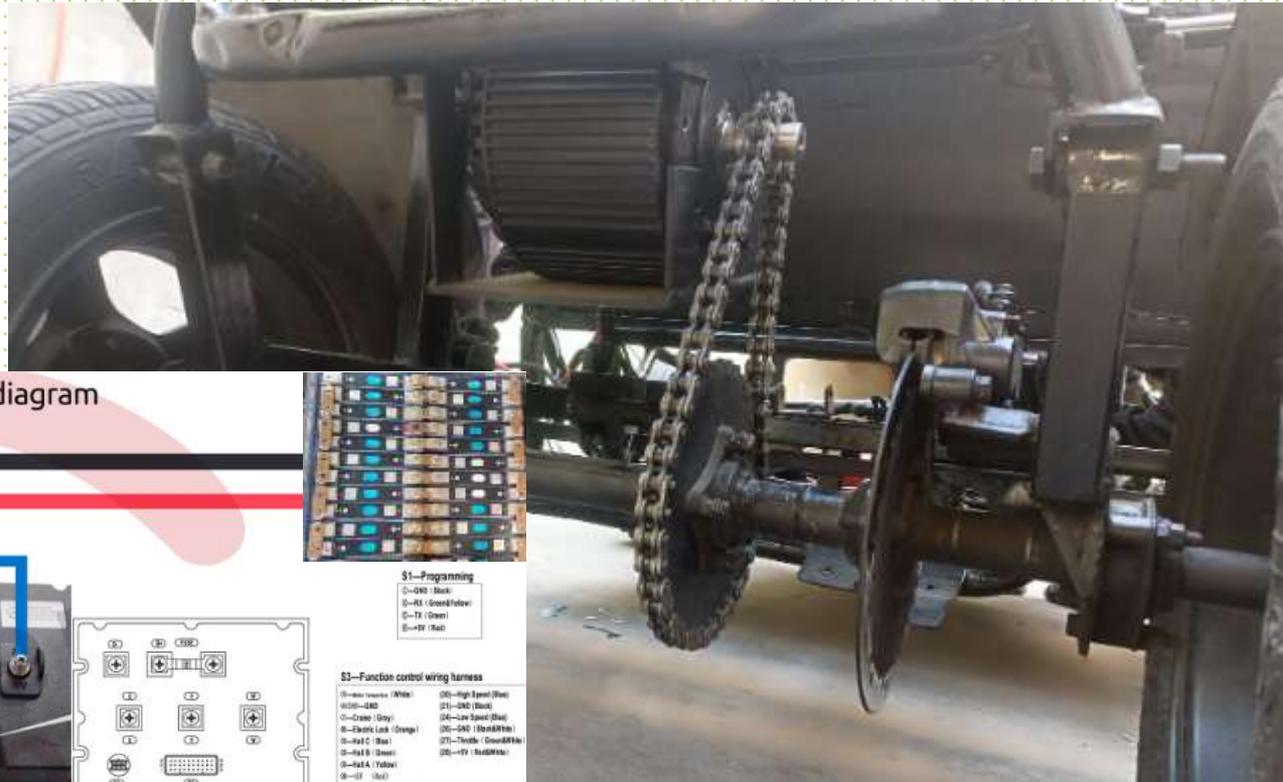


# CONTROLADOR

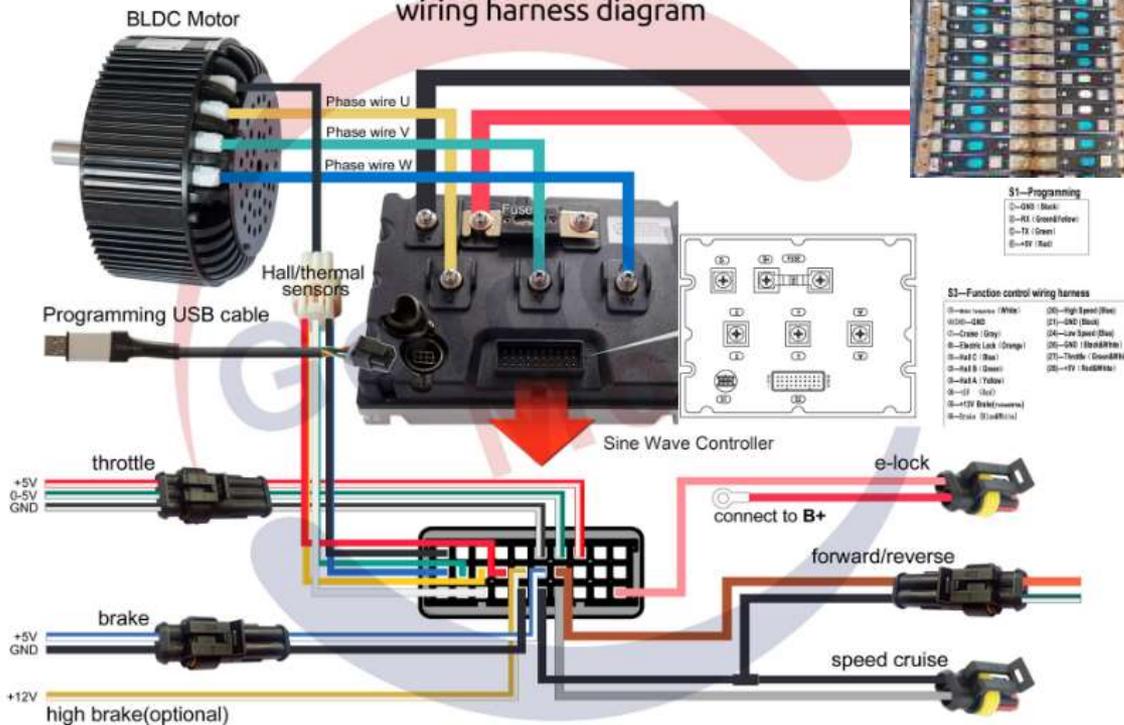


El controlador para motores BLDC de alto rendimiento puede desbloquear todo el potencial del motor y elevar sus operaciones con el fin de superar las expectativas.

# SISTEMA DE PROPULSIÓN



wiring harness diagram



# PEDAL DEL ACELERADOR



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.

Este actúa directamente sobre un potenciómetro transformando su posición en una magnitud eléctrica

# BMS

La principal función del BMS es proteger a la batería previniendo que esta actúe fuera de la zona segura. Para esto monitorizará en qué estado se encuentra la batería y así podrá recopilar datos y realizar su análisis.

(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



# FUNCIONES PRIMORDIALES EN LA BATERÍA

1

*Controlar  
la carga*

5

*Comunicar y  
registrar*

**BMS**

2

*Calcular el  
Estado de la  
Carga*

3

*Medir el  
Estado de  
Salud*

