



**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**

**“Incremento de un conjunto de baterías de litio para mejorar la autonomía del 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.”**

**Autores: Gutierrez Gualotuña, Alex Javier y Mungabusi Jinde, Bryan Alexander**

**Director: Ing. Arias Pérez, Ángel Xavier**

**Latacunga - 2024**



# OBJETIVOS

## General

Implementar un conjunto de baterías de litio para mejorar la autonomía del prototipo de vehículo de competición formula SAE para la carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.

## Específicos

Investigar los tipos de baterías que se pueden emplear en el prototipo de vehículo de competición fórmula SAE eléctrico según sus características y beneficios.

Implementar el conjunto de baterías en el prototipo de vehículo de competición fórmula SAE eléctrico. Determinar la potencia del prototipo mediante pruebas de funcionamiento.

Realizar pruebas y análisis de resultados para constatar el correcto funcionamiento y autonomía del vehículo SAE eléctrico.



# ANTECEDENTES

A pesar de que los vehículos eléctricos han ganado prominencia en los últimos años, es importante destacar que su concepción precede a la era de los automóviles equipados con motores de combustión interna. Estos vehículos eléctricos alcanzaron notoriedad a finales del siglo XIX y principios del siglo XX, hasta que la proliferación de vehículos con motores de combustión interna modificó la dinámica del mercado automotriz. En consonancia con este desarrollo, se llevó a cabo la innovación de una batería de iones de litio, un dispositivo compuesto por dos o tres celdas conectadas en serie o en paralelo, diseñado para almacenar electricidad. Este dispositivo utiliza sal de litio como electrolito para propiciar la reacción necesaria entre el cátodo de iones y el ánodo.



# PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la ciudad de Latacunga en la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE-L de la carrera de Tecnología Superior en Mecánica automotriz se ha identificado una limitación en la autonomía del prototipo de vehículo de competición Formula SAE eléctrico, este inconveniente se atribuye a la insuficiencia de amperaje disponible en la batería, lo que afecta la capacidad de proporcionar la potencia máxima requerida para el funcionamiento óptimo del motor.

Desde la presentación del proyecto anterior, se llevó a cabo un análisis y se incentivaron pruebas adicionales que indicaron que el rendimiento del mismo no alcanza una autonomía adecuada con respecto a las necesidades establecidas. La insuficiencia de potencia identificada podría derivarse de la limitada capacidad de almacenamiento de las baterías actualmente utilizadas.



# JUSTIFICACIÓN

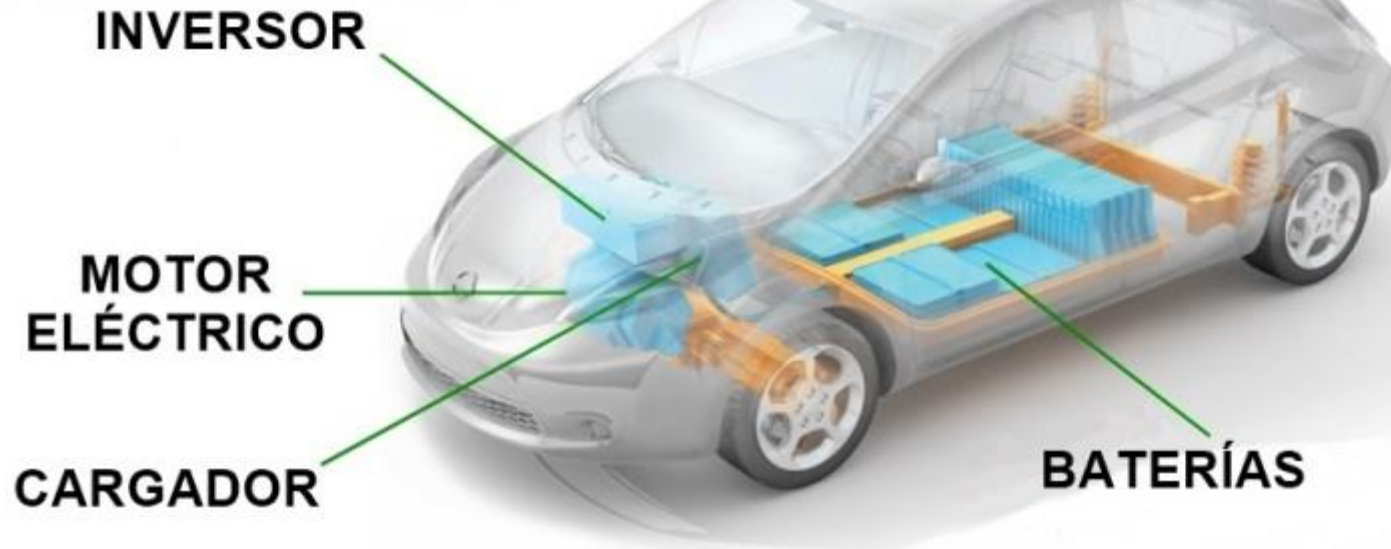
El presente proyecto tiene como finalidad realizar la implementación de baterías de Ion litio en el vehículo de competición formula SAE, para mejorar la autonomía y potencia. Proyecto en el cual será empleará una investigación amplia, además de poner en práctica los conocimientos teórico prácticos adquiridos durante la carrera y de esta manera obtener resultados positivos en las pruebas de autonomía y potencia.

