



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

TEMA:

MODELACIÓN Y SIMULACIÓN DEL PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE PROPULSIÓN ELÉCTRICA DE MOVIMIENTO EN VEHÍCULOS AUTOMOTORES MEDIANTE EL USO DE SOFTWARE ESPECIALIZADO EN LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ.

Autores:

**Cando Gutiérrez, Juan Carlos
Cayo Chiguano, Marlon Fabricio**

Director:

Ing. Erazo Laverde, Washington German

Latacunga

2021



**“LA VIDA TE PONDRÁ OBSTÁCULOS,
PERO LOS LÍMITES LOS PONES TÚ”**

Anónimo



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

CONTENIDO

OBJETIVOS

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

META

HIPÓTESIS

MARCO TEÓRICO

DESARROLLO DE LA SIMULACIÓN Y MODELACIÓN

ANÁLISIS DE RESULTADOS

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES



OBJETIVO GENERAL

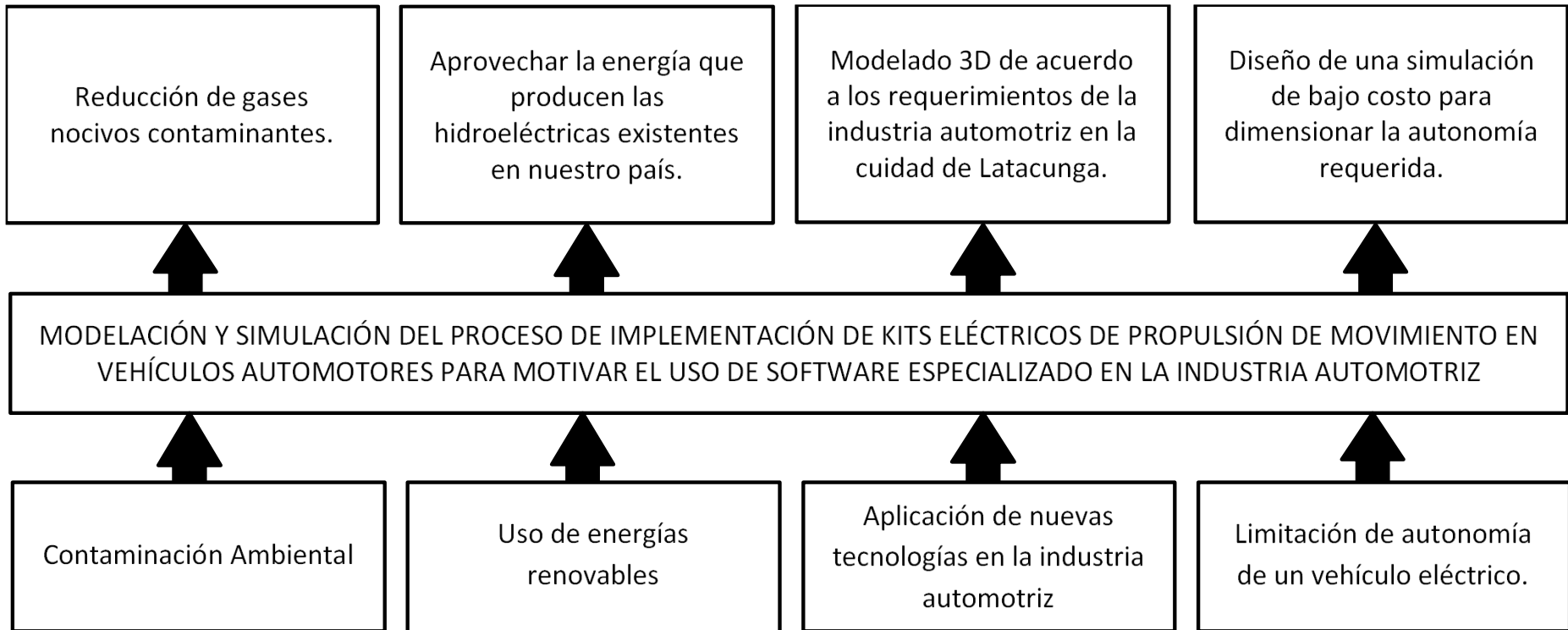
Realizar la modelación y simulación del proceso de implementación del sistema de propulsión eléctrica de movimiento en vehículos automotores mediante el uso de software especializado en la industria automotriz.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Obtener y calcular los parámetros necesarios requeridos para la ciudad de Latacunga y geografía del Ecuador tanto para la modelación 3D y para la modelación en Matlab.
- Realizar un cuadro comparativo de los componentes del kit de conversión.
- Modelar el vehículo seleccionado, los componentes del kit de conversión e implementar en el vehículo mediante el software SolidWorks.
- Analizar las gráficas obtenidas de acuerdo al diseño de la simulación en el software Matlab Simulink.
- Determinar la factibilidad de implementación del sistema de propulsión eléctrica.



PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA



META

- Obtener un modelo simulado de propulsión de un vehículo eléctrico a través de un software especializado para ser implementados en vehículos automotores con un 90% de fiabilidad.



HIPÓTESIS

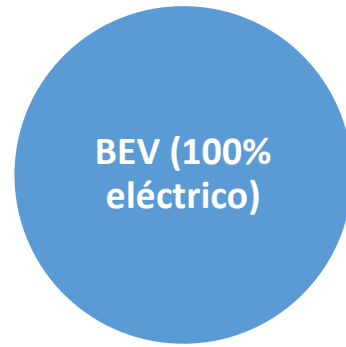
La conversión de vehículos de combustión interna a eléctricos proporciona mejores prestaciones considerando la geografía ecuatoriana, así como ahorro en costos de mantenimiento y combustible.



MARCO TEÓRICO



VEHÍCULOS ELÉCTRICOS



Uno o varios motores eléctricos – No tiene M.C.I



Energía obtenida de pila de hidrogeno.