# CARACTERÍSTICAS DE LAS BATERÍAS

## BATERÍA DE LITIO

La batería de nuestro prototipo deberá tener una capacidad de almacenaje de energía de 100 Amperios Hora con esta cantidad lograremos obtener la autonomía necesaria para el desarrollo de las actividades para la que está destinado.

**Por celda**

**$V_n = 3,2 \text{ v}$**

**$V_m = 3,65 \text{ v}$**

**$V_{\min} = 2,65 \text{ v}$**

**24 celdas**

**$V_n = 76,8 \text{ v}$**

**$V_{\max} = 87,6 \text{ v}$**

**$V_{\min} = 63,6 \text{ v}$**

**$76,8 \text{ v} \times 100 \text{ Ah} = 7600 \text{ v/h}$**

**$3,2 \text{ v} \times 100 \text{ Ah} = 320 \text{ v/h}$**

# CAPÍTULO III

- ❖ IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DEL TREN DE POTENCIA Y TRANSMISIÓN DE UN PROTOTIPO DE VEHÍCULO
- ❖ CONEXIÓN DEL SISTEMA DE PROPULSION
- ❖ CALCULOS
- ❖ RELACION DE TRANSMISIÓN
- ❖ CONEXIÓN DEL MOTOR
- ❖ CONEXIÓN DEL CONTROLADOR
- ❖ CONEXIÓN PEDAL DE ACELERADOR
- ❖ CONEXIÓN DE LA BATERÍA
- ❖ CONEXIÓN DEL PEDAL DEL ACELERADOR

# IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DEL TREN DE POTENCIA Y TRANSMISIÓN EN EL PROTOTIPO



# CONEXIÓN DEL SISTEMA DE PROPULSIÓN



# CALCULOS

## VELOCIDAD ANGULAR

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

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

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

$$Rpm\ obtenida: 1111\ rpm$$

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

## RELACION DE TRANSMISIÓN

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

Velocidad lineal en m/s

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

Velocidad lineal en km/h

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



# MOTOR ELÉCTRICO

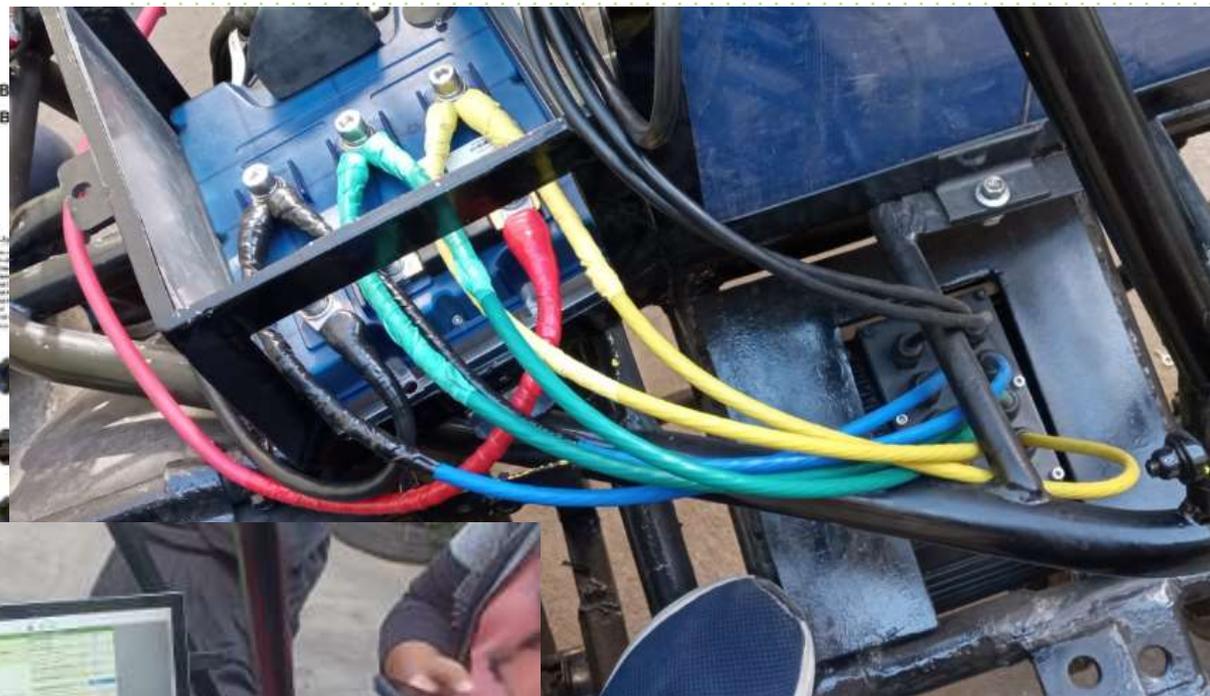
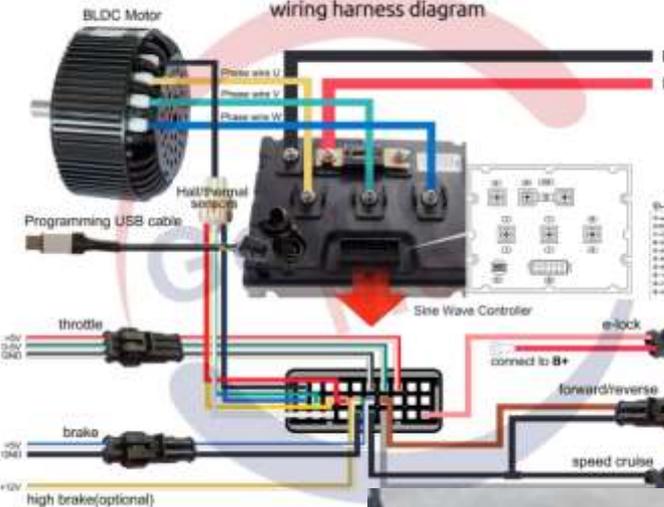