Con esto logramos, enfatizar la importancia de la implementación de este tipo de baterías en los vehículos eléctricos y obtener aspectos positivos en la autonomía del vehículo.



# VEHÍCULO ELÉCTRICO

¿QUE HAY DENTRO  
DE TU COCHE ELÉCTRICO?



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

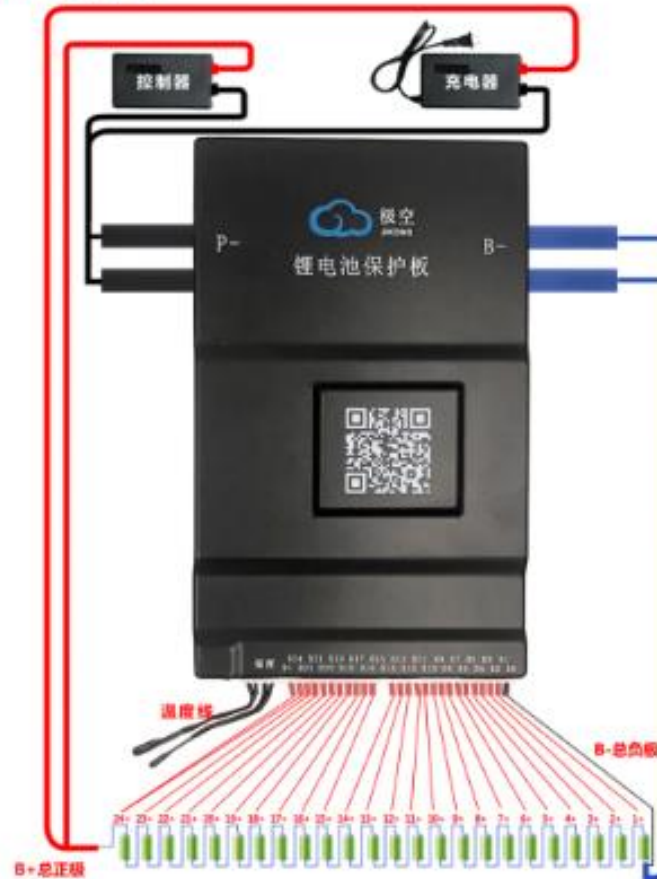
# TIPOS DE BATERÍAS

- **Baterías alcalinas:** Comúnmente desechables.
- **Baterías de ácido-plomo:** Comunes en vehículos y motocicletas.
- **Baterías de ion litio:** Son más ligeras que las baterías que utilizan el plomo .
- **Baterías de polímero de litio (LiPo):** Presentan mejor densidad de energía y mejor tasa de descarga, pero presentan el inconveniente de quedar inutilizadas si pierden su carga por debajo del 30%.
- **Batería de litio-ferro fosfato:** Una ventaja es su estabilidad química y térmica, que mejora la seguridad de la batería