M.C.I como generador, ser enchufables y no enchufables



M.C.I. + 1 o varios motores eléctricos de apoyo o de modo 100% eléctrico



M.C.I. + motor eléctrico, baterías de mayor capacidad

VEHÍCULOS ELÉCTRICOS

Kit de componentes



Motor Eléctrico



Controlador de Motor



Acelerador Eléctrico



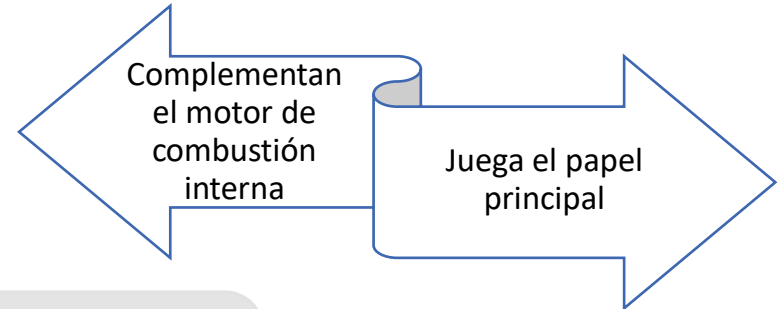
Indicador de carga



Cargador a Bordo



BATERÍAS DE ALTA TENSION



Plomo – Ácido

- *Bajo costo*
- *Buena potencia especifica*
- *Fácil de reciclar*
- *No se suelen utilizar en vehículos eléctricos*

Ciclo de vida largo

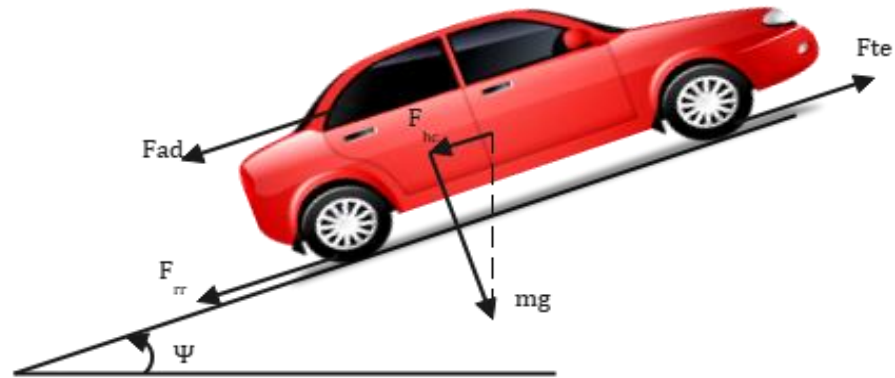
- *Costo de producción elevado*
- *Índice de descarga alto*