- Modelo: HPM-10KW -- Motor BLDC de alta potencia
- (BLDC) Motor conmutado electrónicamente sin escobillas.
  - Voltaje: 48V/72V/96V/120V
  - Potencia nominal: 8KW-20KW
    - Eficiencia: 91 %
- Resistencia de fase (mili ohmios): 3.1/48V; 18.0/120V
  - Velocidad: 2000-6000rpm (personalizable)
    - Peso: 17Kg(aire)
    - Carcasa: Aluminio
    - Longitud (altura): 170mm
    - Diámetro: 206mm
- Tamaño de la ranura: 6,4 mm (ancho) x 45 mm (largo) x 21,7 mm
  - profundidad: 25,4 mm



# CONEXIÓN DEL MOTOR

**GOLDENMOTOR Sine Wave Controllers**  
wiring harness diagram



# CONTROLADOR

Field Oriented Controller (vector control)

Best Tuned for BLDC Motor HPM10KW (48/72/96V 10KW)



State of Art Technology

Most Reliable

High Efficiency

Smooth Control

Programmable

Responsive

Model: VEC500

Voltage: 48V/72V/96V

Max Current: 500A

Golden  
Motor



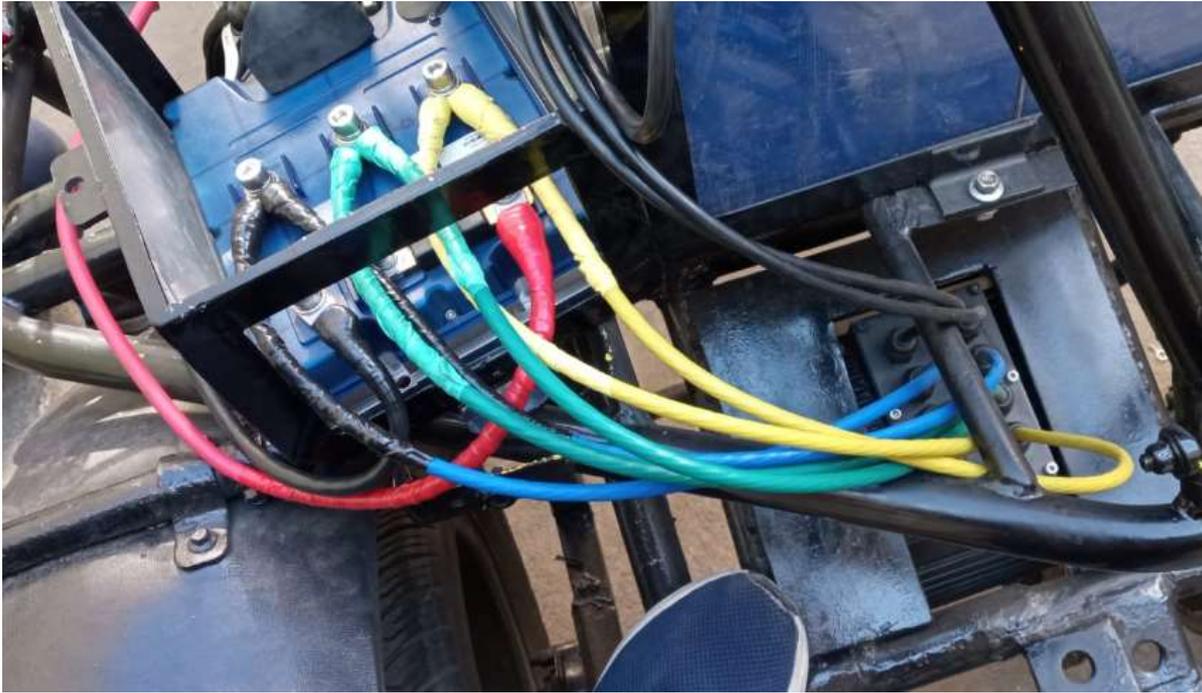
Sine wave  
controller

[www.goldenmotor.com](http://www.goldenmotor.com)



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

# CONEXIÓN DEL CONTROLADOR



# PEDAL DEL ACELERADOR

Modelo: FSC-010

- ❖ Voltaje de salida: 0-5V
- ❖ Material: aluminio fundido
- ❖ Peso: 0.9Kgs
- ❖ Características: Resistente al agua