# BMS

24串连接图



# DATOS TÉCNICOS DE LA BATERÍA LIFEPO4

Características	LIFEPO4
Número de celdas	24 celdas
Voltaje de la batería	80 V
Voltaje nominal	3.6 V
Amperaje	100 Ah
Longitud	685 mm
Ancho	177 mm
Altura	220 mm
Peso	47 kg

# MODIFICACIÓN DE LA BASE PARA LA BATERÍA





# INSTALACIÓN DE LA BATERÍA



# CONEXIÓN DEL BMS



# JIKONG BMS





# CONFIGURACIÓN DE LA BATERÍA





TIME: 2M1S



Charge: OFF

Discharge: OFF

Balance: ON

79.93<sup>V</sup>

0.0<sup>A</sup>

Battery Power: 0.0<sup>W</sup>  
 Battery Capacity: 40.0<sup>AH</sup>  
 Remain Capacity: 28.8<sup>AH</sup>  
 Remain Battery: 72%  
 Cycle Count: 0  
 Cycle Capacity: 0.0<sup>AH</sup>  
 Time Emerg.: 0

Ave. Cell Volt.: 3.330<sup>V</sup>  
 Cell Volt. Diff.: 0.033<sup>V</sup>  
 Balance Curr.: 1.954<sup>A</sup>  
 MOS Temp.: 24.8<sup>°C</sup>  
 Battery T1: 20.4<sup>°C</sup>  
 Battery T2: 21.1<sup>°C</sup>

Modify PWD. in time

01	3.331 <sup>V</sup>	09	3.331 <sup>V</sup>	17	3.331 <sup>V</sup>
02	3.300 <sup>V</sup>	10	3.331 <sup>V</sup>	18	3.333 <sup>V</sup>
03	3.331 <sup>V</sup>	11	3.331 <sup>V</sup>	19	3.331 <sup>V</sup>
04	3.331 <sup>V</sup>	12	3.331 <sup>V</sup>	20	3.333 <sup>V</sup>
05	3.331 <sup>V</sup>	13	3.331 <sup>V</sup>	21	3.331 <sup>V</sup>
06	3.331 <sup>V</sup>	14	3.331 <sup>V</sup>	22	3.331 <sup>V</sup>
07	3.333 <sup>V</sup>	15	3.331 <sup>V</sup>	23	3.331 <sup>V</sup>
08	3.331 <sup>V</sup>	16	3.333 <sup>V</sup>	24	3.331 <sup>V</sup>

Cells Wire Resistance

01	0.051 <sup>Ω</sup>	09	0.051 <sup>Ω</sup>	17	0.051 <sup>Ω</sup>
02	0.052 <sup>Ω</sup>	10	0.051 <sup>Ω</sup>	18	0.051 <sup>Ω</sup>
03	0.053 <sup>Ω</sup>	11	0.051 <sup>Ω</sup>	19	0.051 <sup>Ω</sup>
04	0.051 <sup>Ω</sup>	12	0.051 <sup>Ω</sup>	20	0.051 <sup>Ω</sup>
05	0.052 <sup>Ω</sup>	13	0.053 <sup>Ω</sup>	21	0.051 <sup>Ω</sup>
06	0.052 <sup>Ω</sup>	14	0.053 <sup>Ω</sup>	22	0.051 <sup>Ω</sup>
07	0.051 <sup>Ω</sup>	15	0.051 <sup>Ω</sup>	23	0.051 <sup>Ω</sup>
08	0.051 <sup>Ω</sup>	16	0.051 <sup>Ω</sup>	24	0.051 <sup>Ω</sup>