Ion - Litio

- *Elevada eficiencia*
- *Auto descarga del 5%*
- *Alta durabilidad*



DINAMICA DEL VEHICULO



Fuerza de Arrastre

- *Ángulo de pendiente*
- μ_{rr}
- *Masa*

Fuerza en Pendiente

- *Ángulo de pendiente*
- *Masa*
- *Gravedad*

Fuerza Aerodinámica

- *Área frontal*
- C_d
- *Densidad*

Fuerza neta

- *Factor de masa*
- *Masa*
- *Aceleración*

**Fuerzas
actuantes**



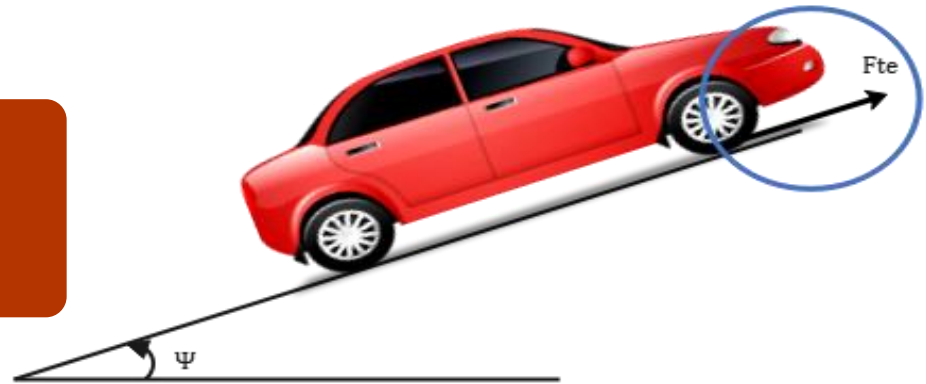
Dinámica del vehículo

Fuerza Tracción

Sumatoria
de fuerzas

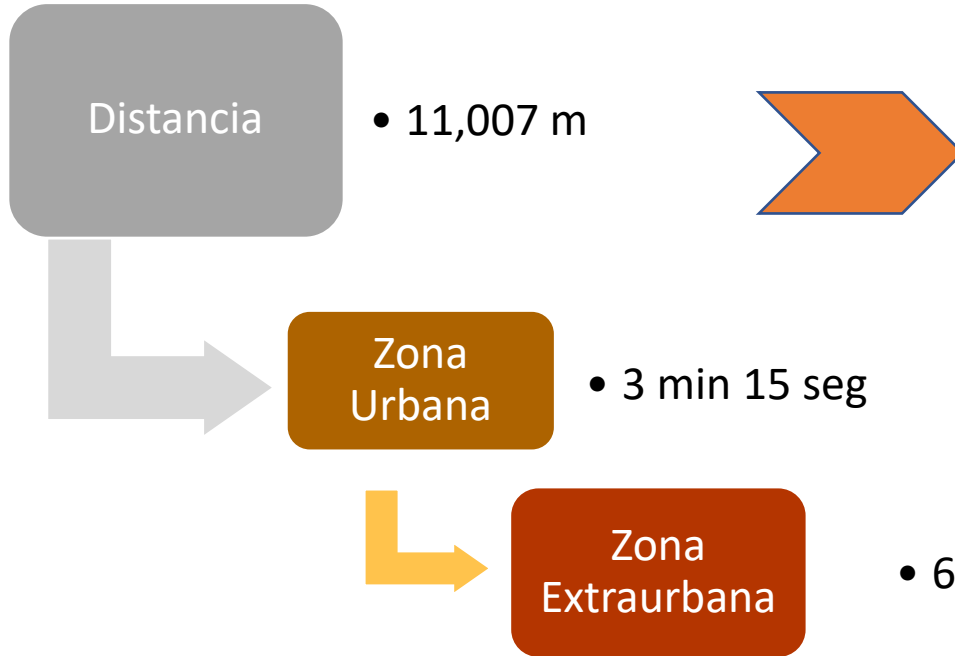


Romper
inercia

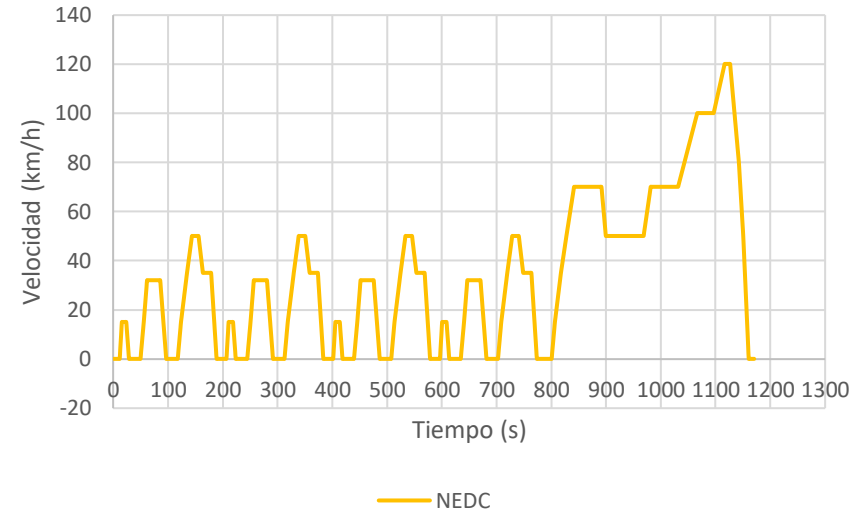


CICLOS DE CONDUCCIÓN

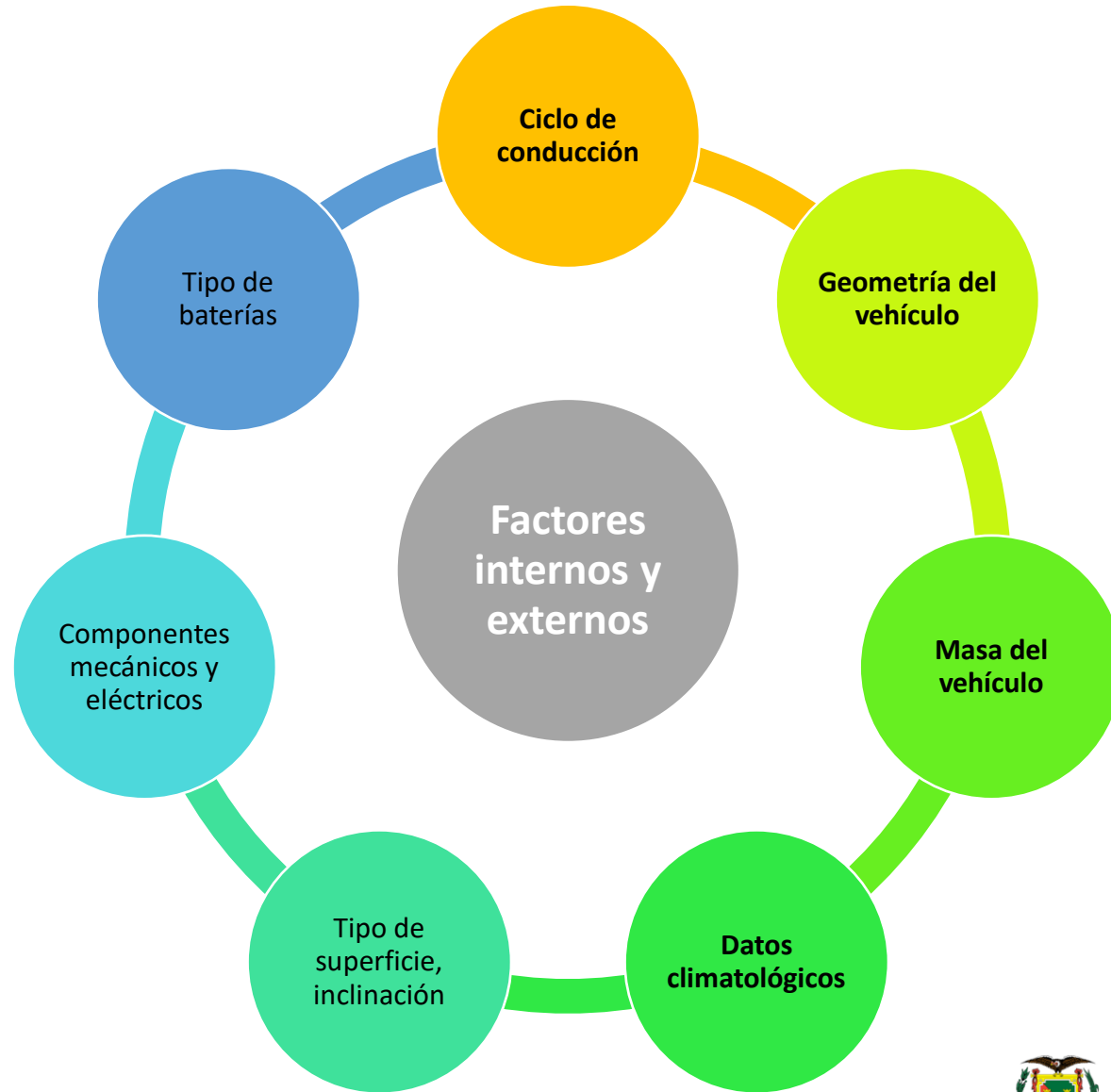
Ciclo NEDC (New European Driving Cycle)