# CONEXIÓN PEDAL DE ACELERADOR



# CONEXIÓN DE LA BATERÍA

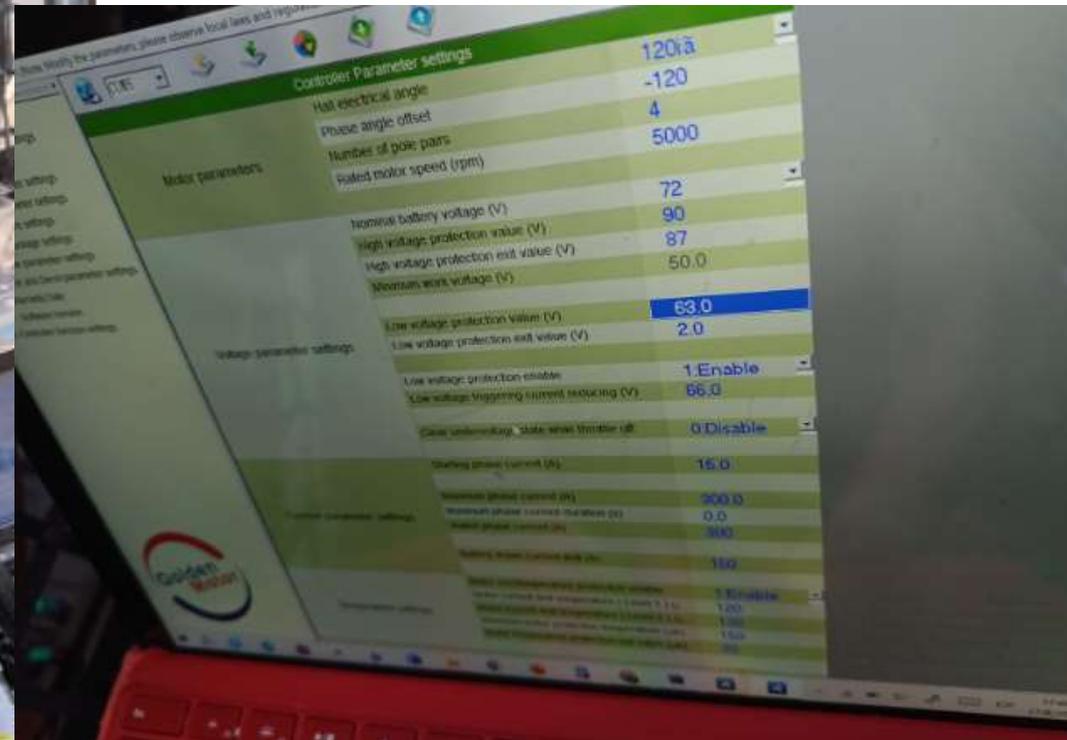
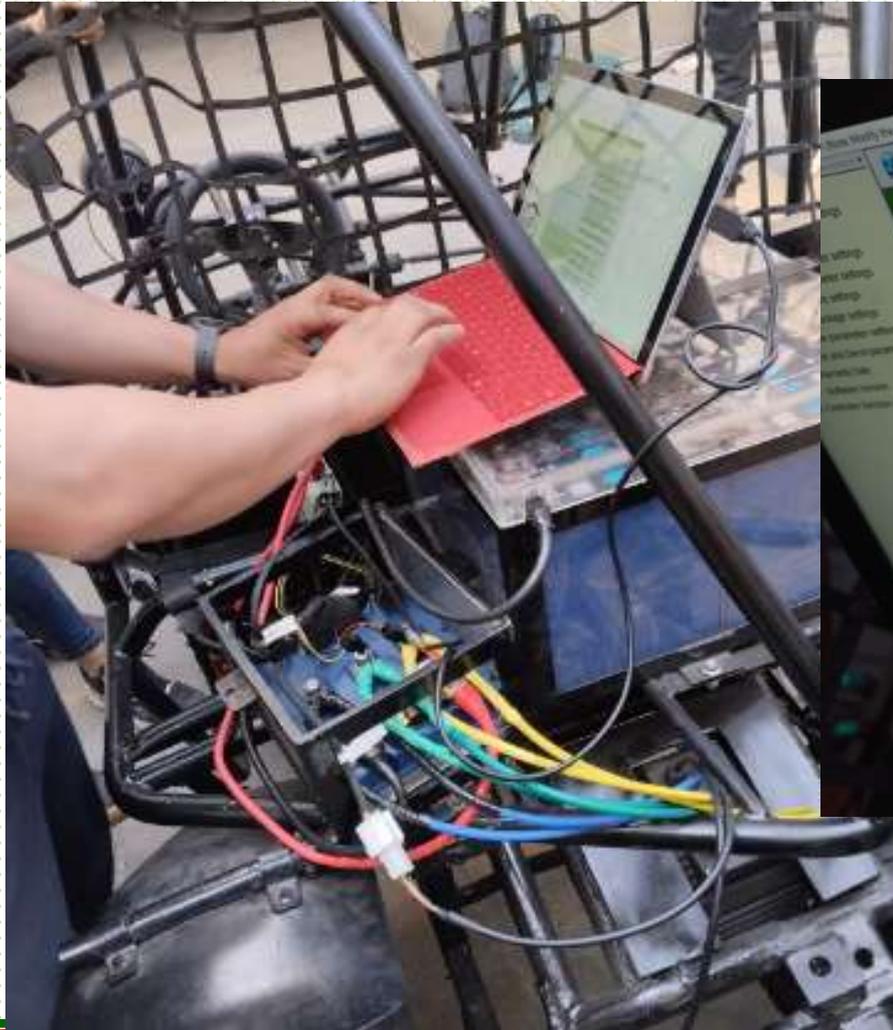