Status



Settings



Control

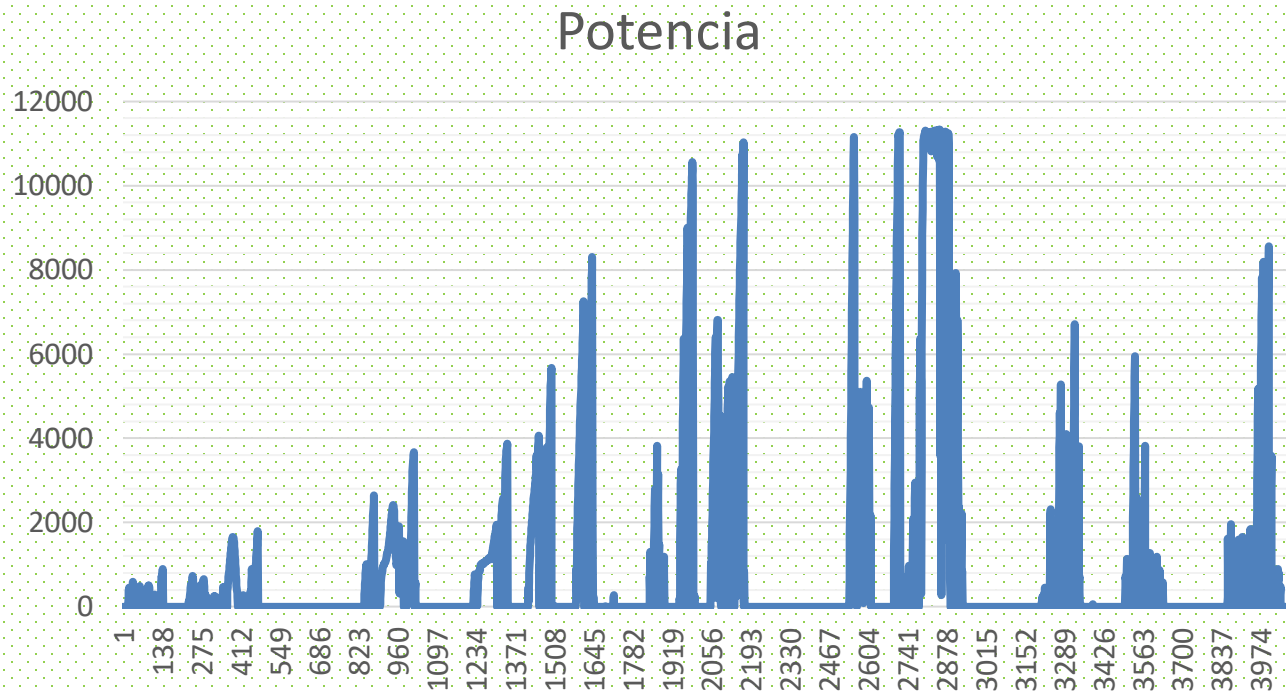


**ESPE**  
 UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
 INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