Ciclo de manejo NEDC



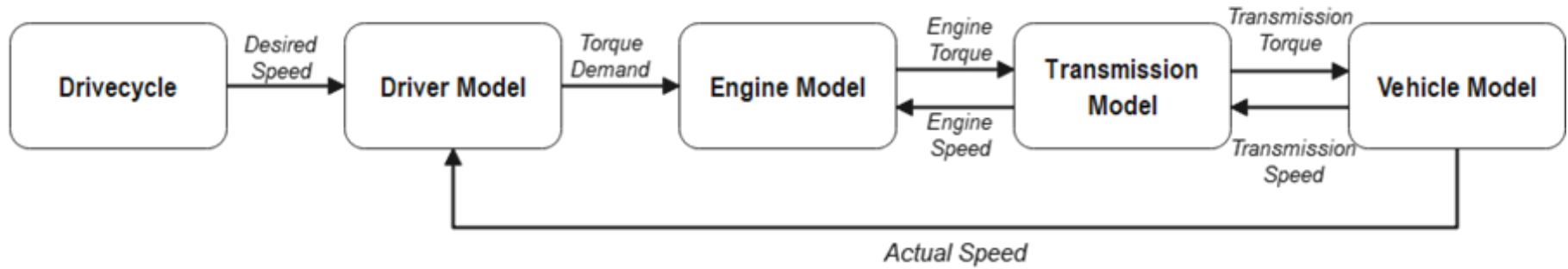
SIMULACIÓN



Simulación

Tipos de Modelado en MATLAB

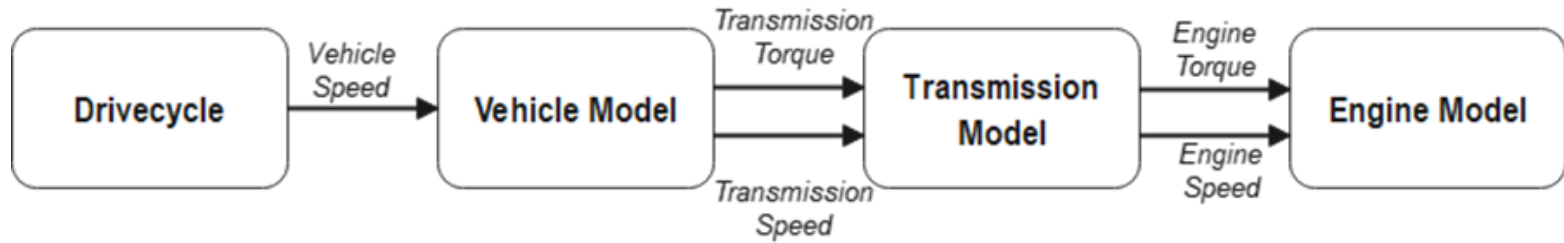
Forward-facing vehicle model



Simulación

Tipos de Modelado en MATLAB

Backward-facing vehicle model

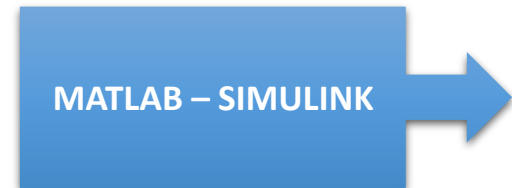
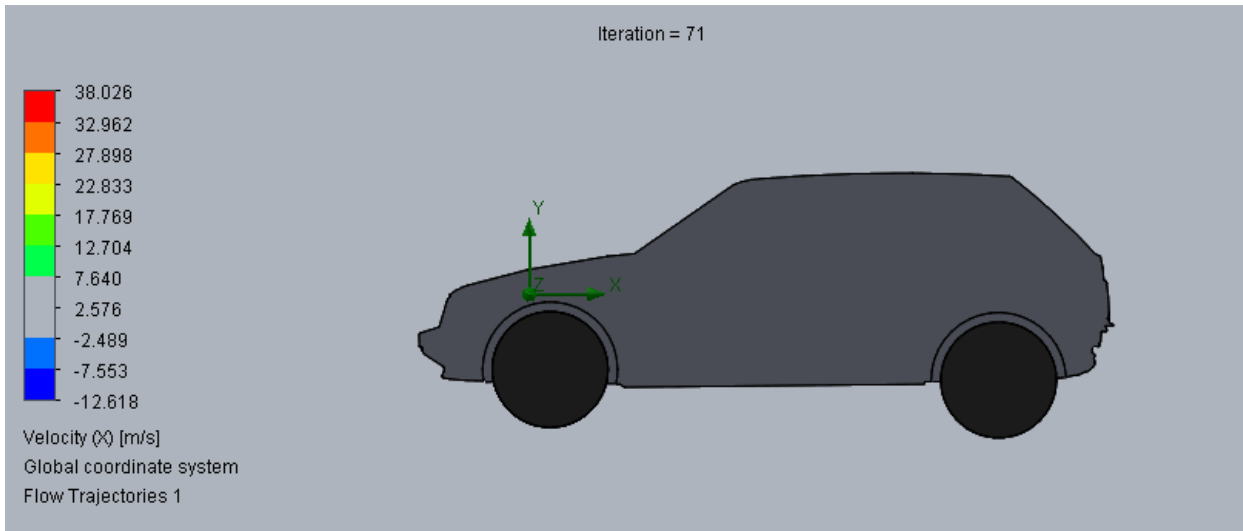
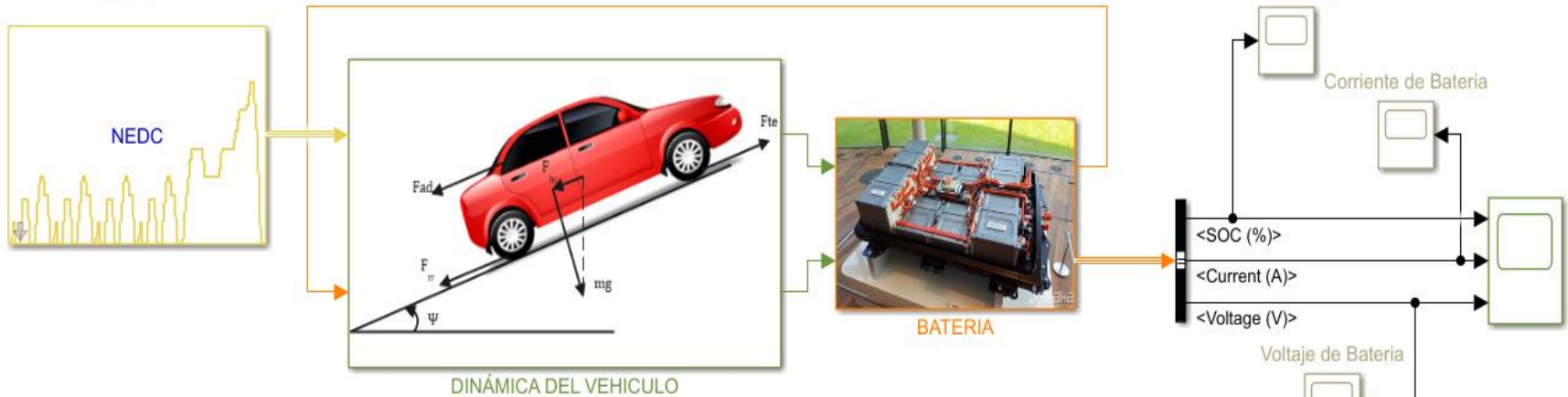