**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

# CONEXIÓN ANALIZADOR DE ENERGÍA



# PROGRAMACIÓN DEL MOTOR CONTROLADOR Y BATERÍA



# CAPÍTULO IV

- ❖ DISEÑO DE RUTA
- ❖ PRUEBAS DE POTENCIA
- ❖ PRUEBAS DE VELOCIDAD
- ❖ PRUEBAS DE AUTONOMIA
- ❖ RESULTADOS FINALES

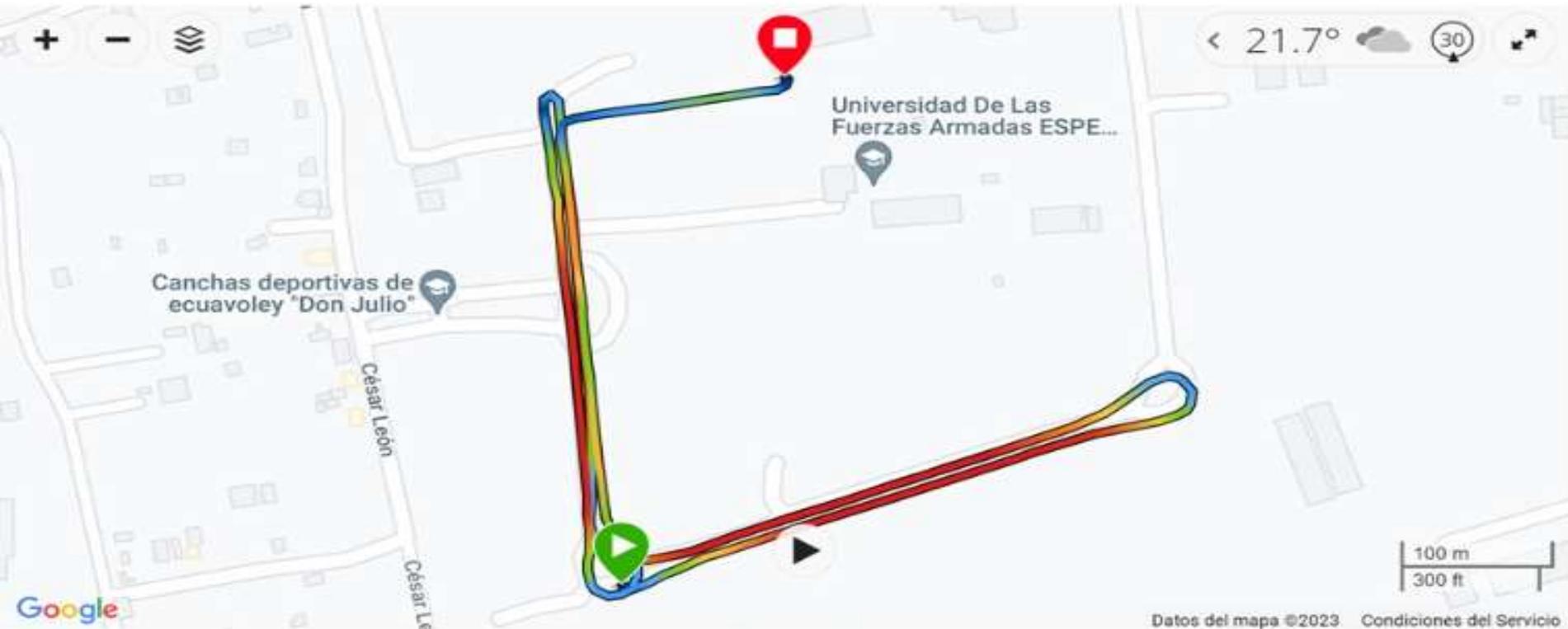
# DISEÑO DE RUTA

2.11 km  
Distancia

4:45.2  
Tiempo

26.6 km/h  
Velocidad media

25 m  
Ascenso total



Más lento Más rápido

Para la realización de las pruebas de funcionamiento, se las realizó en dentro de las instalaciones de la Universidad de las Fuerzas Armadas “ESPE” ubicada en la parroquia Belisario Quevedo