# FUNCIONAMIENTO



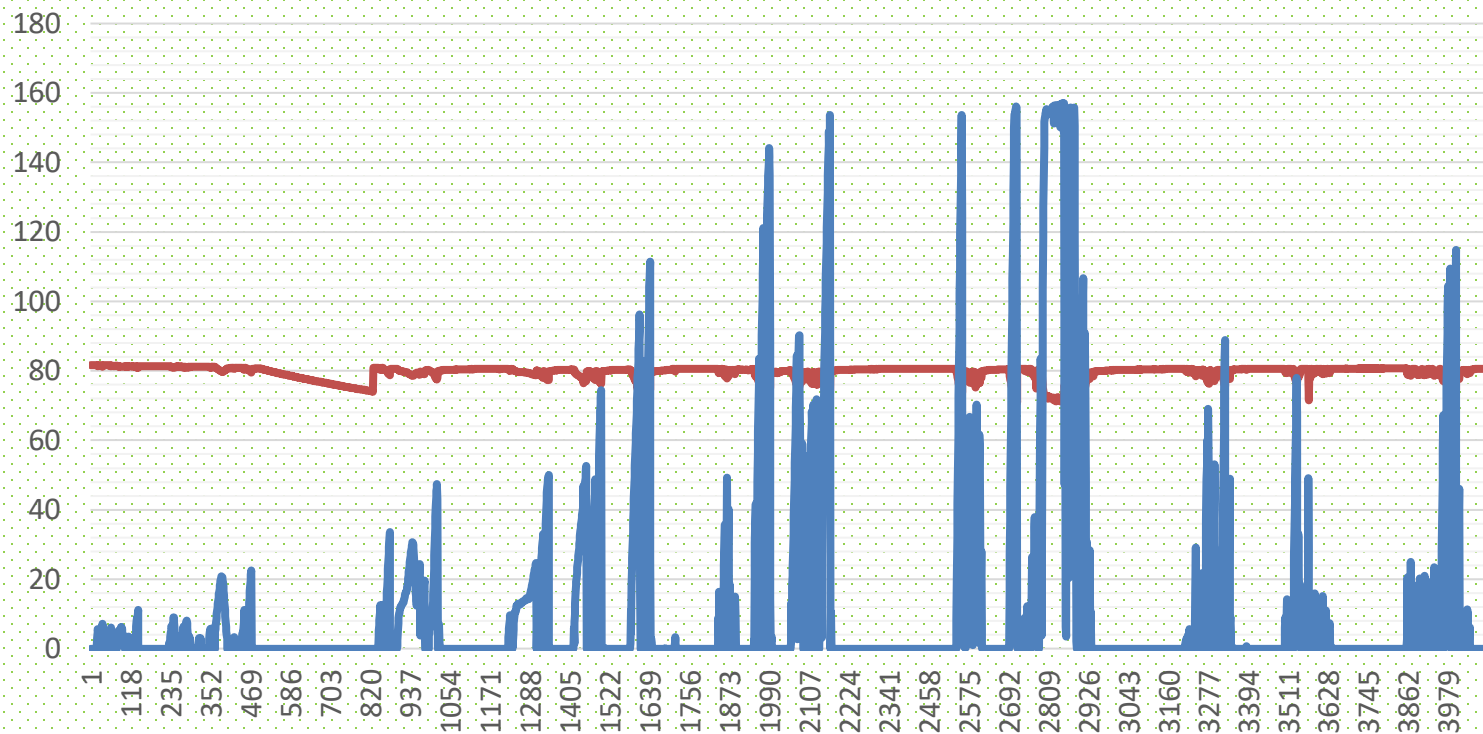
# CARACTERÍSTICAS POTENCIA





# GRÁFICA VOLTAJE/ CORRIENTE

Voltaje/Corriente



# PRUEBA DE AUTONOMÍA

Por otro lado, al iniciar las pruebas la batería tenía una carga del 80% y luego de realizar el recorrido de la pista de karting de seis vueltas, la carga de la batería disminuyó en un 2%, es decir, al finalizar las pruebas la carga final de la batería fue de 78%. 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 80 km.

# CONCLUSIONES

- En conclusión, se investigó los diferentes tipos de baterías según sus características y beneficios. Por ende, se determinó que la mejor opción para mejorar la autonomía y el rendimiento del prototipo es la batería de litio ferro fosfato ( $\text{LiFePO}_4$ ), que, debido a sus sobresalientes características, como la densidad de energía, el ciclo de vida, el rendimiento y la seguridad le convierte en la mejor candidata frente a las otras baterías.
- Tras el análisis, concluimos que para la implementación de la batería litio ferro fosfato ( $\text{LiFePO}_4$ ), se dimensiono y coloco bases para ayudar al soporte de las mismas. A través de procesos de soldadura y electricidad que facilitaron la instalación y conexión de la batería.
- Se llevaron a cabo pruebas de funcionamiento del prototipo del vehículo de competición Fórmula SAE eléctrico en un recorrido de 12.6 km, evidenciándose un desempeño satisfactorio en diversas condiciones, incluyendo curvas, pendientes, rectas.

# RECOMENDACIONES

- Se recomienda, que al elegir una batería para un vehículo eléctrico se tome en cuenta las características y beneficios que puede brindar al implementarlos en el vehículo. Es decir, seleccionar las baterías que proporcionen mejor rendimiento y autonomía y que cumplan con las necesidades del automóvil.
- Cuando se vaya a manipular algún componente eléctrico como la batería es recomendable tener precaución con los cables y revisar que no estén pelados o rotos, ya que, esto puede ocasionar un corto circuito y dañar los componentes eléctricos.
- Es recomendado realizar las pruebas de funcionamiento, en una pista de superficie plana sin que generen interrupciones de velocidad, para obtener datos concretos de su máxima potencia real.





# ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

# GRACIAS