DESARROLLO DE LA SIMULACIÓN Y MODELACIÓN





UNIVERSIDAD DE LAS FUERZA ARMADAS ESPE SEDE LATACUNGA



Simulación dinámica de vehículo

F_{rr}

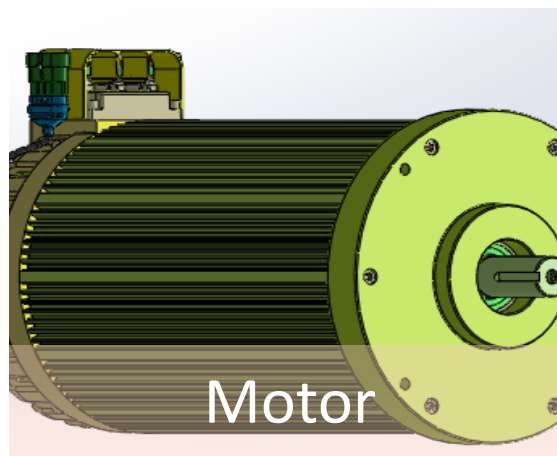


$$F_{rr} = \mu_{rr} * m * g$$

DATOS	TIEMPO NORTE-SUR [s]	TIEMPO SUR-NORTE [s]
1	6,46	6,60
2	6,26	5,60
3	5,63	5,99
4	6,11	6,06
5	5,20	5,53
6	5,44	5,66
7	6,00	5,00
8	6,00	4,81
9	4,88	4,94
10	5,93	5,20
Promedio	5,79	5,54
Promedio general	5,67 [s]	