# PRUEBAS DE POTENCIA

## POTENCIA

- 10806.90 watt

## AMPERAJE

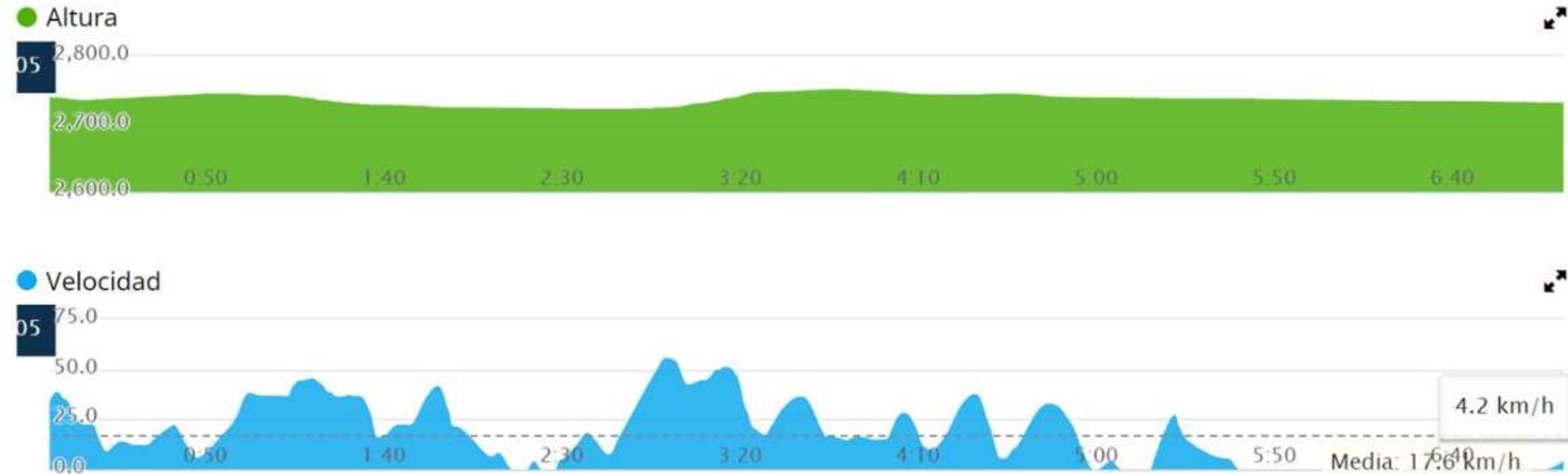
- 150 A

## VOLTAJE

- 87.6 V



# PRUEBAS DE VELOCIDAD



26.6 km/h

Velocidad media

32.0 km/h

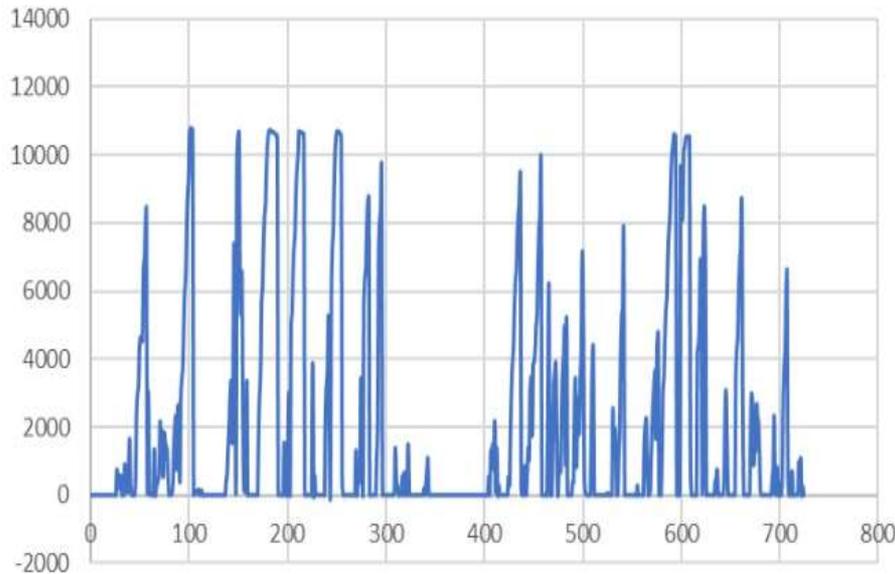
Velocidad media en movimiento

66.2 km/h

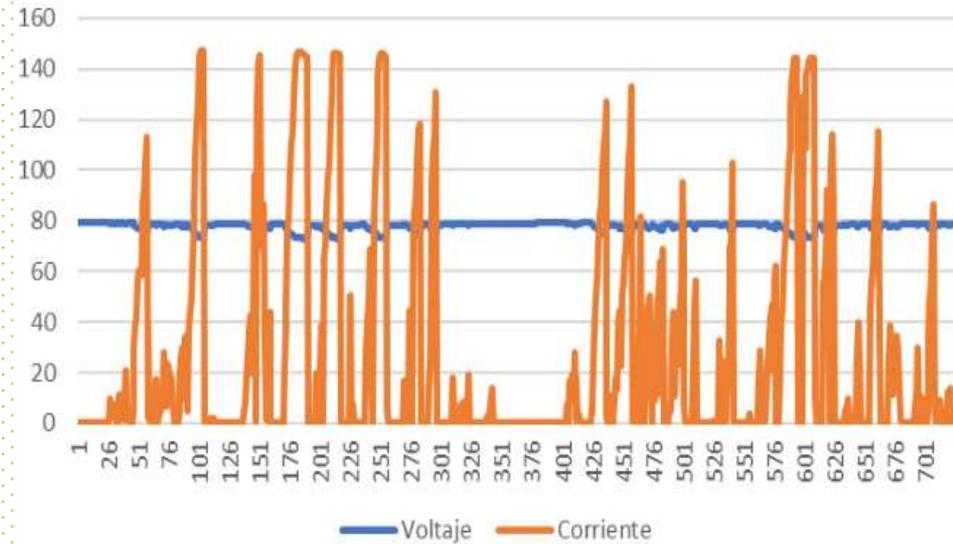
Velocidad máxima

# PRUEBAS DE AUTONOMIA

Potencia



V vs I



	v	c	p
maximo	79.30	147.23	10806.90
minimo	73.10	0.00	0.00
promedio	77.78	26.85	2019.60

Se determino que la autonomía aproximada es de mas de 7 horas a una velocidad entre 70 y 100 km.

# RESULTADOS FINALES

<i>consumo=</i>	152.78	A
<i>Autonomía=</i>	78.55	Km
<i>Capacidad de carga=</i>	7 200.00	Wh
<i>Tiempo de descarga=</i>	39.27	min
<i>Tiempo de carga=</i>	10.00	h



# CAPÍTULO V

- ❖ CONCLUSIONES
- ❖ RECOMENDACIONES

# CONCLUSIONES

- ❖ Se indago sobre los diferentes tipos de motores eléctricos y transmisión que se pueda adaptar en un prototipo de vehículo eléctrico tipo buggy basándonos en sus características que nos puede proporcionar al proyecto considerando que sea de gran eficiencia para el prototipo.
- ❖ Se realizo el dimensionamiento para la colocación de los componentes eléctricos mediante la elaboración de bases aplicando soldadura MIG para la fijación en el bastidor del prototipo.
- ❖ Se realizo las correspondientes pruebas de funcionamiento del prototipo donde se pudo determinar que posee de una buena eficiencia y rendimiento en pendientes descensos y rectas.

# 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 de energía sin uso



# ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

MUCHAS  
GRACIAS