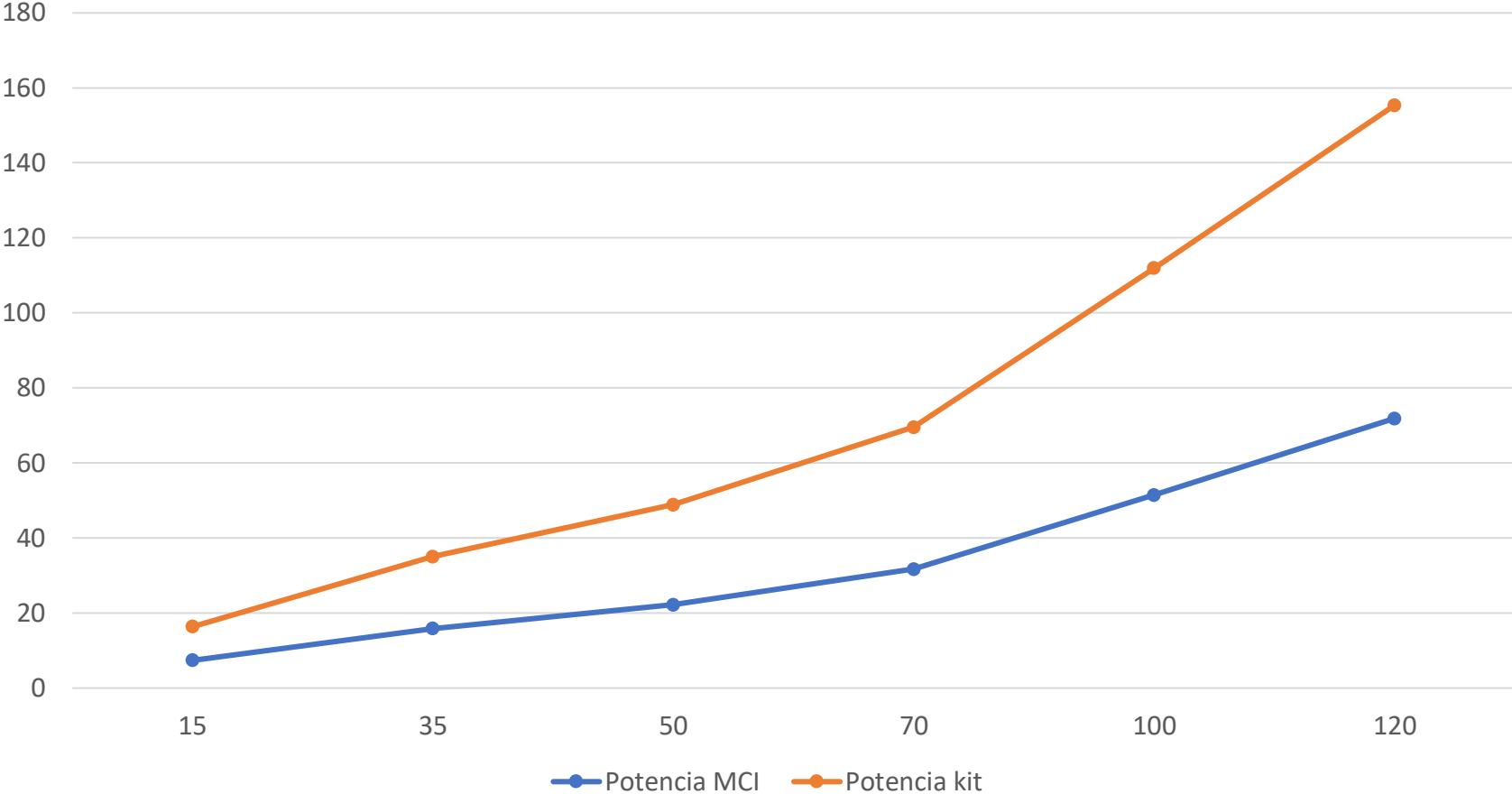
Modelado 3D



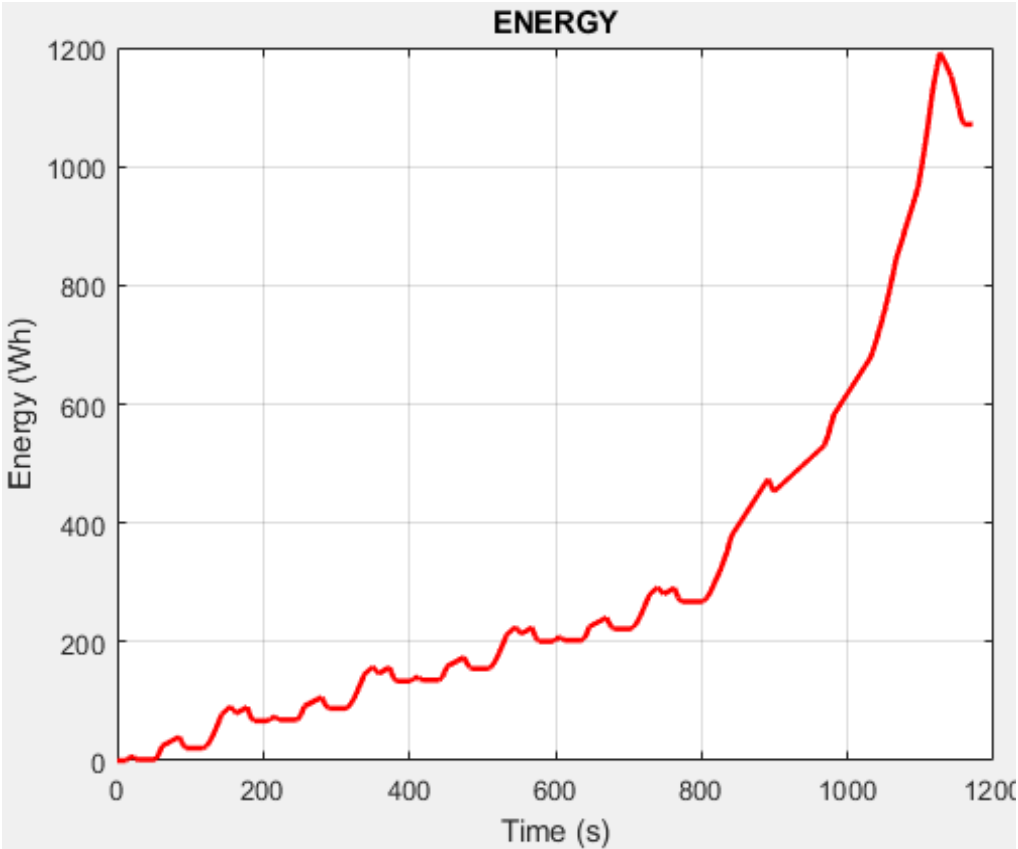
PRUEBAS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS



Potencia Eléctrica



Curva de energía requerida



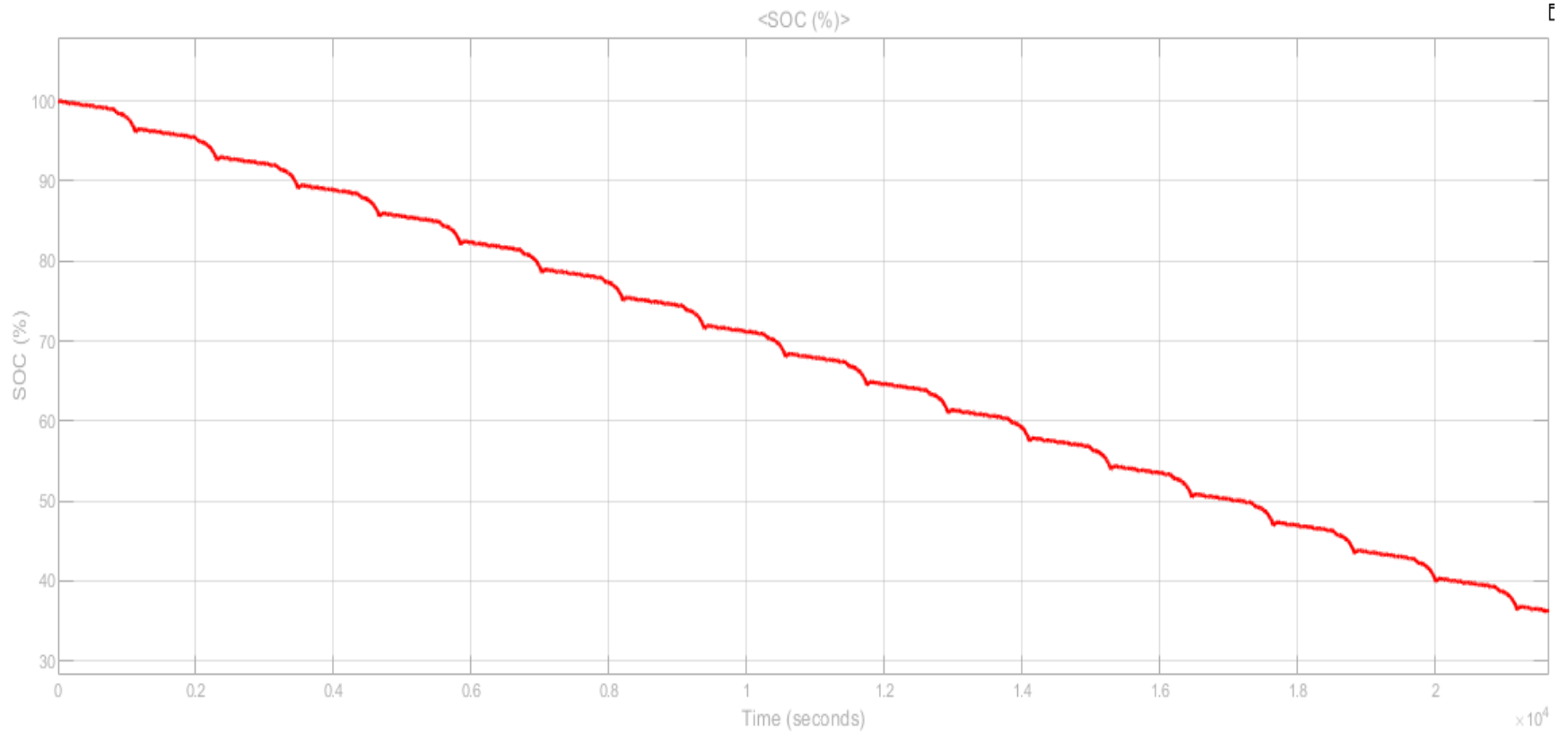
Energía requerida



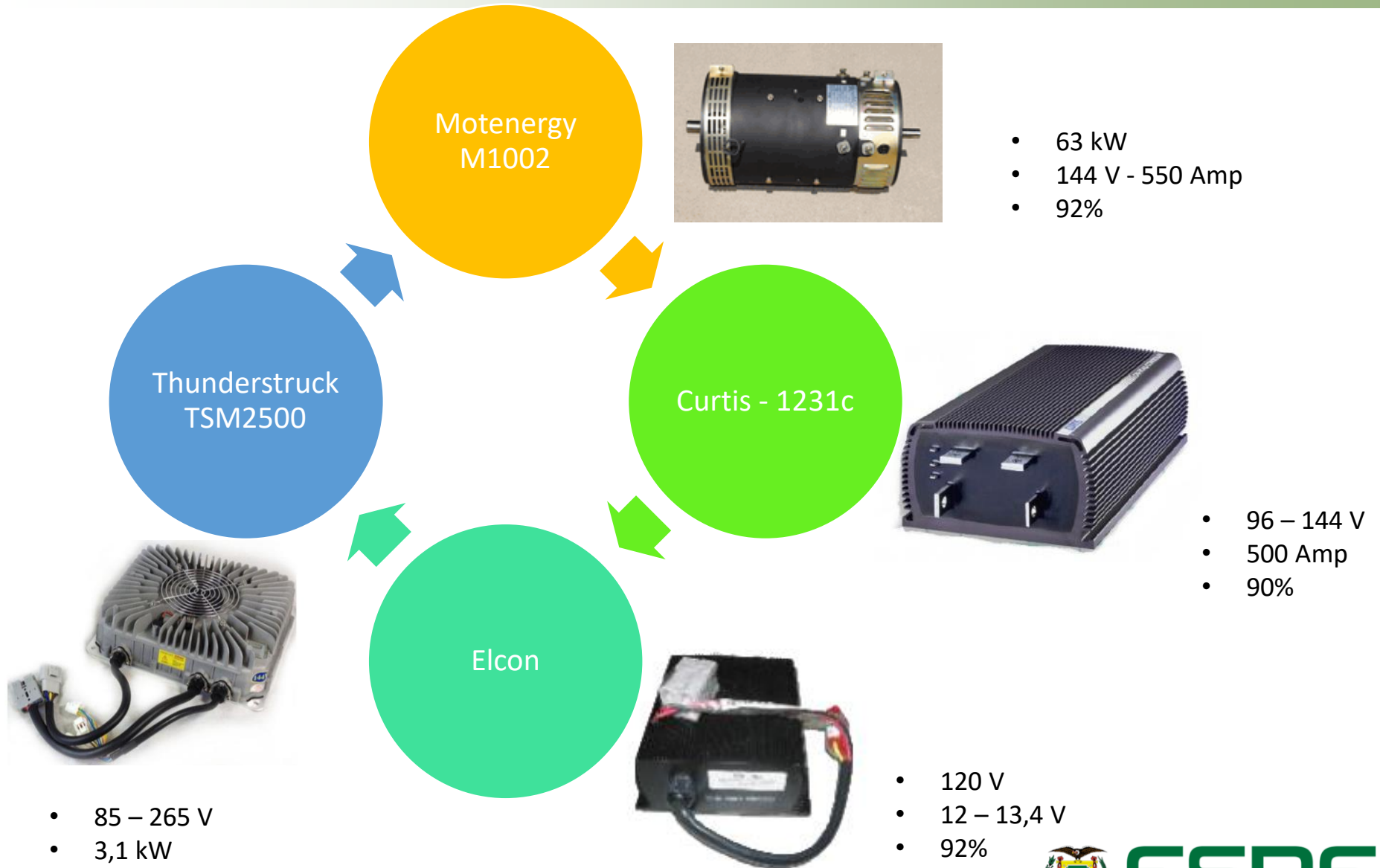
19,44 kWh



Curva de estado de carga eléctrica



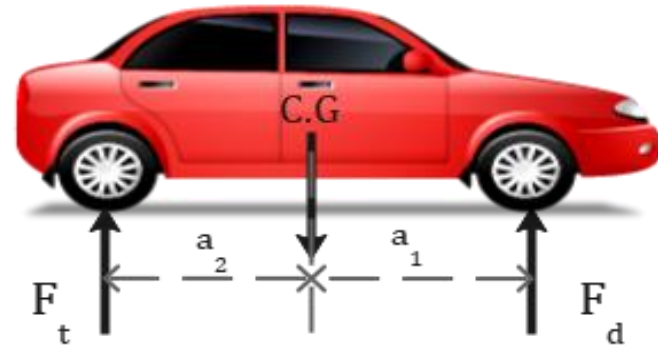
Selección del kit de conversión



Cálculo de centro de gravedad

Altura Cg

$$H = 0.27 + \frac{a_1 F_{z1} - a_2 F_{z2}}{mg} \cot \phi$$



VCI

a1=1,10 [m]
a2= 1,15 [m]

H=0,70 [m]

EV

a1=1,14 [m]
a2=1,11 [m]

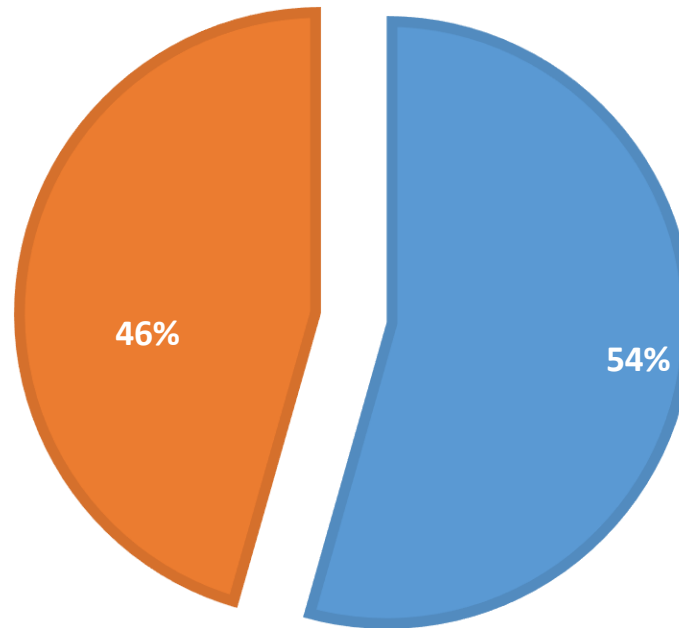
H=0,68 [m]



Costos de mantenimiento

Tipo de Vehículo	Distancia (Km)	Costo total
Vehículo de combustión interna	50000	\$ 871,00
Vehículo eléctrico	100000	\$ 730,00

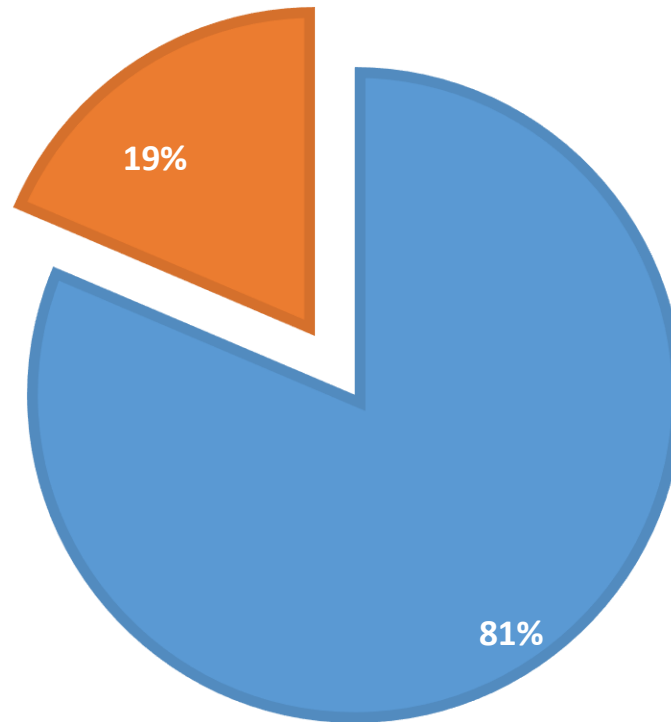
■ Vehículo de combustión interna ■ Vehículo eléctrico



Consumo de Combustible

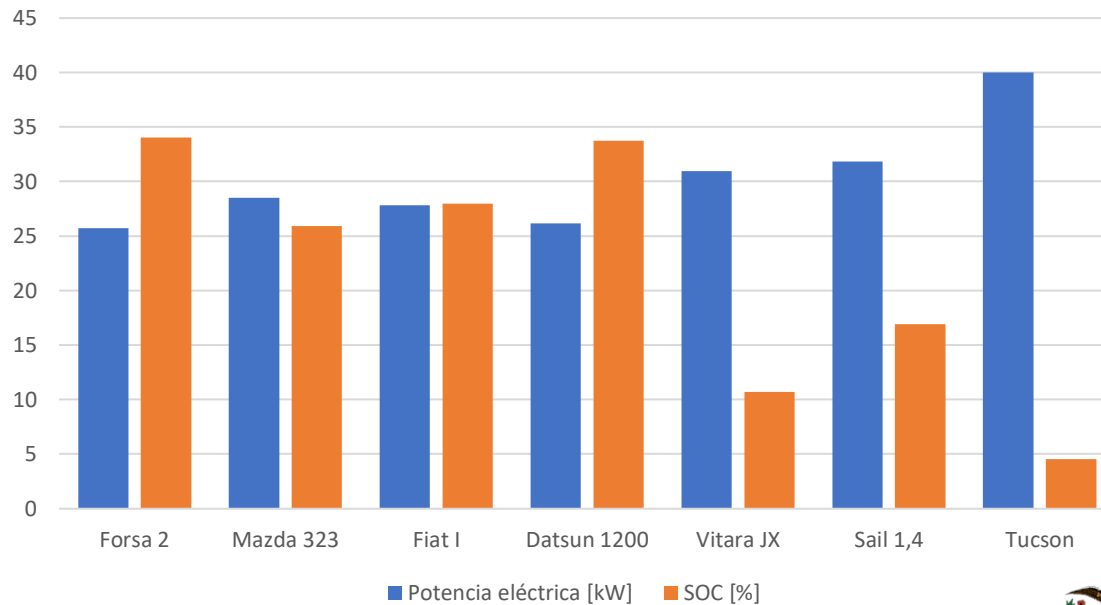
Tipo de motor	Distancia (Km)	Consumo por distancia (km/gl) / (km/kW)	Costo de combustible	Costo total
Vehículo de combustión interna	50000	50 km / gl	\$ 2,50	\$ 2.500,00
Vehículo eléctrico	50000	7 km /kW	\$ 0,08	\$ 571,43

■ Vehículo de combustión interna ■ Vehículo eléctrico



Simulación de Kit en varios vehículos

Descripción	Potencia eléctrica [kW]	SOC [%]
Forsa 2	25,73	34,04
Mazda 323	28,50	25,93
Fiat I	27,83	27,94
Datsun 1200	26,17	33,75
Vitara JX	30,93	10,69
Sail 1,4	31,83	16,89
Tucson	40	4,55



CONCLUSIONES

- Se realizó la comparación de componentes del kit de conversión existentes en el mercado en donde se tomó en cuenta costo y características de los componentes. El costo estimado del kit de conversión es de \$ 10.273,00.
- Según el análisis de las gráficas de Matlab Simulink permitió observar el comportamiento de la potencia eléctrica necesaria para poder mover el vehículo en una pendiente de 15,73%, dando como resultado una potencia mayor o igual a 37,80 kW con una velocidad de 70 km/h, mientras que la potencia requerida en un terreno plano (pendiente 0) es de 23,65 kW con una velocidad de 120 km/h.
- De acuerdo a la batería seleccionada se obtiene una energía de 32,13 kWh, la que nos permite cumplir la autonomía de 200 km, este valor tiende a disminuir si se eleva el peso del vehículo mientras que se obtendrá mayor autonomía al tener menor peso.
- Análisis comparativos de factores económicos han demostrado que la conversión de vehículos es una opción viable, por motivo que la adquisición de un vehículo eléctrico nuevo está alrededor de \$ 35,000.00, mientras que la compra del kit eléctrico es un 37,14% de ese valor, teniendo como resultado un vehículo 100% eléctrico con las mismas prestaciones que uno nuevo.



RECOMENDACIONES

- Utilizar baterías de alto voltaje con química de ion - litio para obtener mayor tiempo de recorrido en kilómetros, por motivo que estas tienen un menor índice de auto descarga.
- Se recomienda utilizar un motor con mayor voltaje para que el consumo de corriente de la batería sea menor y así obtener mayor autonomía.
- Para futuros proyectos se recomienda diseñar un ciclo de conducción para obtener valores más reales a la geografía del Ecuador.
- Se sugiere que las baterías de alta tensión sean incorporadas en el piso del vehículo por su gran tamaño y peso, para compensar las masas de los dos ejes y evitar obtener un centro de gravedad elevado.



Gracias por su atención



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA