



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE MECÁNICA

CARRERA INGENIERÍA AUTOMOTRÍZ

**“SIMULACIÓN MEDIANTE SIMULINK DEL CONSUMO DE UN
VEHÍCULO ELÉCTRICO EN CONDICIONES GEOGRÁFICAS
DEL ECUADOR”**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar para el grado académico de:

INGENIERO AUTOMOTRIZ

AUTOR:

JOSÉ DANIEL CEVALLOS VALDIVIESO

Riobamba-Ecuador

2022



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE MECÁNICA

CARRERA INGENIERÍA AUTOMOTRÍZ

**“SIMULACIÓN MEDIANTE SIMULINK DEL CONSUMO DE UN
VEHÍCULO ELÉCTRICO EN CONDICIONES GEOGRÁFICAS
DEL ECUADOR”**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar para el grado académico de:

INGENIERO AUTOMOTRIZ

AUTOR: JOSÉ DANIEL CEVALLOS VALDIVIESO

DIRECTORA: Ing. BLANCA FAUSTINA HIDALGO PONCE

Riobamba-Ecuador

2022

© 2022, José Daniel Cevallos Valdivieso

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio de procedimiento, incluyendo citas bibliográficas del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, JOSÉ DANIEL CEVALLOS VALDIVIESO, declaro que el presente trabajo es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 14 de marzo del 2022

A square image showing a handwritten signature in blue ink on a light-colored background. The signature is stylized and appears to be 'JDCV'.

José Daniel Cevallos Valdivieso

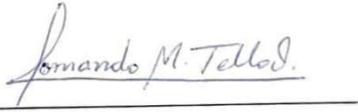
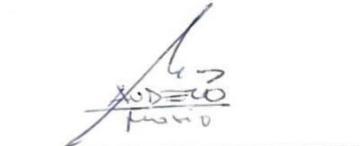
1105077273

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE MECÁNICA

CARRERA INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

El Tribunal del Trabajo de Titulación certifica que: El Trabajo de Titulación Tipo: Proyecto de Investigación, **SIMULACIÓN MEDIANTE SIMULINK DEL CONSUMO DE UN VEHÍCULO ELÉCTRICO EN CONDICIONES GEOGRÁFICAS DEL ECUADOR**, realizado por el señor **JOSÉ DANIEL CEVALLOS VALDIVIESO**, ha sido minuciosamente revisado por lo Miembros del Tribunal de Trabajo de Titulación, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Dr. Fernando Mauricio Tello Oquendo PRESIDENTE DEL TRIBUNAL		2022-03-14
Ing. Blanca Faustina Hidalgo Ponce DIRECTORA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN		2022-03-14
Dr. Mario Efraín Audelo Guevara MIEMBRO DEL TRIBUNAL		2022-03-14

DEDICATORIA

El presente trabajo va dedicado a mis padres Patricio Cevallos y Karla Valdivieso por haber sido un pilar fundamental en mi vida gracias a sus enseñanzas y apoyo incondicional que me permitió cumplir mis metas y objetivos, a mis hermanos Karla y Juan que fueron mi inspiración para no rendirme y luchar cada día para conseguir lo que me proponga, a todos mis amigos Hugo, Johan, Luis, Lisseth que me apoyaron en cada una de las etapas de mi vida en la Universidad y me alentaron a no renunciar a mis sueños.

José Daniel Cevallos Valdivieso

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi familia por todo el apoyo incondicional que recibí por parte de ellos, por ayudarme en cada uno de los problemas que se me presentaron y llegar a este punto y a todas las enseñanzas que aprendí en la Universidad de cada uno de mis profesores que supo buscar la manera de transferirnos sus conocimientos y a mis amigos que fueron un apoyo incondicional que me permitieron llegar a este punto.

José Daniel Cevallos Valdivieso

TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xiii
RESUMEN.....	xiv
SUMARY.....	xv
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPITULO I	
MARCO TEÓRICO REFERENCIAL	2
1.1 Antecedentes	2
1.2 Planteamiento del Problema	3
1.3 Justificación	4
1.4 Objetivos	5
1.4.1 Objetivo General.....	5
1.4.2 Objetivo Especifico	5
1.5 Hipótesis.....	5
1.6 Estado del Arte	5
1.6.1 Software de Simulación	5
1.6.2 Ecuaciones que simulan el comportamiento de un vehículo eléctrico.....	10
1.6.3 Vehículo Eléctrico	12
1.6.4 Electricidad en Ecuador.....	22
CAPITULO II	
MARCO METODÓLOGICO.....	27
2.1 Método Inductivo-Deductivo.....	27

2.2	Método científico	28
2.2.1	<i>Método Empírico</i>	<i>28</i>
2.3	Metodología Cuantitativa.....	28
2.4	Método.....	29
2.5	Procedimiento de selección de bloques y parámetros	30
2.6	Configuración de Parámetros en los Bloques	35
CAPITULO III		
RESULTADOS.....		
3.1	Reporte general de simulación generado por Matlab.....	61
3.2	Análisis de Resultados.....	63
CONCLUSIONES.....		
RECOMENDACIONES.....		
BIBLIOGRAFÍA		
ANEXOS		

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1: Datos de funcionamiento de vehículos eléctricos en Ecuador 2016-2017	14
Tabla 2-1: Especificaciones de la batería de alto voltaje del vehículo Kia Soul.....	18
Tabla 3-1: Especificaciones Técnicas del cargador del KIA Soul	22
Tabla 4-1: Consumo Público en GWh 2011-2019.....	24
Tabla 5-1: Consumo de Energía a Nivel Nacional.....	24
Tabla 6-1: Consumo de Electricidad desde enero hasta mayo 2021	25
Tabla 1-2: Tabla indicadores	30
Tabla 2-2: Datos Técnicos de KIA Soul	34
Tabla 3-2: Análisis estadístico del Consumo del Vehículo Eléctrico	54
Tabla 4-2: Impacto de Vehículos Eléctricos en el País.....	55
Tabla 1-3: Consumo estimado para el año 2025.....	63

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1: Representación de Mapa en Línea	6
Figura 2-1: Nivel de Batería	6
Figura 3-1: Representación Batería en línea.....	7
Figura 4-1: Modelo de Vehículo eléctrico creado con Simulink.....	8
Figura 5-1: Diagrama completo de un vehículo eléctrico.....	9
Figura 6-1: Coste Estimado de Baterías en vehículos eléctricos hasta 2020	13
Figura 7-1: Límites de emisiones de Co2 previstos hasta 2020.....	16
Figura 8-1: Paquetes de Batería KIA Soul.....	18
Figura 9-1: Inversor del KIA Soul.....	19
Figura 10-1: Motor Eléctrico KIA Soul.....	20
Figura 11-1: Cargador Eléctrico de KIA Soul	21
Figura 1-2: Esquema de Vehículo Eléctrico Simulink	30
Figura 2-2: Bloque Ciclo de Conducción	31
Figura 3-2: Parámetros del medio ambiente	32
Figura 4-2: Controlador Longitudinal del Conductor	32
Figura 5-2: Bloque de Sistema de Controladores	33
Figura 6-2: Bloque de Tren Motriz.....	33
Figura 7-2: Bloque de Visualización de datos	34
Figura 8-2: KIA Soul 2020	34
Figura 9-2: Configuración de Parámetros del Ciclo de Conducción	35
Figura 10-2: Representación gráfica del Ciclo FTP75	36
Figura 11-2: Datos del Ciclo de Conducción Analizado	36
Figura 12-2: Gráfica del Ciclo de Conducción Analizado.....	37
Figura 13-2: Parámetros de Medio Ambiente de la ciudad de Riobamba	37
Figura 14-2: Sub-bloque de Configuración de Límite de Velocidad.....	38

Figura 15-2: Configuración del Freno regenerativo	38
Figura 16-2: Sub-Bloque de Parámetros de Torque y Potencia.....	39
Figura 17-2: Configuración de Parámetros.....	39
Figura 18-2: Edición de parámetros de Torque y Batería.....	40
Figura 19-2: Configuración de Parámetros de eficiencia	40
Figura 20-2: Matriz usada para simulación.	41
Figura 21-2: Sub-bloque de la configuración de la Batería.	41
Figura 22-2: Configuración de Carga y Descarga de Batería.	42
Figura 23-2: Configuración de la Gestión de energía.	42
Figura 24-2: Configuración de la estimación eléctrica	43
Figura 25-2: Análisis de Condicionales.....	43
Figura 26-2: Esquema de Limite de Torque	43
Figura 27-2: Sub-Bloques de Parámetros de Configuración de Vehículo	44
Figura 28-2: Sub-Bloque de configuración de motor	44
Figura 29-2: Esquema de Ingreso al Bloque del Motor	45
Figura 30-2: Parámetros de configuración.....	45
Figura 31-2: Configuración de dato de Torque.....	45
Figura 32-2: Configuración de dato de Potencia	46
Figura 33-2: Configuración de Rango de Torque	46
Figura 34-2: Configuración de Rango de Revoluciones.....	46
Figura 35-2: Rango de Eficiencia	47
Figura 36-2: Matriz de Eficiencia en función al Torque y Potencia.....	47
Figura 37-2: Esquema de la Transmisión	47
Figura 38-2: Configuración de la Tracción Delantera	48
Figura 39-2: Configuración de Frenos y Ruedas	49
Figura 40-2: Configuración de Parámetros de Ruedas y Frenos	49
Figura 41-2: Ventana emergente GUIDE	50
Figura 42-2: Ventana de Configuración de Interfaz	50

Figura 43-2: Figura de la Interfaz de resultados	51
Figura 44-2: Esquema de Datos Técnicos	51
Figura 45-2: Figura de axes	52
Figura 46-2: Botón Inicio de Simulación y Panel de Opciones.....	52
Figura 47-2: Axes 4 Gráfica de Resultados	53
Figura 48-2: Figura final de la Interfaz.....	53
Figura 49-2: Código general de programación	54
Figura 50-2: Resultados gráficos de la simulación del consumo de un vehículo Eléctrico en Simulink.....	56
Figura 51-2: Representación de Datos por Intervalos.....	56
Figura 1-3: Gráficas resultantes de la simulación.....	57
Figura 2-3: Gráfica de Velocidad del KIA Soul	57
Figura 3-3: Gráfica de las RPM de KIASoul.....	58
Figura 4-3: Torque del KIASoul.....	58
Figura 5-3: Amperaje de Bateria KIASoul.....	59
Figura 6-3: Altitud msnm del Ciclo de Conducción.....	60
Figura 7-3: Gráfica de Consumo de la Bateria de KIA Soul.	60
Figura 8-3: Exportación de datos en formato .xls.....	61
Figura 9-3: Reporte general del Matlab	62
Figura 10-3: Reporte general Eléctrico del Matlab.....	62
Figura 11-3: Reporte general de la Eficiencia del Tren motriz.....	63

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-1: Consumo de petróleo a lo largo del siglo XX	15
Gráfico 1-3: Consumo Público del año 2011-2020.....	63
Gráfico 2-3: Impacto del consumo eléctrico en el país.....	65

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A: Esquemas de partes de vehículos eléctricos

Anexo B: Configuración del Pedal de Freno

Anexo C: Configuración del Freno Regenerativo

Anexo D: Configuración de variables de entrada al Controlador

Anexo E: Configuración General del Sistema de Tracción

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue realizar una simulación del consumo de un vehículo eléctrico a través del software de simulación Matlab-Simulink de esta forma se determinó si Ecuador se encontró en la capacidad de abastecer a dichos vehículos, para el caso de estudio se consideró el automotor KIA Soul ya que este resultó ser el vehículo eléctrico más vendido en el país, el análisis se enfocó en el consumo de dicho vehículo en función a un ciclo de conducción para que mediante los datos obtenidos de la simulación y los datos de la capacidad que entregan las diferentes fuentes de energía eléctrica del Ecuador que corresponde a un valor de 32237,40 GWh para consumo público se obtenga un valor aproximado referencial, para el análisis se estimó un eventual cambio de vehículos de combustión interna a vehículos eléctricos, mediante los resultados obtenidos se comprobó que en un ciclo de conducción de 27 minutos en función al ciclo de conducción el consumo de batería del automotor KIA Soul fue del 3.85%, con este valor como dato referencial se realizó un análisis desde el año 2020 hasta el año 2025 dónde se consideró un ingreso progresivo hasta llegar a los 15mil vehículos eléctricos de igual manera el aumento anual en el consumo de energía pública en el país, llegando a una conclusión que Ecuador hasta el año 2022 será capaz de abastecer a 6390 vehículos, ya que a partir del 2023 generó un exceso en el consumo eléctrico del 4% al considerar un ingreso del 9390 vehículos, es importante tomar en cuenta que para el desarrollo del trabajo investigativo se debe tener un conocimiento previo al uso de softwares de simulación para así obtener los datos más cercanos a los reales posibles.

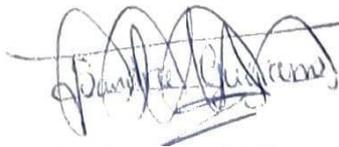
Palabras Clave: <VEHÍCULO ELÉCTRICO>, <SIMULINK >, <SIMULACIÓN>, <CONSUMO ELÉCTRICO>, <CICLO DE CONDUCCIÓN>

ESPOCH - DBRAI
PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS
BIBLIOGRÁFICO Y DOCUMENTAL
 **04 JUL 2022**
REVISIÓN DE RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA
Por: Yana Hora: 10:05

SUMMARY

The objective of this research was to emulate the consumption of an electric vehicle through the Matlab-Simulink simulation software, in this way to determine if Ecuador is in the capacity to supply this type of vehicle. For the case study, the KIA Soul motor vehicle was considered since it turned out to be the best-selling electric vehicle in the country. The analysis focused on the consumption of the KIA Soul vehicle based on a driving cycle so that, through the data obtained from the simulation and the data of the capacity delivered by the different sources of electrical energy in Ecuador that corresponds to a value of 32237.40 GWh for public consumption, an approximate reference value is obtained. An eventual change from internal combustion vehicles to electric vehicles was estimated for the analysis. The results obtained verified that in a 27-minute driving cycle, the battery consumption of the KIA Soul was 3.85%, with this value as data. As a reference, an analysis was carried out from the year 2020 to the year 2025, where a progressive income was considered until reaching fifteen thousand electric vehicles, in the same way, as the annual increase in the consumption of public energy in the country. It was concluded that Ecuador, until the year 2022, will be able to supply 6,390 vehicles since, as of 2023, it will generate an excess in electricity consumption of 4% when considering an income of 9,390 vehicles. It is crucial to consider that prior knowledge of simulation software must be obtained for the development of the investigative work to get closer accurate data.

Keywords: <ELECTRIC VEHICLE> <MATLAB-SIMULINK (SOFTWARE)>
<ELECTRICAL CONSUMPTION> <DRIVING CYCLE> <SIMULATION>.



Lic. Sandra Leticia Guijarro Paguay

C.I.: 0603366113

INTRODUCCIÓN

Durante el paso de los años la tecnología ha ido mejorando a un paso enorme, en todas las áreas que poco a poco se han ido convirtiendo en fundamentales para el día a día una de ellos son los automóviles, una herramienta que se ha convertido en esencial a día de hoy es el automóvil, desde que apareció en el 1886 ha pasado por muchos cambios hasta llegar a la actualidad como es el vehículo eléctrico donde podemos observar que poco a poco estos vehículos han ido acaparando el mercado automotriz, es por eso que ha llegado el momento en que estos vehículos deban empezar a ser objetivo de estudio, el país tendrá que adaptarse a los cambios tecnológicos que se vendrán y es necesario que exista algún estudio referentes a estos vehículos.

A día de hoy sabemos que el cambio climático es uno de los principales problemas que la humanidad está intentando combatir, el petróleo principal componente para los combustibles fósiles, la gran contaminación que genera el Co2 en los vehículos de gasolina y el NoX en los de Diesel ha provocado que se busquen alternativas con el pasar del tiempo entre ellas tenemos a los autos híbridos y eléctricos, dos buenas alternativas que le han permitido al campo automotriz ser de las opciones más rentables contra el cambio climático.

El presente trabajo será enfocado en los vehículos eléctricos, una de las alternativas que en un futuro dominará el mercado automotriz, es importante que países en vías de desarrollo como Ecuador poco a poco adopte las nuevas tecnologías, tecnologías que seguramente lograran un mayor desarrollo en el mismo, el vehículo eléctrico al tener su fuente de energía principal la electricidad nos permite existan diferentes opciones de energías renovables para obtenerla entre ellos la energía eólica la cuál es uno de los sistemas de obtención de energía en el país, en el país podemos encontrar una central en la Isla San Cristóbal con una capacidad estimada de 2,4 MW además que se encuentra otra en construcción en la Isla de Baltra con una capacidad de 2.25 MW pero sin dudas la más importante con la que actualmente cuenta el país es de la que se encuentra en la ciudad de Loja recibe el nombre de Parque Eólico Villonaco debido al sector en el que se encuentra ubicado, cuenta con 11 aerogeneradores que tienen una altura de 100 metros y con este parque se busca reducir el consumo de Diesel a 4.5 millones de toneladas al año y además reducir la contaminación de Dióxido de Carbono de 35mil toneladas.

Inevitablemente los vehículos eléctricos son el futuro del campo automotriz es necesario que los países que vayan a adoptar esta tecnología estén preparados para saber el impacto que puede causar sobre ellos el hacerlo ya sea económicamente como medioambientalmente.

CAPITULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

1.1 Antecedentes

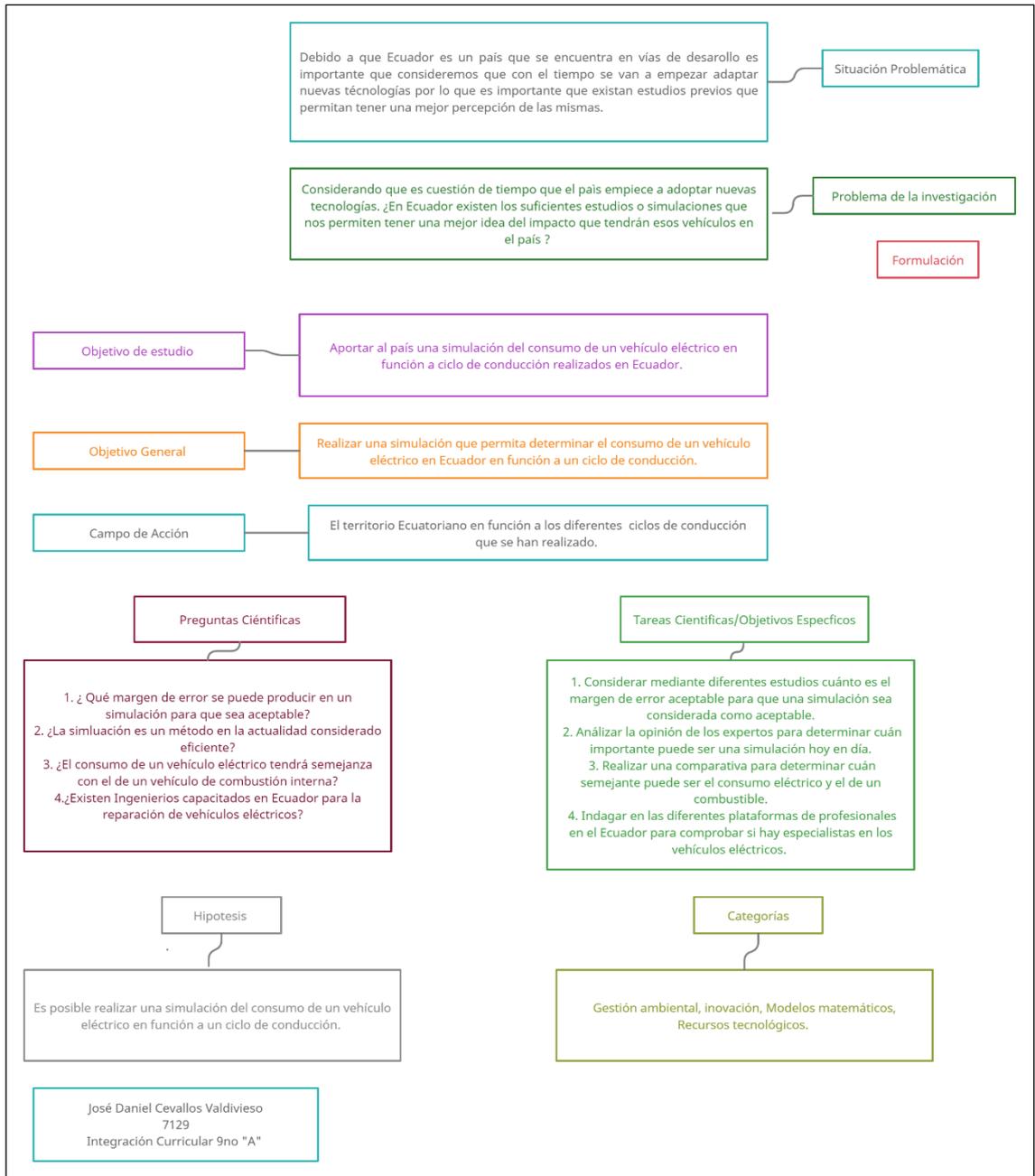
El proceso de desarrollo de una nueva tecnología como el vehículo eléctrico no está exento de tener un impacto medioambiental en todo su ciclo de vida, desde la construcción de los distintos componentes, su uso como medio de transporte, hasta la fase última de destrucción y reciclaje (Frías & Miguel, 2019).

Esto se debe a que la mayoría de vehículos en la actualidad funcionan por combustión interna, generando un impacto negativo sobre el medio ambiente a través de la emisión de gases con efecto invernadero, a lo largo plazo también será una solución para el transporte interurbano (Marín, 2013). En los últimos años, diferentes sectores de la sociedad han venido realizando importantes esfuerzos para desarrollar alternativas de automóviles que reduzcan la utilización de combustibles fósiles en su operación (Granada-echeverri, 2018).

En el caso de la electricidad proveniente de centrales como las eólicas y solares, garantiza estos aspectos frente a los vehículos de combustión interna, y uno de los principales es un gran ahorro económico: Ahorra en mantenimiento y reduce la dependencia (sustituciones de aceite, líquidos o filtros); también reduce el coste por uso del auto (el precio es de alrededor de 1 euro cada vb n100 km, nada que ver con el consumo de un coche de motor de combustión); en la ITV nos ahorraremos la prueba de gases; tenemos menos posibilidades de tener alguna averías mecánica. (Ojeda, 2017).

En lo que fue en el año 2019, 42 eléctricos y 740 vehículos híbridos se han comercializado. Solo en junio se colocaron 20 vehículos. Frost y Sullivan estima que para el año 2025, en el mercado automotriz ecuatoriano circularán 14.950 vehículos eléctricos, lo que representaría la mayor penetración del mercado en la región con el 9,9% del total de ventas (Bendoya, 2019).

1.2 Planteamiento del Problema



Realizado por: Cevallos Valdivieso José, 2021.

Ecuador es un país que se encuentra en vías de desarrollo, por lo cual debe empezar a optar por invertir en nuevas tecnologías, el sector automotriz es un sector en constante crecimiento e indispensable en la vida de la mayoría de personas hoy en día.

Al ser un país en desarrollo estas tecnologías se adoptan lentamente, es importante que en el país exista alguna referencia de esto, por lo que considero importante que haya algún

estudio o en este caso alguna simulación que permita tener una mejor idea del consumo que tendría un vehículo eléctrico en el país.

Ya que si consideramos que los autos eléctricos están en crecimiento también tenemos que tomar en cuenta que el país debería estar en la capacidad de proporcionar la suficiente energía para cada uno de estos vehículos.

1.3 Justificación

El panorama actual de aumento progresivo del precio de los combustibles de origen fósil y de preocupación por los problemas medioambientales, hacen que el vehículo convencional de motor de combustión pierda interés en favor del vehículo eléctrico o los híbridos (Cerero 2016).

Con el paso del tiempo se ha apreciado un incremento especialmente de los autos eléctricos en el sector automotriz, es de conocimiento que existe una gran preocupación de que debido a la contaminación que nos enfrentamos día a día gracias a los autos de combustión interna por lo que se ha buscado alternativas para frenar esto, una de ellas son los autos eléctricos, el crecimiento que han tenido en la última década ha sido muy grande, actualmente en Ecuador no existe un gran porcentaje de autos eléctricos pero poco a poco se han ido incorporando al mercado y a nuestra vida diaria. Un claro ejemplo es en la ciudad de Loja donde cuenta con una flota de 51 taxis eléctricos funcionales a disposición de la ciudadanía, razones como esta nos permite darnos cuenta que parte del desarrollo es empezar a optar por nuevas tecnologías, por lo que es evidente que en un futuro los autos eléctricos acaparan gran parte del mercado automotriz.

La Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador (Aeade) informó que en 2018 se vendieron 130 autos eléctricos a nivel nacional. Mientras que la venta de híbridos alcanzó la cifra de 2.820 en el mismo año. En lo que va de 2019, 740 vehículos híbridos y 42 eléctricos se han comercializado. Solo en junio se colocaron 20 vehículos. Frost y Sullivan estima que hasta 2025, en el mercado ecuatoriano circularán 14.950 vehículos eléctricos, lo que significaría la mayor penetración del mercado en la región con el 9,9% del total de ventas (Castillo 2019).

La simulación se caracteriza por realizarse en tiempo discreto (en minutos) de paso fijo configurable. En ella intervienen dos elementos fundamentales, los vehículos y las estaciones de recarga, ambos implementados mediante objetos. La interacción entre ambos se realiza mediante reservas de forma que el vehículo lleva a cabo una petición de una determinada energía en un cierto período a una estación en concreto (FRÍAS 2019).

Hoy en día gracias al avance tecnológico se pueden obtener resultados aproximados empleando un software de simulación, esto nos permite tener una mejor idea del proyecto a realizar además que nos ahorramos costos y posibles errores o problemas.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Desarrollar una simulación usando Simulink del consumo de un vehículo eléctrico en Ecuador en función a un ciclo de conducción.

1.4.2 Objetivo Especifico

Desarrollar en el Software de Simulink una simulación de un vehículo eléctrico para determinar su consumo.

Determinar el consumo de un vehículo eléctrico en función a un ciclo de conducción realizado en el país.

Determinar si las condiciones actuales del país permiten abastecer con energía para recarga en el caso que incrementen el número de vehículos eléctricos.

1.5 Hipótesis

La simulación de un vehículo eléctrico permite determinar el consumo que tiene un vehículo eléctrico en un ciclo de conducción de Ecuador para determinar si el país está en la capacidad de abastecer el incremento de vehículos eléctricos.

1.6 Estado del Arte

1.6.1 Software de Simulación

El simulador está desarrollado en Matlab y destaca por la facilidad en la configuración de todos los parámetros que determinan a los conductores, vehículos y terminales de recarga, el artículo describe las características y alternativas de procedimiento de un embaucador microscópico de medios de transporte eléctricos sobre un medio real en el que interaccionan con los medios de transporte y con las electrolineras. Otro aspecto a economizar en suma es que por defecto simula de una escuadra de medios de transporte eléctricos (Cerero-tejero, 2015).

Datos de entrada: Ruta, Movimiento, Carga y Recarga, Estación de Carga.

El artículo busca realizar una simulación que sea capaz de adaptarse a un comportamiento que tendría un vehículo eléctrico en un entorno real en función a diferentes escenarios donde se varía el mapa o también las características y localización de las electrolineras, para

esto se usó el software de Matlab ya que permitió que la simulación se la realice en un tiempo discreto, funciones y algoritmos que simulaban el comportamiento del vehículo eléctrico, estación de carga. Para la recreación del Mapa que representaría el recorrido se usó una de la función que permite el software a partir de un archivo OpenStreetMap, mediante nodos y la configuración de los mismos permitió darle delimitantes al mapa y el recorrido a simular.

Resultados: Como resultado se desarrolló con éxito la simulación donde mediante gráficos se puede observar el desplazamiento del vehículo por el mapa, los niveles de batería, y cada una de las electrolineras en el mapa además que mediante un diagrama de barras se indica si el vehículo al pasar por una de ellas tiene la necesidad de cargar batería o no.

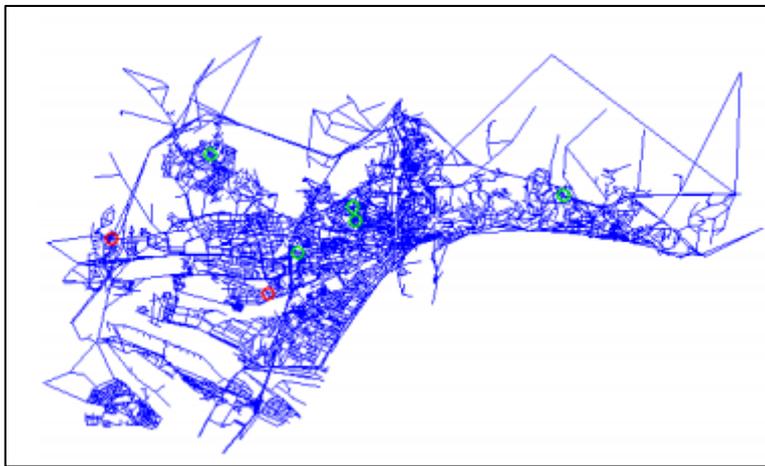


Figura 1-1: Representación de Mapa en Línea

Fuente: (Cerero-tejero, 2015)

Matlab es un software que basa sus operaciones en matrices, está diseñado para cálculos de ingeniería y científicos, además cuenta con sgráficas que permiten visualizar datos y herramientas para personalizar los mismo a su vez dentro del software analizar señales, clasificar datos, ajustar curvas y sistemas de control.

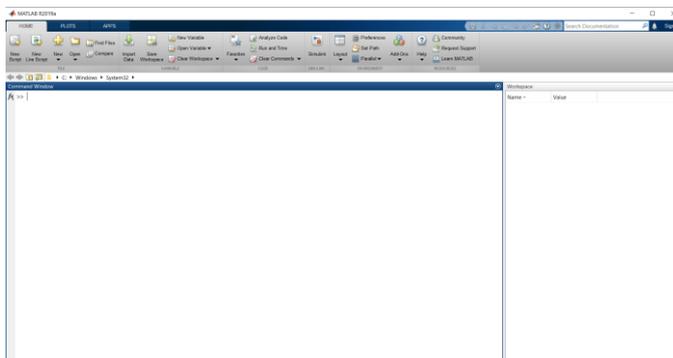


Figura 2-1: Software Matlab ventana principal

Fuente: (Matlab, 2020)

Simulink es un software que permite diseñar y simular sistemas para su comprobación antes de aplicarlo en un hardware o en un proyecto, entre las principales características del software están que permite crear pruebas y scripts de automatización, optimizar parámetros, desarrollar nuevos bloques, ejecutar varias simulaciones en paralelo y analizar los resultados de las simulaciones.

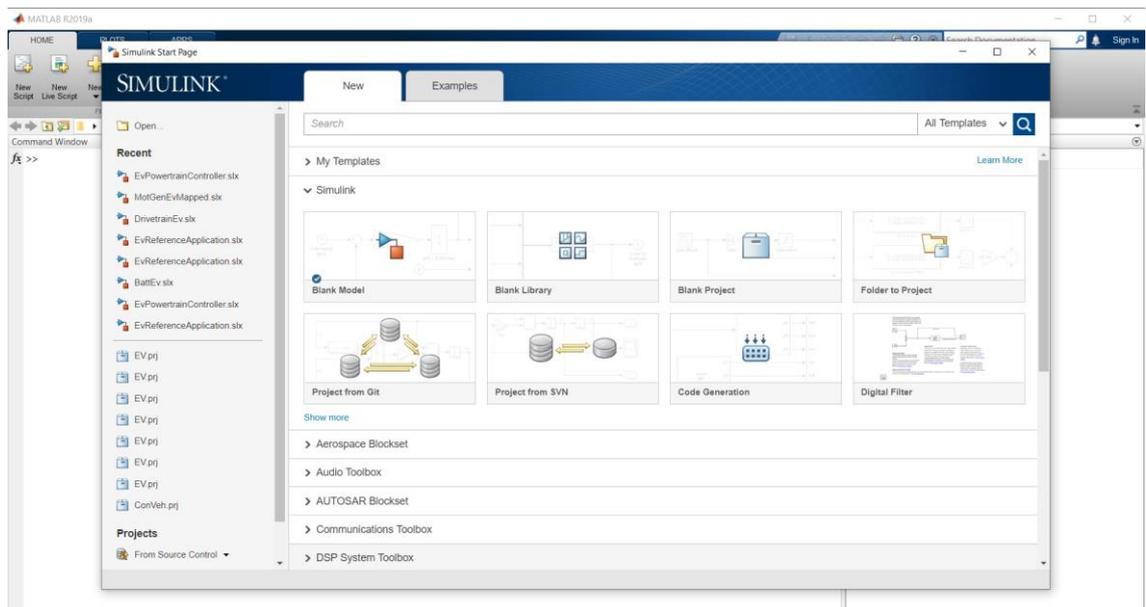


Figura 3-1: Simulink

Fuente: (Matlab, 2020)

La Facultad de Mecánica perteneciente a la Escuela Superior Politécnica del Chimborazo cuenta la licencia estudiantil del Software Matlab.

1.6.1.1 Bloques Principales para la Simulación de un Vehículo Eléctrico

Perfil de Conducción: Recibe los puntos del ciclo de conducción y la pendiente convirtiéndolos en variables de precipitación, rapidez, distancia recorrida y ángulo de la vía (Marín, 2013).

Vehículo: Utiliza las ecuaciones características de un vehículo para el de la potencia y par que requiere dicho vehículo para obtener impulso. Utiliza datos de vehículos eléctricos reales. En el trabajo se considera al vehículo como una única masa pasmada, no teniendo en tabla los impactos dinámicos que se producen en él (Marín, 2013).

Unidades de Energía: Es la que se encargará de suministrar la tensión necesaria al motor eléctrico. Existen tres tipos de unidades de energía para estilar batería, el extremista

acumulador y la pila de carburante, siendo la batería la única que siempre estará en la configuración seleccionada (Marín, 2013).

Motor: Es el encomendado de recaudar la velocidad y el par requerido por el medio de transporte para efectuar el movimiento. Para el vehículo eléctrico se utiliza un motor asíncrono con control de campo orientado (Marín, 2013).

Freno: Simula la funcionalidad de un detenido regenerativo. Cuando el par es pequeño que mínimo suministra tensión al bus de continua (Marín, 2013).

Estrategias de Control: Habilita al usuario a elegir entre modalidad únicamente batería, batería más extremista acumulador y batería más pila de carburante, tal y como se comentó anteriormente. Además, permite la alteración de algunas variables según sea el modo de funcionamiento elegido. Es el bloque que posibilita las configuraciones a proceder por el usuario (Marín, 2013).

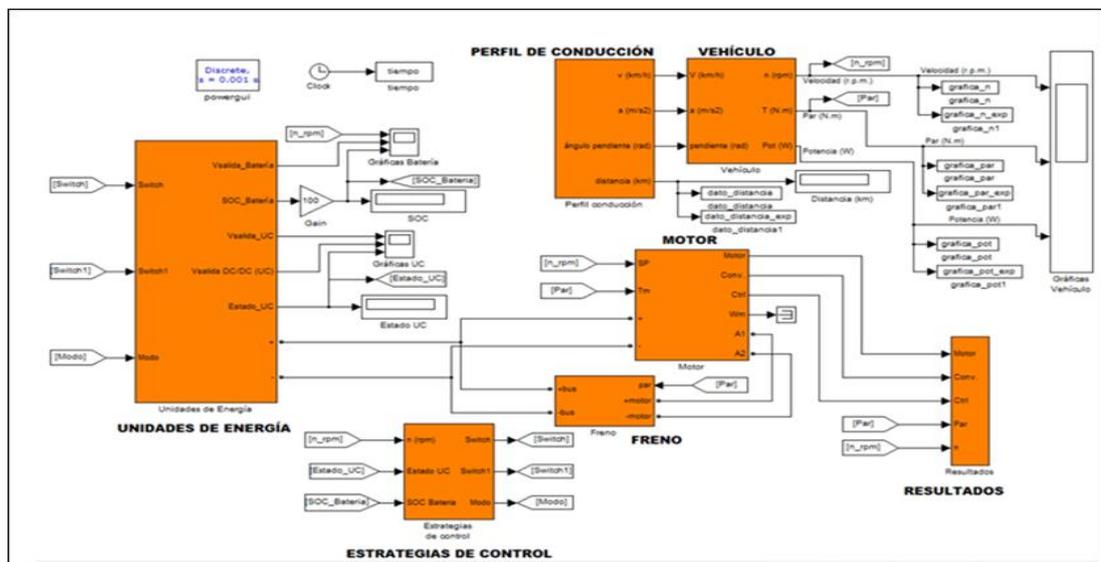


Figura 4-1: Modelo de Vehículo eléctrico creado con Simulink

Fuente: (Marín, 2013)

Los bloques principales que se encuentran de color naranja de este modelo corresponden al Perfil de Conducción, al Vehículo, a las Unidades de Energía, al Motor, al Freno, y por último Estrategias de Control y Resultados. Cada uno de estos bloques se explica en los apartados subsiguientes, en los que se enumeraran sus interpretaciones y sus valores por defecto, el funcionamiento del modelo es altamente sencillo (Marín, 2013).

El bloque Perfil de Conducción es el gestionado de desarrollar el perfil de velocidad (rapidez y aceleración) y pendiente de la vía que se introducirán en el bloque Vehículo, siendo este bloque el encomendado de determinar el par y la velocidad en r.p.m. que deberá

proseguir el bloque Motor eléctrico. El bloque Unidades de Energía es el encargado de generar la tensión acondicionada (mayor de 400v) para el bus de continua, teniendo la alternativa de seleccionar entre batería, batería más extremista acumulador y batería más batería de carburante (Marín, 2013).

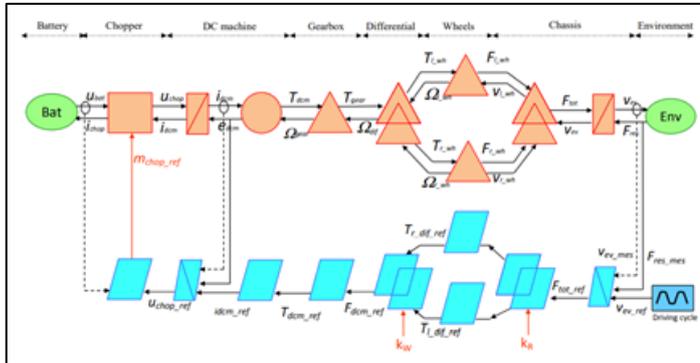


Figura 5-1. Diagrama completo de un vehículo eléctrico

Fuente: (Martín Moreno, 2013)

Los modelos desarrollados se implementan con herramientas Simulink o representaciones “s” según los requisitos particulares del prototipo. Esto permite que los ideales de subsistemas se utilicen en otras inflexibilidades. La interconexión de los subsistemas ejemplo es potencial definiendo las variables de boleta y salida para cada subsistema (ALCALÁ et al., 2014).

Se puede observar que el consumo de energía para este tipo de ciclo de conducción es de 1,2 MW a 800 s. Por lo que se puede decir que es mayor en el ciclo de la ciudad. La principal razón de esto es que se debe a las diferentes condiciones de conducción impuestas de la potencia restablecida durante el frenado regenerativo (ALCALÁ et al., 2014).

Por otro lado, en el ciclo de conducción en carretera, la potencia impuesta por el EV permanece prácticamente constante y este valor dependerá de la velocidad alcanzada. En estas condiciones de conducción, debido al poco uso de los frenos regenerativos, ya además de que la potencia depende principalmente de la velocidad del EV (ALCALÁ et al., 2014).

El ciclo de conducción en localidad impone al VE varias aceleraciones-desaceleraciones repetidas ($1,5 \text{ m} / \text{s}^2$), lo que permite generar energía adicional. Hay que tomar en cuenta que en este ciclo de conducción es importante imponer un control adecuado del detenido para maximizar la energía disponible a recuperar (ALCALÁ et al., 2014).

Al momento de querer realizar una simulación dinámica se debe tomar en cuenta una serie de parámetros que permitan controlar el prototipo. En base a esto se han introducido parámetros que servirán para precisar mecánicamente el medio de

transporte, semejantes como señales y propiedades de los elementos y parámetros de torque y ángulo de giro que describen la movilidad. De esta manera es más sencillo transformar las maniobras sin urgencia de tocar el prototipo. En la especificación de las simulaciones se ha encomendado un periodo para que las suspensiones se estabilicen (Capovilla, 2010).

1.6.2 Ecuaciones que simulan el comportamiento de un vehículo eléctrico

Entorno: El medio tiene en cuenta las intensidades de resistencia que se deben vencer para comenzar el movimiento del medio de transporte. Estas fuerzas son debido a la resistencia aerodinámica, F_0 preliminar resistencia a la rodadura y la competencia de la gravedad. En la siguiente ecuación α es el ángulo de la pendiente, de la gravedad g y por último a y b son coeficientes de rodadura (Martín Moreno, 2013).

$$F_{res} = F_0 + av_{ev} + bv^2_{ev} + Mg \sin \alpha$$

F_0 = Fuerza inicial resistencia a la rodadura.

Mg = fuerza de la gravedad

A = el ángulo de la pendiente

g = aceleración de la gravedad

En la ecuación presentada las variables de a y b son coeficientes de rodadura.

Control: Esta operación se conoce como origen de inversión. Él debe determinar los valores de las entradas de cada procedimiento, dependiendo de la salida deseada. El medio de inversión debe partir siempre de la cola a la cabeza del método. Esto es al revés de control, donde cada entrada se calcula con el término de asegurar la salida deseada (Marín, 2013).

$$U_2(t) = U_1(t) + L \frac{di(t)}{dt}$$

Ruedas: Los neumáticos además pueden ser bruscamente invertidas en Emr debido a que la relación entre el par y la fuerza no es dependiente del momento. La presente ecuación es para el neumático de lado derecho. De manera análoga se puede lograr para el izquierdo (Marín, 2013).

$$T_{r_dif_ref} = R_{wh} F_{r_wh_ref}$$

Diferencial: El diferencial de Emr se considera como un acoplamiento automotriz de un elemento que consiste en la caja de cambios y además a dos elementos que en este caso son las ruedas. Por lo que el bloque de inversión se deben conectar los dos elementos a uno solo (Marín, 2013).

$$T_{gear_ref} = K_w T_{l_dif_ref} + (1 - k_w) T_{l_dif_ref}$$

Máquina de corriente continua: La inversión debe iniciarse con la inversión electro-mecánica, que es una inversión directa de la maquinaria eléctrica Cc necesitan dos bloques, uno para la inversión de la inductancia y otro para la conversión electro-mecánica (Marín, 2013).

$$i_{dcm_ref} = \frac{1}{K_{dcm}} T_{dcm_ref}$$

Chopper: La salida de esta inversión será la señal de cuidado de la chopper por lo que se lo puede considerar como un convertidor eléctrico (Marín, 2013).

$$m_{chop_ref} = \frac{1}{U_{bat_meas}} U_{chop_ref}$$

1.6.2.1 Modelo de regresión cuadrática para consumo de autonomía

Finalizado el descomposiciones de regresión cuadrática para consumo de autonomía frente a cada una de las variables, en las cuales se centra este ensayo, se visualiza que la mejor aproximación para un estudio multivariado es la regresión cuadrática en la cual se engloba un examen total para la observación de autonomía (Fierro y Siguenza, 2017).

La especificación de un análisis multivariable, representa, una amplitud al análisis realizado con antelación, cuando se enfrentó el consumo de autonomía a cada variable establecida; por esta causa se requiere de una red de ecuaciones unificadas que permitan delimitar la regresión que rige el comportamiento de esta, basado en una estructura (Fierro y Siguenza, 2017).

$$Y = Ax1^2 + Bx2^2 + Cx3^2 + Dx4^2 + Ex5^2 + Fx1x2 + Gx1x3 + Hx1x4 + Ix1x5 + Jx2x3 + Kx2x4 + Lx2x5 + Mx3x4 + Nx3x5 + Ox4x5 + Px1 + Qx2 + Rx3 + Sx4 + Tx5 + U$$

Donde: X1: Tiempo de recorrido (horas)

X2: Recorrido (km)

X3: Porcentaje de aceleración (%)

X4: Drive Motor Speed (rpm)

X5: Ángulo de inclinación (Grados) Y las letras desde la A hasta la U son constantes no definidas (Fierro y Siguenza, 2017).

1.6.2.2 Algoritmo de programación del consumo de un vehículo eléctrico

Aquí se presenta el cálculo dicho para proyectar el consumo de energía eléctrica durante el ciclo de carga, cuya dependencia principal es hallar la forma más económica de ejecutar un ciclo de carga de un medio de transporte eléctrico en un entorno de tarificación variable. Primero, se debe demarcar el tiempo en horas forzoso para efectuar el desarrollo de carga. Después, dado el número de horas adeudado, se hallan todas las mezclas posibles para efectuar el ciclo de carga en la abertura de periodo disponible. El costo total del ciclo de carga para cada combinación se calcula como la adicción de todos los productos entre la energía demandada por hora y la tasa de las horas respectivas. Finalmente, se determina la combinación de horas que minimiza el costo total del ciclo de carga (Dávila, Trujillo y Gaona, 2019).

$$T = \frac{C(1 - SoC)}{I}$$

Donde el Soc del medio de transporte eléctrico es modelado como se señal en la subsección: modelo de distribución del estado de carga de la batería, considerando cuatro múltiples distribuciones. DoD=1-SoC es la profundidad de descarga de la batería, $I=3C$ si $I_{max} \leq 3C$ o $I=1000PN/VN$ si $I_{max} > 3C$ (Dávila, Trujillo y Gaona, 2019).

1.6.3 Vehículo Eléctrico

Este documento centra su atención en el carro eléctrico, el principal vehículo de habitantes, pero varias de las conceptualizaciones tratadas son aplicables o asimilables a otros medios de transporte, en particular los autopropulsados, como motos y autobuses. Esto incluye varios medios que pueden separarse en autopropulsados (automóviles, motos, autobuses, propulsoras, trolebuses, etc.) y deslizados (vagones, teleféricos, etc.), en dependencia de si disponen o no del medio de recorrer por su propia fuerza motriz (Álvaro, 2016).

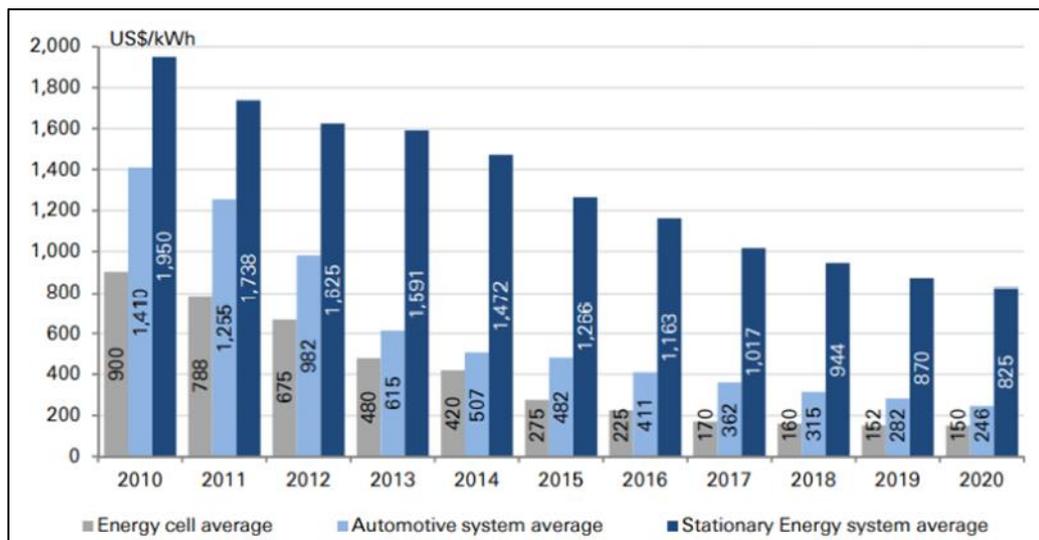


Figura 6-1: Coste Estimado de Baterías en vehículos eléctricos hasta 2020

Fuente: (Álvaro, 2016)

La gran demanda que ha tenido el vehículo en los últimos tiempos (VE) trae un gran beneficio como son la disminución de las emanaciones contaminantes. Se debe considerar que este cambio representará un efecto en la red eléctrica. El VE es así una herramienta clave tanto en la planificación de la movilidad urbana como del abastecimiento de energía eléctrica, sin embargo, esta herramienta que necesita de una planificación y gestión precisas en las diferentes urbes para su buen funcionamiento. En este sentido, en esta labor se ha interpretado el problema de los VE en todos los niveles de la red y se han planteado tres dedicaciones para maximizar su aprovechamiento, pero sin un crecimiento de la suscitación libre de contaminantes, sin la adecuada gestión de su recarga y sin su inclusión en la prestación de usos al sistema, sus potenciales privilegios quedarán bastantes restringidos, se ha asegurado una metodología para la administración de parajes de recarga. A nivel de administración, por lo que se ha ideado un algoritmo de control de la recarga de VE para circunscribir desequilibrios entre etapas de la red eléctrica. A nivel de transporte, para de esta forma asegurar la introducción de un mercado de VE (Álvaro, 2016).

1.6.3.1 Características de vehículos Eléctricos en Ecuador

A principios del 2016 se inició en Ecuador la comercialización de medios de transporte 100% eléctricos para venta directa a usuarios en dos concesionarios locales, en otros eventos se debía querellarse a procesos de transacción a través de delegaciones a fin de conseguir a este tipo de movilidad. En función de esta elección se considera

5 transportes eléctricos para procesos de transacción inmediata o con esperas de incluso 3 meses disponibles en Ecuador incluso el primer semestre del 2017. Estos transportes tipos: biplaza, sedan o jeep, cuentan con un motor síncrono en su totalidad y potencias de 17 a 109 Cv, y desarrollan velocidades aun de 145 km/hr (Fierro y Siguenza, 2017).

Tabla 1-1: Datos de funcionamiento de vehículos eléctricos en Ecuador 2016-2017

CARACTERÍSTICAS	KIA SOUL	BYD E5	RENAULT KANGOO	NISSAN LEAF	RENAULT TWIZY
Tipo de Motor eléctrico	Motor eléctrico síncrono de imán permanente	Motor síncrono de imanes permanentes	Motor Eléctrico 2.4 (Síncrono reversible)	Motor síncrono de corriente eléctrica	motor eléctrico asíncrono
Tipo de corriente	AC	AC	AC	AC	AC
Potencia máxima CV	109CV	107CV	60 CV	109CV	17 CV
Potencia máxima kW/rpm	81.4 kW/rpm	160 kW/rpm	44 kW/rpm	80 kW/rpm	13 Kw/rpm
Par máximo	285 Nm/rpm	310 Nm/rpm	226 Nm/rpm	254 Nm/rpm	57Nm/rpm
Velocidad máxima	145 km/h	130 km/h	130 km/h	150km/h	80km/h
Aceleración de 0-100 km/h	11.2 s	14 s	20,3 s	*	0 a 45 km/h en 6,1 segundos
Consumo eléctrico	21 kWh cada 100 km	*	155 Wh/km	20,4 kWh cada 100	63 Wh/km
Autonomía NEDC o EPA	212 km	220 km	170 km	117km	100km

Fuente: (Fierro y Siguenza, 2017)

En la tabla 1-1 se puede observar los diferentes datos técnicos de los vehículos eléctricos que fueron más comercializados en el país en el año 2016-2017.

1.6.3.2 Impacto ambiental debido a la contaminación y alternativa vehículo eléctrico

En los años 70, cuando se dio la primera crisis del petróleo aquella crisis, junto con los estudios realizados durante los ochentas y noventas sobre la contaminación en el planeta, que podría destruir poco a poco la capa de ozono de la atmósfera debido a la contaminación excesiva de todo tipo de gases se comenzó a tener una incertidumbre acerca del futuro de la energía, donde se decidió empezar una búsqueda de nuevas fuentes de energía más baratas. Junto con esos estudios, otra razón que provocó el inicio de la investigación de vehículos eléctricos es porque que cada vez quedan menos reservas de petróleo, lo que aumenta su precio considerablemente. Aquella crisis, junto con los estudios realizados durante los ochentas y noventas sobre la contaminación en el planeta, que podría destruir poco a poco la capa de ozono de la atmósfera debido a la contaminación excesiva de todo tipo de gases (Pelayo, 2013).

Los transportes eléctricos (Ve) ya fueron testados antiguamente de los auténticos vehículos de carburante. Sin embargo, fueron desplazados por estos últimos debido a que necesitaban un enorme tiempo de recarga para un óptimo funcionamiento y a la dificultad para retener grandes cantidades de energía, lo cual sigue siendo ahora en viaje el principal problema (Pelayo, 2013).

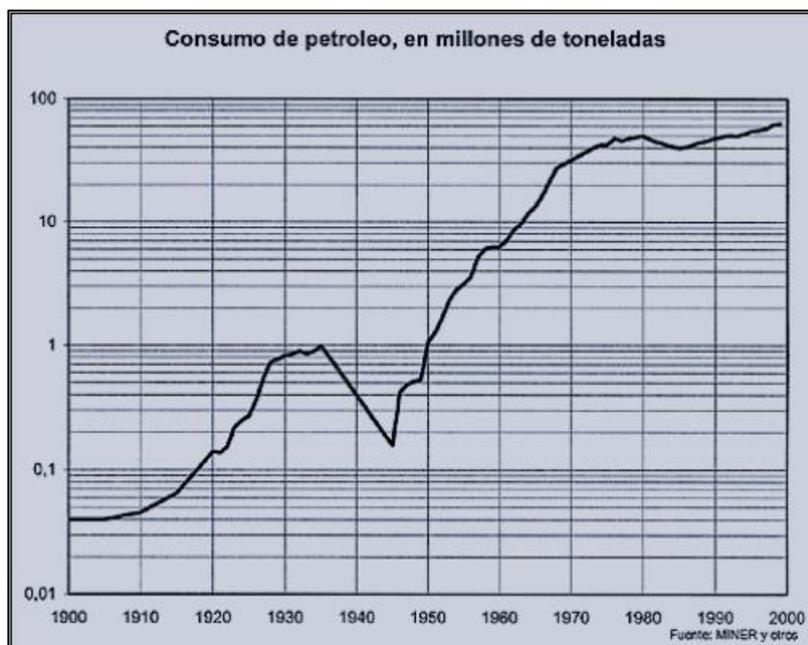


Gráfico 1-1: Consumo de petróleo a lo largo del siglo XX

Fuente: (Pelayo, 2013)

Actualmente, y a razón de los estudios medioambientales tratados anteriormente, los gobiernos de todo el planeta han comenzado a recibir medidas para reducir las emisiones de Co2 al ambiente con la finalidad de reducirlas para 2020 en un 20% respecto a 1990. Los límites para Europa son muchas más de intolerantes que en el caso de Estados Unidos (Pelayo, 2013).

La cadena energética que conduce a la alimentación de cualquier transporte eléctrico, auto, autobús, furgoneta, etc., parte de la generación de energía primaria atendiendo a la vía mixta que suponen las distintas centrales, la cual a su vez varía según los ámbitos geográficos de referencia (Martin y Bargallo Pernina, 2015).

La impresión de la eco-ficha “balance ambiental de energía para la generación de 1 Kwh eléctrico”, permite conseguir, en relación a la eficiencia energética, el provecho entorno ponderado de cada uno de los cuatro apartados en que este deber agrupa a las unidades generadoras (Martin y Bargallo Pernina, 2015).

Comparación de límites de emisiones de CO ₂ para vehículos de pasajeros		
	Europa	EE.UU.
2008	160 g/km	240 g/km
2012	130 g/km	190 g/km
2015	115 g/km	180 g/km
2020	100 g/km	160 g/km

Fuente: Comisión Europea y CAFÉ: Corporate Average Fuel Economy.

Figura 7-1: Límites de emisiones de Co2 previstos hasta 2020

Fuente: (Pelayo, 2013)

1.6.3.3 Características básicas de un vehículo eléctrico

Los aparatos de graduación eléctrica proporcionan datos que se consideran ace acelerados y además reales de las magnitudes eléctricas, los cuales sirven para la comprobación del buen o mal funcionamiento de los circuitos del transporte, requeridos para la coordinación de movimientos que en ellos se producen. La electricidad necesaria para el arranque del motor se toma desde la batería, y mediante un motor eléctrico se crea el primer aspaviento que provoca el movimiento del motor térmico. La electricidad complementa a la mecánica para cumplir que el funcionamiento general del transporte se realice de fase coherente. El concepto de las magnitudes fundamentales de la electricidad, como son la resistencia, la

intensidad y la tensión, y la semejanza que las une harán que en su aplicación a los transportes se obtenga un conocimiento del porqué de su instalación. (Padilla, 2012).

Como requerimientos del motor eléctrico para la tracción de un VE o VEH se pueden citar los siguientes:

Robustez

Alta relación par/inercia, que permita buenas aceleraciones.

Alta densidad de par y de potencia.

Alto par en el arranque y en pendiente y alta potencia en autopista.

Un gran rango de velocidades, con una potencia que sea constante de 3 o 4 veces la velocidad para que de esta forma entre en el rango del requerimiento del valor del pico par y además el valor nominal de intensidad-tensión que tiene el inversor.

Alto rendimiento en un amplio rango de velocidades para altos y bajos pares.

Bajo ruido, mantenimiento y coste.

Bajas emisiones electromagnéticas.

Potencia constante en un amplio régimen de giro. Los motores eléctricos pueden ser de corriente continua (López, 2015).

1.6.3.4 Características de los principales elementos del KIA Soul

A continuación, se describirá las partes principales de un vehículo eléctrico que consiste en un Motor Eléctrico, la Batería y el Inversor Eléctrico del vehículo con el que se realizará la simulación KIA Soul.

El Módulo de Batería es una de las piezas fundamentales en un vehículo eléctrico siendo en muchos casos uno de los elementos que conforma el vehículo eléctrico de mayor costo.



Figura 8-1: Paquetes de Batería KIA Soul

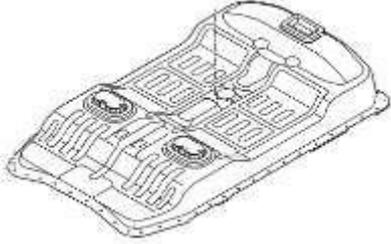
Fuente: (Maurad, Julio, 2018)

Este módulo de batería este compuesto por celdas, el voltaje que representa un polímero de Li-ion a 75 Ah la celda el voltaje que presenta es de 3.75V. Está conformado de 10 a 14 celdas que se encuentran conectadas en series, además que cuenta con un sensor de temperatura que su función es controlar la temperatura la cuál para su correcto funcionamiento debe ronda aproximadamente en los 25°.

La configuración de la batería del KIA Soul está compuesta por 8 módulos que está conformados por 96 celdas conectadas en serie, cuenta con un voltaje de 360 voltios, 75 Ah y 90 kW con un peso total de 24 kg.

Tabla 2-1: Especificaciones de la batería de alto voltaje del vehículo Kia Soul.

Batería del Kia Soul	
Tipo	Polímero de Ion de Litio
Energía	64 kWh
Poder	90 kW
Voltios	360
Paquete de batería horas vatios / kg (celular)	200
Amp /	75

	hora (Ah)	
	Volumen (ℓ)	241 (8.5 pies cúbicos)

Fuente: (Maurad, Julio, 2018)

En la Tabla 2-1 se puede observar los diferentes parámetros de la batería del vehículos KIA Soul los cuales serán considerados para la simulación.

Inversor

Al igual que la batería el inversor es uno de los elementos más importantes para que un vehículo eléctrico se pueda poner en marcha, la función principal del inversor es convertir la corriente continua en corriente alterna, y así mismo en caso que la batería de alto voltaje necesite carga convierte la corriente alterna en corriente continua.



Figura 9-1: Inversor del KIA Soul

Fuente: (Maurad, Julio, 2018)

Además, el inversor dentro de sí debe contar con un LDC, el cuál es el encargado de convertir la corriente DC-DC de baja potencia, esto lo que hace es convertir la corriente de alta tensión a una tensión de 12V esto para poder cargar la batería auxiliar de 12 voltios con la cuenta el sistema.

Motor Eléctrico

Es uno de los componentes más importantes del VEH que se observa en la Figura 10-1 ya que su principal función es impulsar el vehículo eléctrico, utiliza la energía que ha sido almacenada dentro de la batería de alto voltaje, y convierte esta energía eléctrica en mecánica impulsando al vehículo considerando la pendiente y la carga.



Figura 10-1: Motor Eléctrico KIA Soul

Fuente: (Maurad, Julio, 2018)

Un KIA Soul cuenta con las características de Par y Potencia de 285 Nm y 81,4 kW respectivamente, es un motor síncrono de imán permanente, otra empresa que usa este tipo de motor es Audi ya que en distintas variaciones de carga presentan una buena respuesta y su mantenimiento es bajo además que su regulador electrónico permite regular el par de salida al arrancar el motor.

1.6.3.5 Recarga de vehículos Eléctricos.

Para ello, se desarrolló e implementó un prototipo matemático no lineal completo mixto que nos permite encontrar la ubicación y cabida de BSS para transportes eléctricos en procedimientos de distribución tomando en cuenta puntos como costos, distribución de paradas de intercambio de baterías y límites operativos de la red de distribución, permitiendo a los operadores de red tener un factor de referencia de buena calidad para la planificación e interpretaciones de sus redes. Debido a la creciente demanda de medios de transporte eléctricos, se propuso una metodología que ubique de forma óptima el BSS, reduciendo los costos operativos en las redes de distribución eléctrica. Los resultados muestran que el algoritmo genético aplicado a aprietos de posición y capacidad de BSS, ofrece resultados de buena calidad puesto que logran minimizar los costos de inversión y operación que conlleva incluir estos elementos en el método de distribución (Gallego Rendón, Hincapié Isaza y Osorio Cruz, 2019).

Algunas indagaciones han evidenciado que proceder la recarga simultánea de transportes eléctricos (EV) sin ningún control, dependiendo de la penetración del EV, puede ocasionar pérdidas de potencia, declinaciones de tensión, armónicos y sobrecargas de transformadores (Mendoza et al., 2016).

Entre otros, que incrementan los costos de adquisición y mantenimiento del procedimiento. Por lo tanto, para lograr la introducción masiva de medios de transporte eléctricos sin amenazar el procedimiento, es importante reflexionar una táctica que coordine las recargas para mitigar o amonestar los impactos descritos (Mendoza et al., 2016).

La demanda se gestionó con un grado de clarividencia del 72%. Los numeros obtenidos indican que el nivel de voltaje alcanza redaños cercanos a 0.855 pu sin ningún cuidado sobre la recarga del transporte. Sin embargo, el esqueleto de administración garantiza que se cumpla el punto mínimo de 0,9 pu autónomamente del factor de afortunados conectados al sistema. Por otro flanco, muestra que un 72% de la penetración de los medios de transporte eléctricos en la red eléctrica hace que la espaciosidad axioma alcance títulos cercanos a los 4.2mva, lo que representa una grava de incluso 400 Kva para el transformador que alimenta la carga (Mendoza et al., 2016).

En el 100% de penetración del transporte eléctrico, permitiendo que el nivel de agitación alcance valores cercanos a 0,82 pu cuando no se gestionan las recargas, en otras palabras, están un 8% por abajo del tope establecido. en el reglamento. En caso contrario, con el funcionamiento del cálculo de gestión se realiza la recarga sin salvar las 0,9 pu Al comparar el comportamiento de las curvaturas de carga del sistema, notificación que el 100% de penetración EV representa una carga cercana a 4,7 Mva (Mendoza et al., 2016).

Para el KIA Soul se tiene un cargador de batería OPSE0Q4005 que es de carga normal, al ser de este tipo de carga el objetivo del mismo es mantener la vida útil y el rendimiento de la batería y además este tipo de cargador puede ser utilizado en una red doméstica.



Figura 11-1. Cargador Eléctrico de KIA Soul

Fuente: (Maurad, Julio, 2018)

En la Figura 11-1 podemos observar el cargador para el vehículo KIA Soul para este cargador se debe considerar que dentro del vehículo en el habitáculo existe un botón el cual su función es desconectar el cargador para poder retirarlo y se encuentra en la parte inferior izquierda del volante.

Tabla 3-1: Especificaciones Técnicas del cargador del KIA Soul

Especificaciones Técnicas del Cargador	
Conector	SAE J1772 compliant
Voltaje	208VAC-240VAC
Frecuencia	60/50Hz
Corriente de Salida	30 A max
Corriente de Entrada	40 A max
Temperatura de operación	-30°C a 50°C
Temperatura de almacenamiento	-40°C a 60°C
Humedad relativa	Hasta un 95% sin condensación
Dimensiones	12plg x 12plg x 8plg
Peso	10 lbs
Longitud del cable	Hasta 25 plg

Fuente: (Maurad, Julio, 2018)

1.6.4 Electricidad en Ecuador

Tras la recluta de novedades centrales de energía en la última década, el estado dispone de una potencia o capacidad de concepción eléctrica instalada de 7 146 megavatios (Mw). Esto es prácticamente el doble de lo que se requiere ahora, según cifras del Ministerio de Electricidad y Energía Renovable (MEER).

La solicitud máxima, que se cubre con la operación de las centrales eléctricas, fue de 3 692,2 Mw incluso octubre pasado. Es decir, un 48% de la garra disponible (3 453,8 Mw) no es aprovechado a pesar de referir con la infraestructura necesaria(Pacheco, 2017).

Estas plantas producen vitalidad empleando fuentes hídricas, carburantes, viento, sol, gas natural y caña de azúcar. Entre el año 2007 y septiembre del 2017 inicio la operación de 27 centrales eléctricas (con una inversión pública y privada) (Pacheco, 2017).

Estos proyectos para que funcionasen requerían como complemento ampliar el sistema de conexión eléctrica. Para esto, se impulsó la construcción de un anillo energético de 500 kilovoltios (kV) para de esta forma poder transportar la energía del Coca Codo Sinclair y Sopladora (Pacheco, 2017).

Jesús Játiva, PhD en Ingeniería Eléctrica, y José Luis Fuentes, especialista en políticas públicas, dictaminaron que el Gobierno realizó una inversión exagerada para este sector y hubo una “mala planificación” de todo este proceso (Pacheco, 2017).

El MEER (Ministerio de Electricidad y Energía Renovable) argumentó mediante correo electrónico que la diferencia entre la potencia y la demanda se justifica porque en estos sistemas ya que se debe tomar en cuenta con márgenes de reserva. Con esto se busca el poder garantizar el abastecimiento de energía en todo momento y también en algún imprevisto” (Pacheco, 2017).

Aunque el margen de reserva con el que cuenta el país es “desconcertante” y no tiene una gran relación con el 10% de porcentaje que se maneja en el sector a escala internacional, enfatizó Játiva (Pacheco, 2017).

Según el Plan Maestro de Electricidad que se tiene designado para los años 2016–2025, la potencia servirá después para poder cubrir el incremento de la demanda que se proyecta en 5 579 MW para el año 2023 (Pacheco, 2017).

Para entonces se planea desarrollar 3 proyectos hidroeléctricos adicionales. Se trata de Delsitanisagua, Toachi-Pilatón y Minas San Francisco, cuando se encuentren listos representarán más de 709,4 MW extras de potencia (Pacheco, 2017).

En cuanto a las importaciones, el MEER sostiene que se logró bajar del 11% de aportes en el 2006 a 0,05% este año (Pacheco, 2017).

Se debe considerar que la deficiente calidad en el suministro provoca una operación ineficiente, en las redes eléctricas incremento en los costos de operación, los que, al final, redundan en pérdidas para las compañías del servicio eléctrico (Riofrío y Haro, 2013).

Ecuador debido a las diferentes hidroeléctricas que existen en el país para generar 8036,34 MW esto según el informe del MEER, el ministerio de Electricidad y Energía Renovable, pero en la actualidad el país requiere el 3.746 MW que equivale al 47%.

Por lo que se puede decir que el 53% de la energía que se puede generar no se está usando, pero considerando que la capacidad efectiva de la generación eléctrica es de 7434,81 MW lo no aprovechado en el país es de aproximadamente el 50%.

1.6.4.1 Balance Nacional de Energía Eléctrica

En el Balance Nacional de Energía Eléctrica se exponen seis grupos de información que corresponde a la potencia (MW) y también energía eléctrica (GWh), con su respectiva participación (%) a nivel nacional.

- Energía Entregada para Servicio Público,
- Energía Disponible para Servicio Público.
- Potencia Nominal en Generación de Energía Eléctrica.
- Potencia Efectiva en Generación de Energía Eléctrica.
- Producción Total de Energía e Importaciones.
- Consumo de Energía para Servicio Público(ARCONEL, 2020).

Tabla 4-1: Consumo Público en GWh 2011-2019

Año	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Consumo (GWh)	17.632	19.156	20.091	21.403	22.550	23.039	23.973	24.908	25.817

Realizado por: Cevallos Valdivieso José, 2021.

En la tabla 4-1 se observa el consumo público en el los años que van desde el 2011 al 2019, con esto se puede observar que cada año el incremento es notable teniendo en cuenta que si contamos desde el 2009 que contaba con un valor de 15,064 hasta el año 2019 que cumpliría una década el incremento ha sido de 10 GWh aproximadamente y si consideramos el mismo crecimiento para dentro 10 años tendríamos alrededor de 35 GWh como consumo público teniendo en cuenta que el país actualmente solo puede generar aproximadamente 32 GWh es necesario pensar en varias fuentes energéticas que pueda proveer esa energía restante.

Tabla 5-1: Consumo de Energía a Nivel Nacional

4. Energía Entregada para Servicio Público		GWh	%
Energía Renovable	Hidráulica	23.410,55	88,62%
	Eólica	81,18	0,31%
	Fotovoltaica	36,47	0,14%
	Biomasa	185,08	0,70%
	Biogas	40,97	0,16%
Total Energía Renovable		23.754,25	89,93%
No Renovable	Térmica MCI	803,00	3,04%
	Térmica Turbogas	817,74	3,10%
	Térmica Turbovapor	1.033,45	3,91%
Total Energía No Renovable		2.654,19	10,05%
Total Producción Nacional		26.408,44	99,97%
Interconexión	Importación	6,93	0,03%
Total Energía Entregada para Servicio Público		26.415,36	100,00%

Fuente: (ARCONEL, 2020)

En la tabla 5-1 se puede observar de cómo está repartida la electricidad que genera el Ecuador en los distintos servicios públicos en el año 2020, donde se puede apreciar el consumo total es de 26408,44 GWh.

Tabla 6-1: Consumo de electricidad desde enero hasta mayo 2021

	Potencia Instalada en Generación (2)				Entregada a Servicio Público	
	Potencia Nominal		Potencia Efectiva		GWh	%
Energía Eléctrica	MW	%	MW	%	26073,696	1
Nacional (Renovable + No Renovable)	8725,20645	1	8098,3735	1	25821,8983	0,99034285

Fuente: (BEN, 2019)

En la tabla 6.1 se puede observar la energía eléctrica tanto como Nominal y Efectiva y el consumo hasta el mes de mayo del 2021 donde se puede observar un incremento del consumo en comparación al periodo del año 2020.

Según los datos que se exponen por el Operador Nacional de Electricidad (CENACE) que ene año 2019 el consumo de energía eléctrica llegó a ser de 25817 GWh, lo que represento en un incremento del 4,5% comparando con el valor consumido del año 2018 que tuvo un valor de 24908 GWh (MRNNR, 2019).

En el mismo año el mes de febrero fue el mes donde se registró el menor consumo de 1993,5 GWh, pero en el mes de mayo se utilizaron 2203 GWh que fue el mes que registro una demanda más alta de energía (MRNNR, 2019).

La energía del país fue producida en un 90% por fuentes de energía renovable de los cuales la ciudad de Quito con un 17,5% y de Guayaquil 21,6% las ciudades con mayor consumo. Debido al aumento en un 19% de una fuente renovable se incrementó en más de 6 veces la exportación de energía de electricidad a los países vecinos de Perú y Colombia, donde se venden 60 GWh y 1765 GWh respectivamente lo que le genera al estado un ingreso económico de 66,8 millones (MRNNR, 2019).

La demanda del consumo de electricidad en Ecuador durante los meses de enero y julio del presente año 2021 aumento un 8,13% esto informó el Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables (MRNNR, 2021).

Esto se debe principalmente a la pandemia que inicio en el año 2020 que durante varios meses de aquel perdió el país en varios sectores se encontró detenido, durante este periodo actual el país consumió 15 GWh (MRNNR, 2021).

Y de este consumo actual del año 2021 se registró que en la costa corresponde a un 62,2%, luego la sierra 34,7% y por último en la región de la amazonía de 3,1% (MRNNR, 2021).

CAPITULO II

MARCO METODÓLOGICO

2.1 Método Inductivo-Deductivo

El método inductivo-deductivo está conformado por dos procedimientos inversos: inducción y deducción. La inducción es una forma de razonamiento en la que se pasa del conocimiento de casos particulares a un conocimiento más general, que refleja lo que hay de común en los fenómenos individuales. Su base es la repetición de hechos y fenómenos de la realidad, encontrando los rasgos comunes en un grupo definido, para llegar a conclusiones de los aspectos que lo caracterizan (Rodríguez y Pérez, 2017).

Para la presente investigación que tiene como objetivo realizar una simulación del consumo que tendría un vehículo eléctrico en el país se tiene considerado usar tanto el método deductivo como el inductivo ya que al realizar la simulación obtendremos datos que serán observables mediante gráficas, los cuales representarán y se aproximarán a la realidad por lo que podemos asumir que los resultados de la misma son válidos por lo que cumpliríamos el objetivo del método inductivo.

Así mismo una simulación nos permite tener un porcentaje de error en función a un resultado real es importante considerar que los resultados obtenidos servirán como una referencia para el impacto que tendría los vehículos eléctricos en el país por lo que nos permitirá llegar a una conclusión en función a resultados que se acercan a la realidad.

2.2 MÉTODO CIENTÍFICO

2.2.1 Método Empírico

Dentro de la clasificación de dicho método se optará por el método de observación ya que al ser una simulación los datos que se pueden obtener los cuales se enfocarán en el consumo de un vehículo eléctrico, permite tener una mejor percepción del comportamiento que tendría el vehículo mediante las diferentes gráficas que se pueden obtener gracias al software, de esta manera se pueden hacer diferentes comparativas en función a los parámetros que se le asignen a la simulación.

Es importante tener en cuenta que este método es esencial para proyectos que se enfoquen a las simulaciones ya que al observar el comportamiento de los datos podemos llegar a una conclusión que nos permita comprobar si la hipótesis planteada se cumple o no, un método como la observación se vuelve muy eficaz cuando se trata de gráficas y la tendencia de datos.

El desarrollo de simulaciones matemáticas es una herramienta muy potente a la hora de llevar a la práctica conocimientos adquiridos de forma teórica en una asignatura pues nos permite ver el posible comportamiento de costosos sistemas desde un ordenador y sin la necesidad de realizar complejos montajes, esta es una de las razones de que cada vez se realicen más sesiones de prácticas por medio de software específico en la materia impartida pues permite al alumno centrarse en la búsqueda y correcta interpretación de resultados y no perderse en el aprendizaje de herramientas ajenas a la materia (Martín Moreno, 2013).

2.3 METODOLOGÍA CUANTITATIVA

A través del tiempo, el ser humano ha estado en la búsqueda constante de nuevos conocimientos, siendo la investigación cuantitativa una de las vías para obtenerlo, teniendo su soporte en la indagación a través de elementos cognitivos y en datos numéricos extraídos de la realidad, procesados estadísticamente para probar teorías (Del Canto y Silva Silva, 2013).

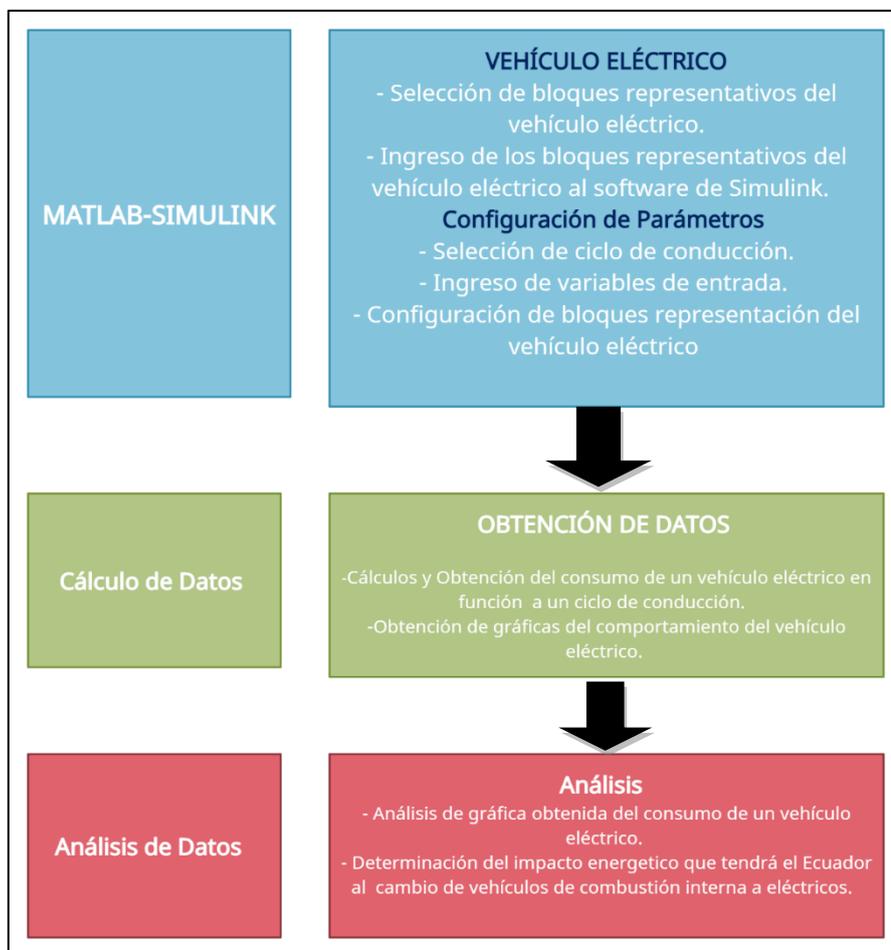
Es importante considerar que al ser una simulación con la que principalmente se trabajará con ecuaciones que representarán el comportamiento del vehículo eléctrico la cuales serán configuradas y programadas dentro del software, que las variables principales para este estudio será la velocidad y que el resultado principal que se busca es el consumo del

vehículo eléctrico, esto genera que necesariamente se trabajen con datos por lo que el método cuantitativo servirá para el análisis del presente trabajo.

Es importante considerar que la misma está en función a un ciclo de conducción el cuál normalmente cuenta como varios datos de diferentes factores que se generan en la conducción de un vehículo que son obtenidos mediante un OBD por lo que la observación se vuelve un método indispensable que nos permitirá analizar los resultados obtenidos que se presentarán mediante gráficas.

Además, que la configuración de cada uno de los bloques que representan al vehículo eléctrico debe ser configurados con parámetros mediables reales, valores que se pueden verificar y encontrar en las fichas técnicas de cada uno de estos vehículos.

2.4 Método



Realizado por: Cevallos Valdivieso José, 2021.

En el siguiente gráfico secuencial se observa la división de la metodología que se desarrollara para el presente trabajo donde se decidió primero partir de definir el modelo esquemático que representará el vehículo eléctrico, una vez se tenga los bloques que

representarán al vehículo se definirán y configurarán los diferentes parámetros en función al ciclo de conducción analizado y los datos técnicos del vehículo para luego en función a diferentes gráficas poder obtener los resultados del consumo del vehículo eléctrico que nos permitirá tener una referencia del consumo que tendrían en el país y además del impacto que pueda generar el cambio de vehículos de combustión interna a vehículos eléctricos.

Tabla 1-2: Tabla de Indicadores

Indicadores de resultados	Descripción	Unidad de medida
Indicadores de variables de entrada	1. Velocidad	m/s
	2. Altitud	msnm
	3. Potencia	Watts
	4. Torque	Nm
	5. Temperatura	Kelvin
	6. Presión Atmosférica	Bares
	7. Eficiencia	%
	8. Carga y Descarga de Batería	%
Indicadores de variables de salida	9. Consumo Eléctrico anual de vehículos eléctricos	Gwh/año
	10. Consumo eléctrico de energía pública	Gwh/año

Realizado por: (Cevallos Valdivieso José, 2021)

2.5 Procedimiento de selección de bloques y parámetros

Para la simulación se usará el siguiente esquema en el software de Simulink que representa a un vehículo eléctrico que se observa en la Figura 12.2.

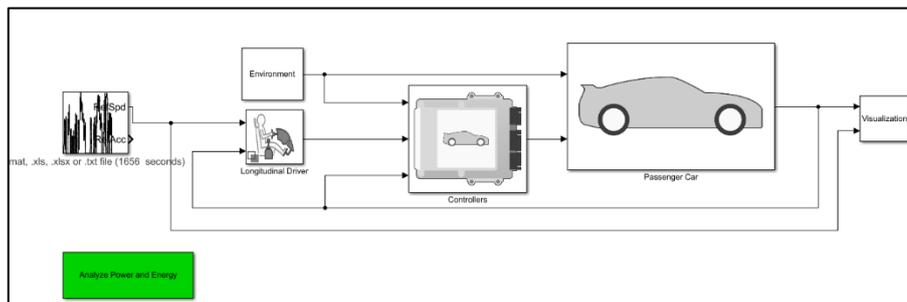


Figura 12-2: Esquema de Vehículo Eléctrico Simulink

Fuente: (Matlab, 2020)

Bloque ciclo de conducción

En la Figura 13.2 se puede observar el bloque el cual genera automáticamente un ciclo de conducción estándar pero el mismo también puede ser especificado por el usuario, también pueden ser importados de alguna fuente definida los cuales pueden encontrarse en distintos formatos como el .mat ya sea del propio software Matlab, xls de Excel y por último .txt de un archivo de texto.

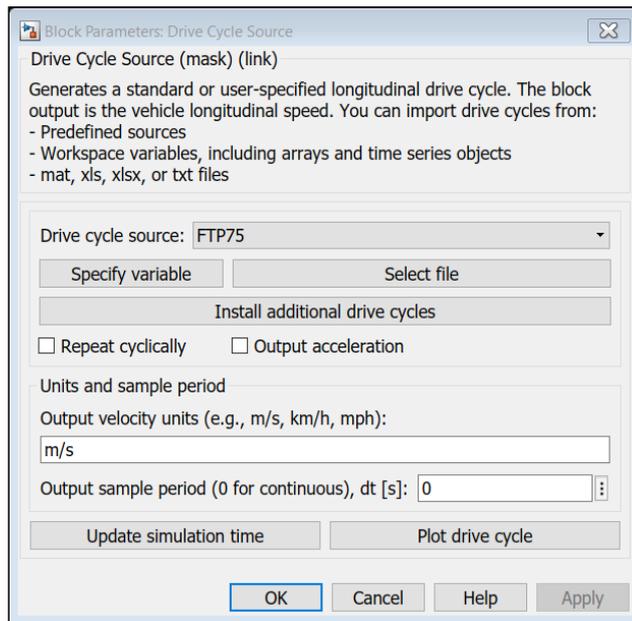


Figura 13-2: Bloque Ciclo de Conducción

Fuente: (Matlab, 2019)

Bloque de parámetros del medio ambiente

Dentro de este bloque como se observa en la Figura 14-2 se generan y configuran las diferentes variables medio ambientales tales como la temperatura, la presión, la velocidad del viento y la inclinación de la pendiente, estos parámetros van configurados en función al lugar en donde se realizó el ciclo de conducción ya que dependiendo del área geográfica todos estos parámetros van cambiando.

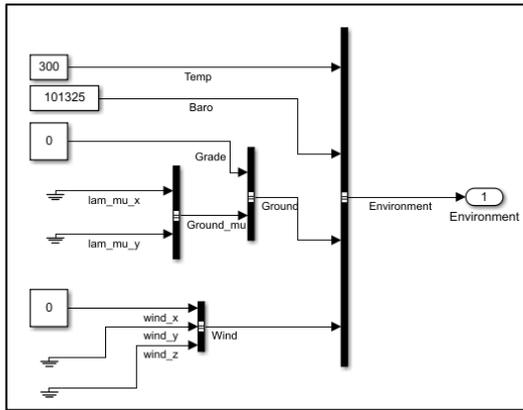


Figura 14-2: Parámetros del medio ambiente

Fuente: (Matlab, 2019).

Bloque del controlador longitudinal del conductor

El Bloque del Controlador Longitudinal el cual se puede observar en la Figura 15-2 del conductor está encargado de interpretar y simular la aceleración y frenado de los datos que son obtenidos del ciclo de conducción, todos estos datos son transmitidos hacia los bloques en señales que pueden variar del 1 al 0.

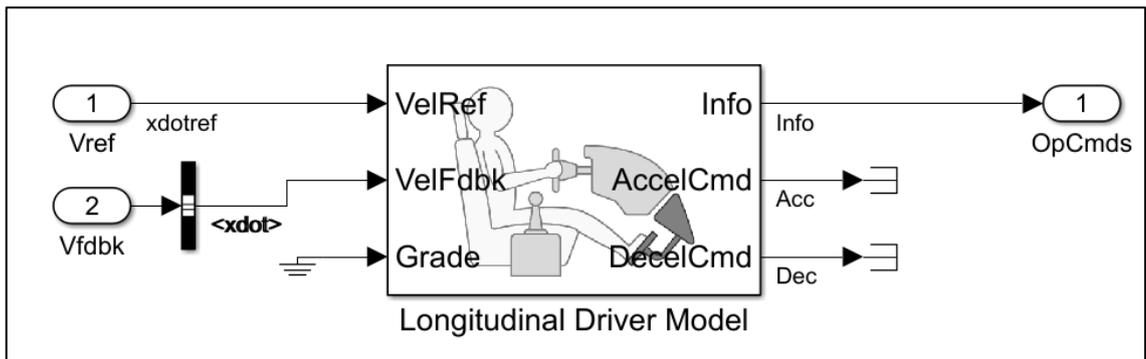


Figura 15-2: Controlador Longitudinal del Conductor

Fuente: (Matlab, 2019)

Bloque del controlador del sistema

Este es uno de los bloques más importantes el cual se lo puede observar en la Figura 16-2 ya que dentro de él mismo se encuentra el PCM o también conocido como el Módulo de Control del Tren de Potencia, aquí es el punto de ingreso de señales que generan los sensores además que controla de 100 factores en el vehículo una de las funciones principales es mostrar los códigos de avería que presenta el vehículo en caso de algún daño o error.

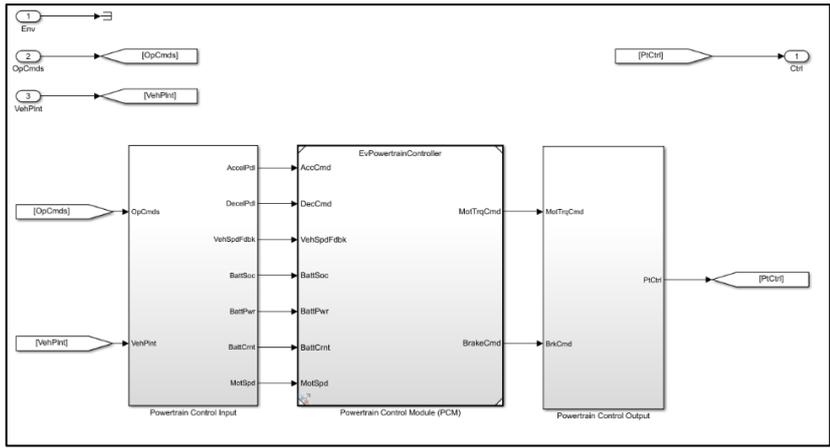


Figura 16-2: Bloque de Sistema de Controladores

Fuente: (Matlab, 2019)

Bloque de tren motriz

Al igual que el anterior es uno de los bloques esenciales que se puede apreciar en la Figura 17-2 dentro de la simulación ya que aquí se encuentran los diferentes sistemas que permiten el movimiento del vehículo entre ellos están el sistema de frenos, transmisión y uno de los más importantes el vehículo eléctrico.

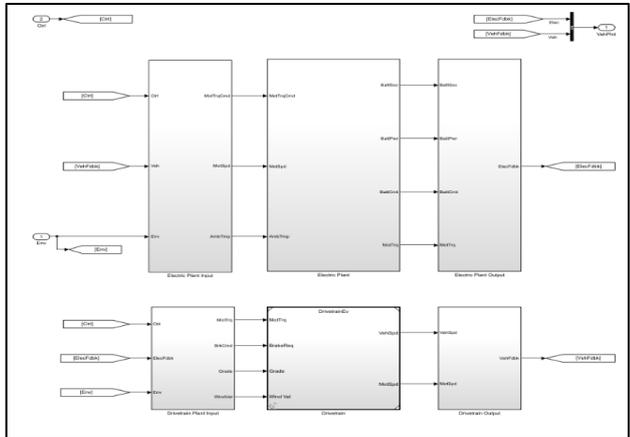


Figura 17-2: Bloque de Tren Motriz

Fuente: (Matlab, 2019)

Bloque de visualización de señales

En la Figura 18-2 se puede apreciar de una mejor manera este Bloque está conformado por varias señales que se han generado mediante la simulación y entran al Scope el cuál es una herramienta que permite visualizarlas dentro del software de Simulink.

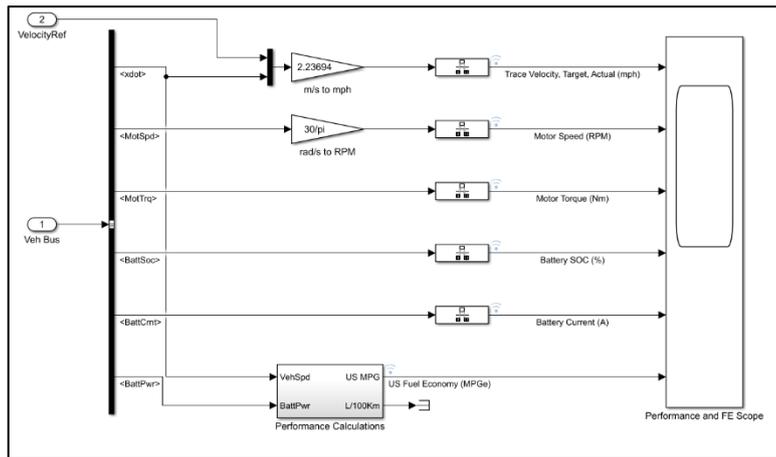


Figura 18-2: Bloque de Visualización de datos

Fuente: (Matlab, 2019)

Datos técnicos del vehículo eléctrico para simulación

Para la simulación se tomó en consideración usar el vehículo eléctrico KIA Soul que encabeza la lista del vehículo eléctrico más vendido en Ecuador su precio ronda en los treinta mil dólares y sus principales características son las siguientes:



Figura 8-2: KIA Soul 2020

Fuente: (KIA, 2020)

Tabla 2-2: Datos Técnicos de KIA Soul

KIA SOUL	
Tipo de Motor Eléctrico	Motor Eléctrico sincrónico de imanes permanentes.
Tipo de Corriente	AC

Potencia máxima CV	122 CV a 6300 rpm
Par Máximo	112 lbf/ft a 4850 rpm
Velocidad Máxima	150 km/h
Aceleración de 0-100 km/h	11.2s
Consumo eléctrico	21 KWh cada 100 km
Autonomía NEDC o EPA	212 km

Realizado por: Cevallos Valdivieso, José, 2021.

En la tabla 2.2 Se puede apreciar los diferentes datos técnicos que serán considerados para la simulación en función a un KIA Soul.

2.6 Configuración de parámetros en los bloques

Dentro de la configuración de este bloque tendremos varias opciones en lo que se refiere al ingreso de un ciclo de conducción, tendremos un ciclo guía FTP75 predeterminado que se puede observar en la Figura 9-2.

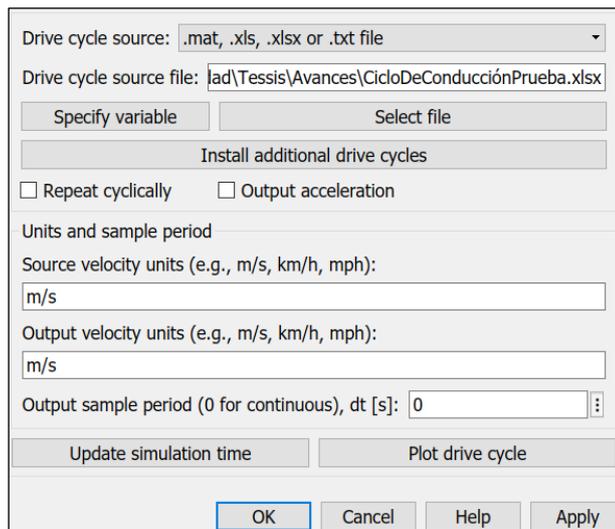


Figura 19-2: Configuración de Parámetros del Ciclo de Conducción

Realizado por: Cevallos Valdivieso José, 2021.

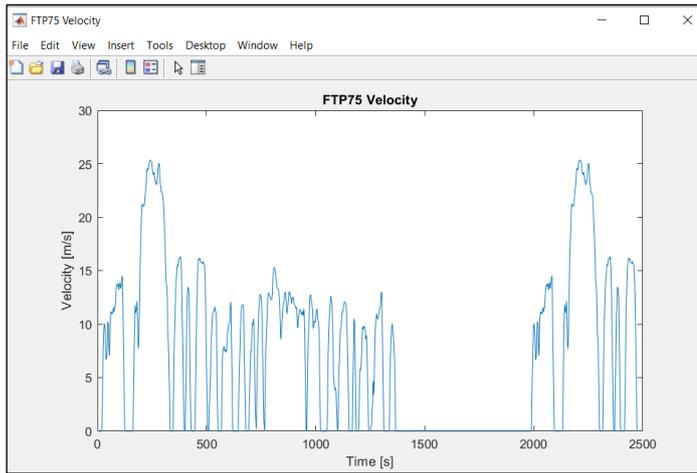


Figura 20-2: Representación gráfica del Ciclo FTP75

Fuente: (Matlab, 2020)

Se puede observar que el ciclo está en función a la velocidad y al tiempo, es importante que se tome en cuenta esto a la hora de introducir un ciclo de conducción que se desee analizar, considerando que para el presente trabajo se analizará un ciclo que se ha obtenido mediante un OBD II los datos han sido exportados mediante Excel por lo que se procederá a usar el método de Selección de archivo, con un archivo Excel que contiene los datos del tiempo y la velocidad en un archivo .xls como se representa en la Figura 10-2 donde la primer columna corresponde al tiempo y la segunda a la velocidad en m/s.

Time [s]	Velocity [m/s]
1	0.54771185
2	0.45200575
3	0
4	0
5	0
6	0
7	0
8	0
9	0
10	0
11	0
12	0.99452028
13	1.9548434
14	3.3288913
15	4.2429268
16	4.827481
17	5.339832
18	5.735055
19	6.125976
20	6.035889
21	5.6798
22	5.1272516
23	4.587425
24	3.580783
25	2.8076932
26	3.0958228
27	4.156468
28	5.735453
29	6.7447157

Figura 21-2: Datos del Ciclo de Conducción Analizado

Realizado por: Cevallos Valdivieso José, 2021.

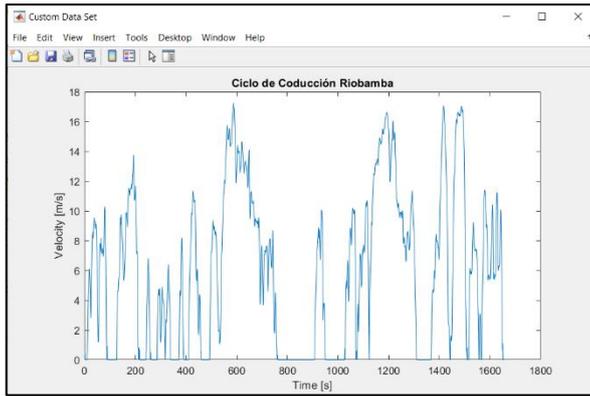


Figura 22-2: Gráfica del Ciclo de Conducción Analizado

Realizado por: Cevallos Valdivieso José, 2021.

Para la siguiente configuración procederemos a configurar los parámetros de los factores ambientales que pueden interferir en un ciclo de conducción, los cuales serán en función a la Ciudad de Riobamba-Ecuador.

Para definir los parámetros de la ciudad que consisten en la Temperatura que los encontraremos en unidades kelvin, la presión atmosférica en bares, la inclinación en el caso de que el análisis sea en pendiente, y por último la velocidad del viento que se encuentra en m/s se hizo un promedio de los datos ya expuesto en función a la ciudad de Riobamba, todos estos datos se guardan en una variable llamada Environment como se puede apreciar en la Figura 13-2.

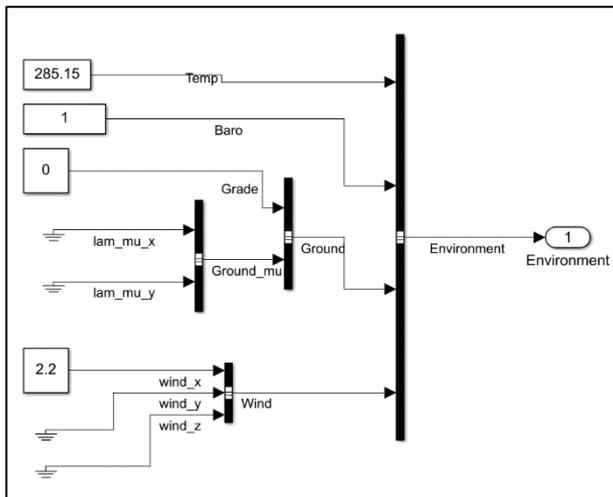


Figura 23-2: Parámetros de Medio Ambiente de la ciudad de Riobamba

Realizado por: Cevallos Valdivieso José, 2021.

Si observamos la Figura 14-2 del Bloque del Controlador Longitudinal del Conductor se puede observar que dentro del mismo se reciben los datos de la velocidad para que de esta

forma el software pueda interpretar el comportamiento que tendría un usuario al conducir el vehículo.

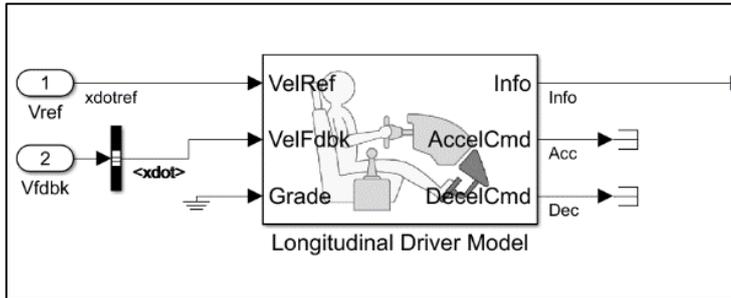


Figura 24-2: Sub-bloque de Configuración de Límite de Velocidad

Fuente: (Matlab, 2020)

En la Figura 15-2 se puede observar los parámetros que se deben considerar para el freno regenerativo del vehículo donde se consideran variables como la velocidad, el torque, el límite de carga, también se consideran las 4 ruedas del vehículo y luego se procede a realizar ciertos cálculos entre los bloques permitirán determinar el valor de regeneración del vehículo.

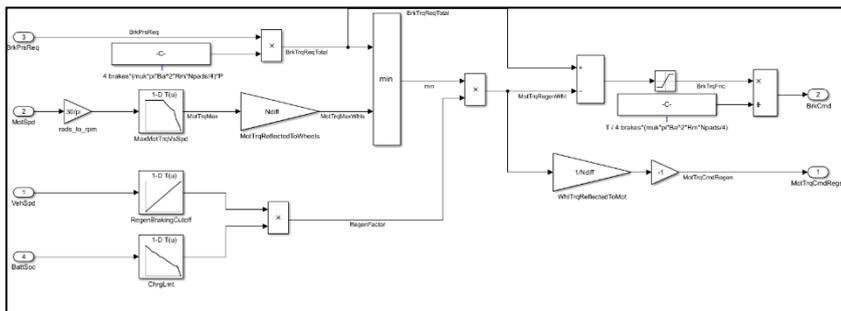


Figura 25-2: Configuración del Freno regenerativo

Realizado por: Cevallos Valdivieso José, 2021.

Dentro de la configuración del parámetro de controladores debemos configurar las matrices para que de esta forma coincidan con las matrices que serán usadas en los parámetros del motor y la batería.

Dentro de los distintos bloques que encontraremos en este bloque tenemos uno para la configuración del Torque y Potencia

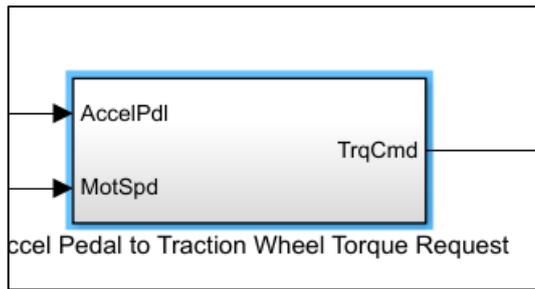


Figura 26-2: Sub-Bloque de Parámetros de Torque y Potencia

Realizado por: Cevallos Valdivieso José, 2021.

Dentro del bloque para la configuración de parámetros se encontrará las siguientes opciones en donde para la configuración se debe ingresar a la opción de Edit table and Breakpoints que se puede observar en la Figura 17-2.

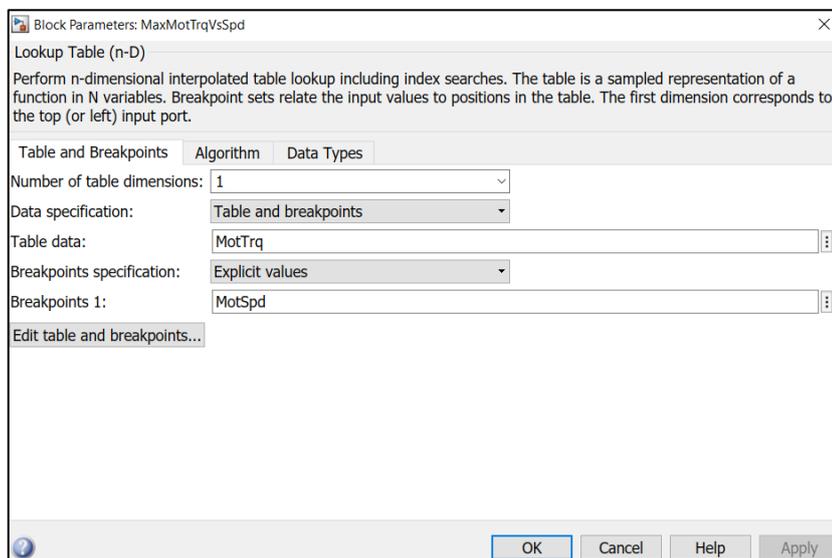


Figura 27-2: Configuración de Parámetros

Realizado por: Cevallos Valdivieso José, 2021.

Una vez que se ingresó a la tabla de parámetros se observará algo muy similar a lo que se observa en la Figura 18-2 donde se pueden ir configurando los parámetros de Torque, revoluciones, batería, y la eficiencia.

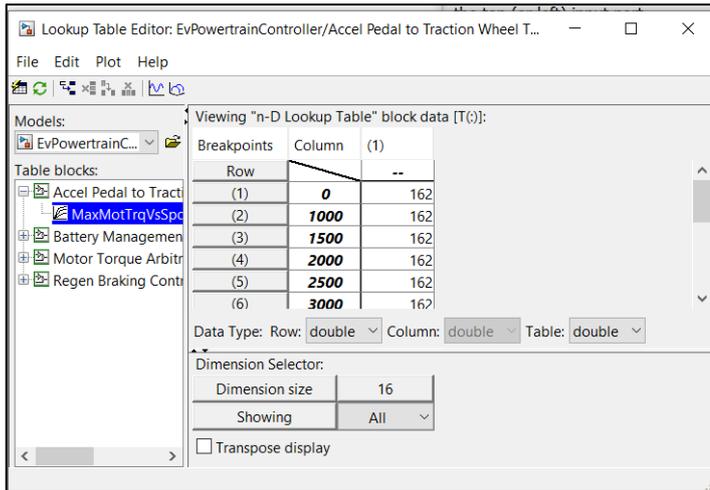


Figura 28-2: Edición de parámetros de Torque y Batería

Realizado por: Cevallos Valdivieso José, 2021.

Es importante para el análisis de la eficiencia que se realizará en la simulación donde para la presente se usará un rango entre los 85 a 95% que se puede observar en la Figura 19-2 es importante que cualquier edición en los parámetros de la tabla se deben actualizar los datos para que queden guardados antes de salir de la tabla.

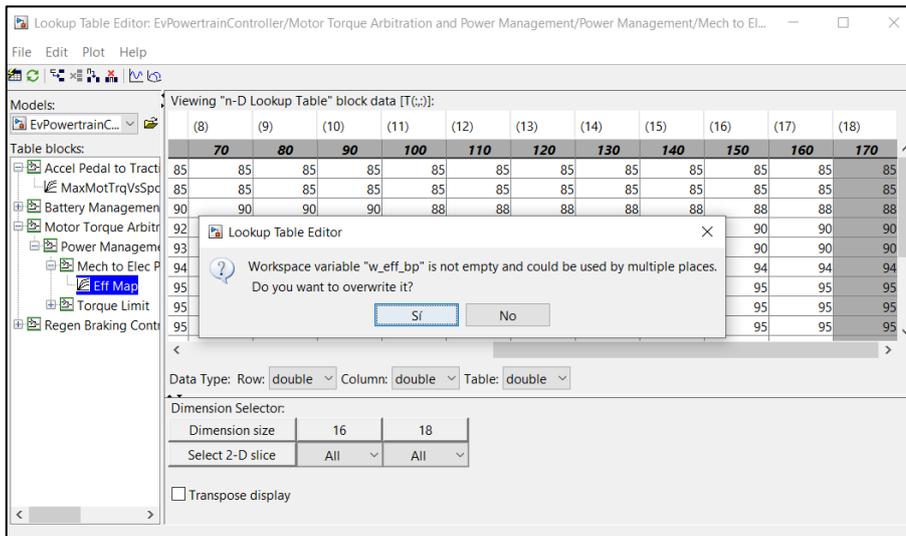


Figura 29-2: Configuración de Parámetros de eficiencia

Realizado por: Cevallos Valdivieso José, 2021.

Para la presente simulación se usará una matriz que se observa en la Figura 20-2 donde se consideran las revoluciones, el rango de torque de 0 a 170 ya que el torque máximo del KIA Soul es 162 Nm y de igual manera considerando el rango de eficiencia en cada una de las columnas de datos para la simulación.

Lookup Table Editor: EvPowertrainControl/Motor Torque Arbitration and Power Management/Power Management/Mech to Elec Power Estimate/Eff Map

Viewing "1-D Lookup Table" block data (T[1:1]):

Breakpoints	Column	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)
Row	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180
(1)	0	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85
(2)	1000	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85
(3)	1500	85	85	90	90	90	90	90	90	90	88	88	88	88	88	88	88	88	88
(4)	2000	85	85	92	92	92	92	92	92	92	92	90	90	90	90	90	90	90	90
(5)	2500	85	85	92	92	93	93	93	92	92	92	90	90	90	90	90	90	90	90
(6)	3000	85	85	93	94	94	94	94	94	94	94	94	94	94	94	94	94	94	94
(7)	3500	85	85	93	94	94	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95
(8)	4000	85	85	93	94	94	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95
(9)	4500	85	85	93	94	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95
(10)	5000	85	85	93	94	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95
(11)	5500	85	85	93	94	94	94	94	94	94	94	94	94	94	94	94	94	94	94
(12)	6000	85	85	90	92	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93
(13)	6500	85	85	90	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92
(14)	7000	85	85	90	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91
(15)	7500	85	85	90	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91

Data Type: Row: double Column: double Table: double

Dimension Selector:
 Dimension size: 16 18
 Select 2-D slice: All All

Figura 30-2: Matriz usada para simulación.

Realizado por: Cevallos Valdivieso José, 2021.

Otro factor que es importante en la configuración de la simulación es la Carga y descarga de la batería como se puede observar en la Figura 21-2.

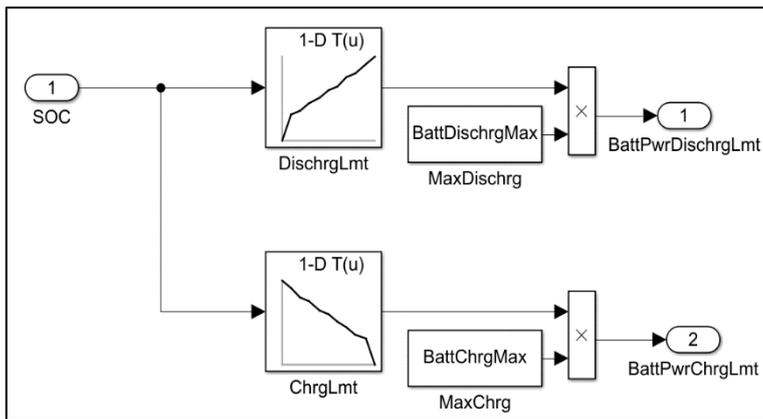


Figura 31-2: Sub-bloque de la configuración de la Batería.

Realizado por: Cevallos Valdivieso José, 2021.

Parte de la configuración es configurar la matriz tanto para carga y descarga de la batería en donde se consideran valores que completen el 100% de la batería como se observa en la Figura 22-2 donde depende del análisis que se requiere realizar se dividir este valor en diferentes rangos hasta llegar al valor deseado.

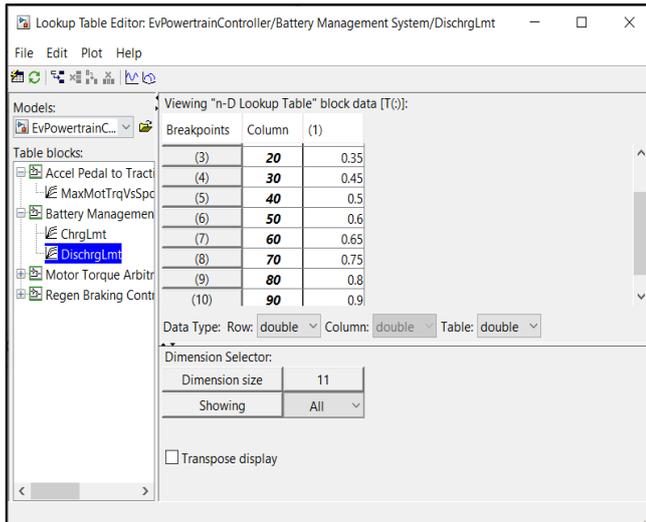


Figura 32-2: Configuración de Carga y Descarga de Batería.

Realizado por: Cevallos Valdivieso José, 2021.

En la Figura 22-2 se puede observar los distintos bloques que conforman la configuración de la gestión de energía, cada uno de estos bloques cumplen cierta función que se especificará en las siguientes ilustraciones respecto a las variables de entrada.

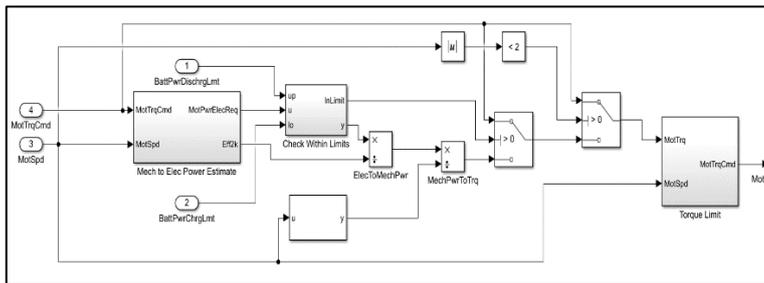


Figura 33-2: Configuración de la Gestión de energía.

Realizado por: Cevallos Valdivieso José, 2021.

En la Figura 24-2 se puede observar la configuración para la estimación eléctrica donde se considera los parámetros de la eficiencia que se configura dependiendo del rango que el usuario quiera analizar.

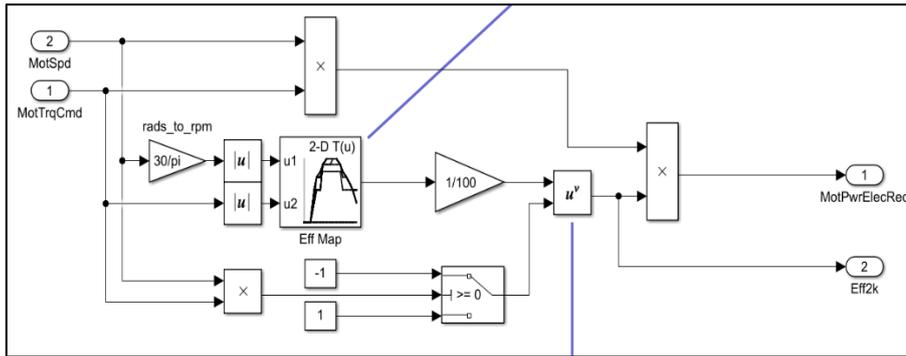


Figura 34-2: Configuración de la estimación eléctrica

Realizado por: Cevallos Valdivieso José, 2021.

En la Figura 25-2 se puede observar la condicional donde se consideran 3 principales variables las cuales consta de la capacidad de carga, descarga de la batería y el requerimiento de electricidad que necesitará el vehículo durante el recorrido, donde se va a tener la primera condicional mayor igual a 0, menor a 0 y si sale un valor mayor a 2 va en función a si el vehículo se encuentra en una baja velocidad.

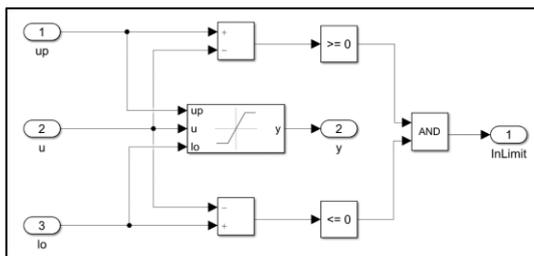


Figura 35-2: Análisis de Condicionales.

Realizado por: Cevallos Valdivieso José, 2021.

En la Figura 26-2 es el esquema para determinar el límite del torque donde se utiliza como un factor a la velocidad que se transforma en rpm y mediante la matriz que determina el comportamiento del toque se determina el límite de torque.

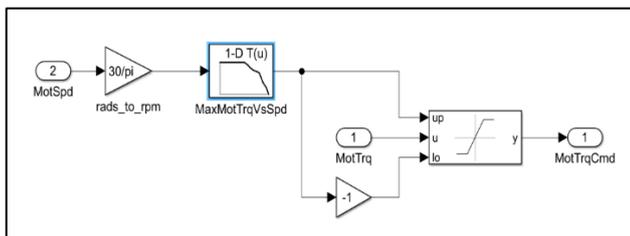


Figura 36-2: Esquema de Limite de Torque

Realizado por: Cevallos Valdivieso José, 2021.

Dentro del Bloque para la configuración del motor y la tracción del vehículo se encontrará estos 2 Sub-bloques que se puede observar en la Figura 27-2 donde podremos configuración los datos técnicos del vehículo y el rango en el que queremos analizarlo.

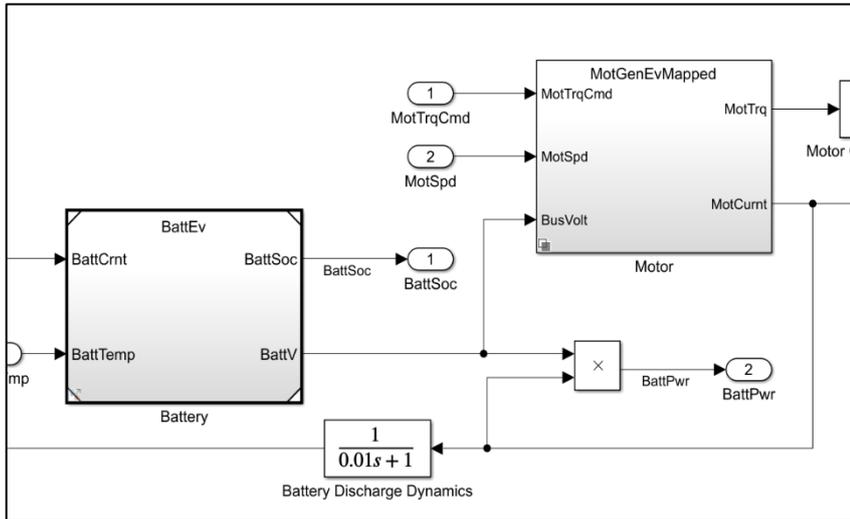


Figura 37-2: Sub-Bloques de Parámetros de Configuración de Vehículo

Realizado por: Cevallos Valdivieso José, 2021.

Dentro del bloque MotGenEvMapped observaremos el Sub-Bloque que se observa en la Figura 28-2 donde se usan las variables de la velocidad del Motor y el Torque.

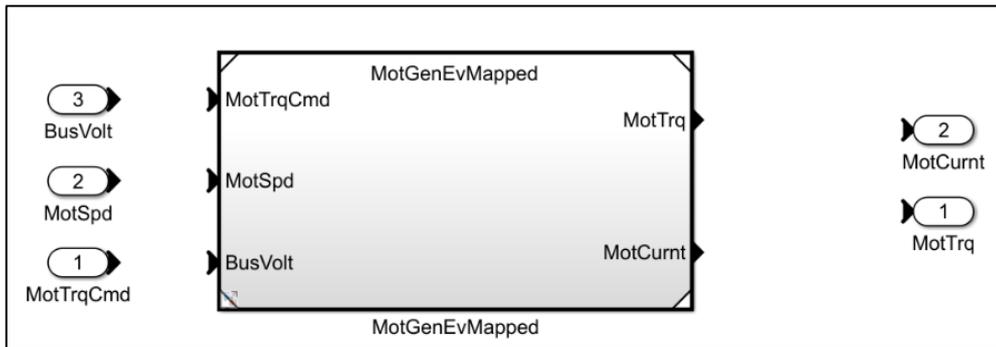


Figura 38-2: Sub-Bloque de configuración de motor

Realizado por: Cevallos Valdivieso José, 2021.

Una vez ingresamos al Bloque se observará lo mostrado en la Figura 29-2

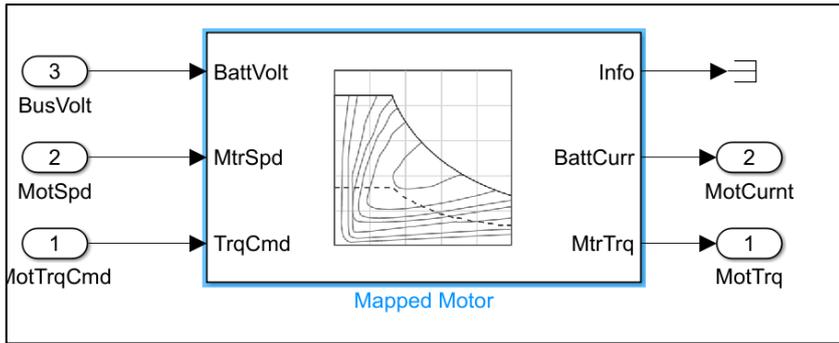


Figura 39-2: Esquema de Ingreso al Bloque del Motor

Realizado por: Cevallos Valdivieso José, 2021.

Para la configuración de este Sub-bloque es importante considerar que se utilizarán los datos del torque máximo, potencia máxima del vehículo a analizar y esto se puede observar en la Figura 30-2.

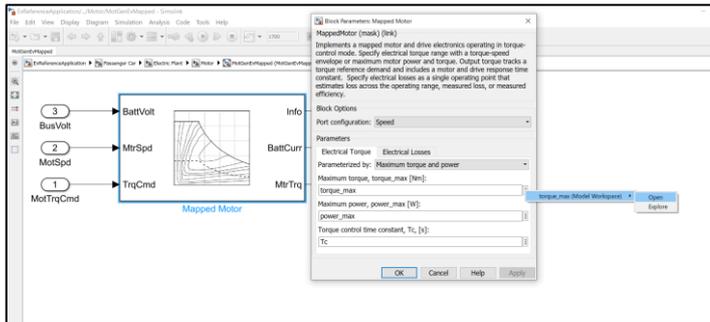


Figura 30-2: Parámetros de configuración

Realizado por: Cevallos Valdivieso José, 2021.

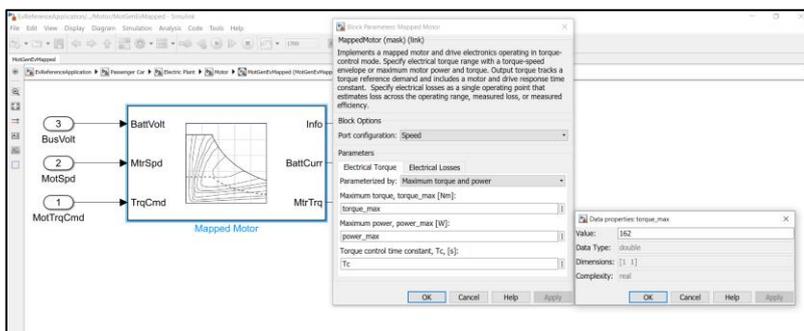


Figura 40-2: Configuración de dato de Torque

Realizado por: Cevallos Valdivieso José, 2021.

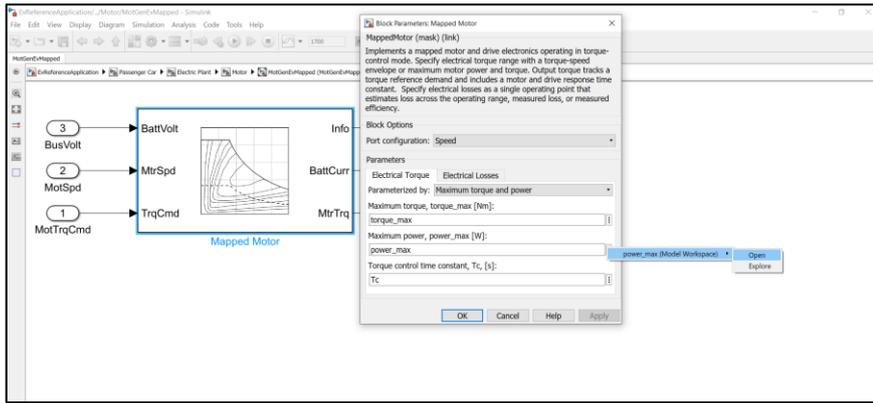


Figura 41-2: Configuración de dato de Potencia

Realizado por: Cevallos Valdivieso José, 2021.

En la segunda pestaña llamada Electrical Losses se configuran los rangos en los cuales se realizará la simulación que se aprecio en la Figura 33-2.

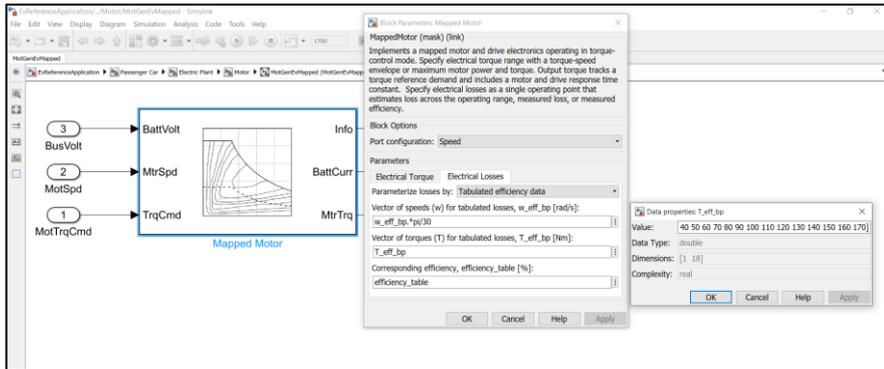


Figura 42-2: Configuración de Rango de Torque

Realizado por: Cevallos Valdivieso José, 2021.

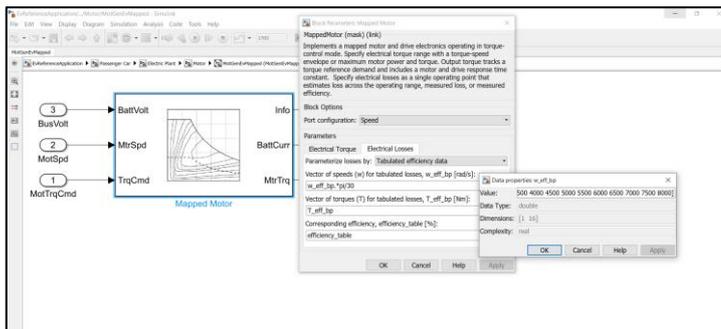


Figura 43-2: Configuración de Rango de Revoluciones

Realizado por: Cevallos Valdivieso José, 2021.

Es importante considerar que para la matriz de la eficiencia se debe tomar en cuenta que el tamaño de la matriz estara conformada por las filas que representarán la cantidad de filas en el rango de revoluciones y la columna por los del torque, en el caso de la presente

simulación la matriz resultante sera de [16 18] esto se puede apreciar en la Figura 35-2 y 36-2.

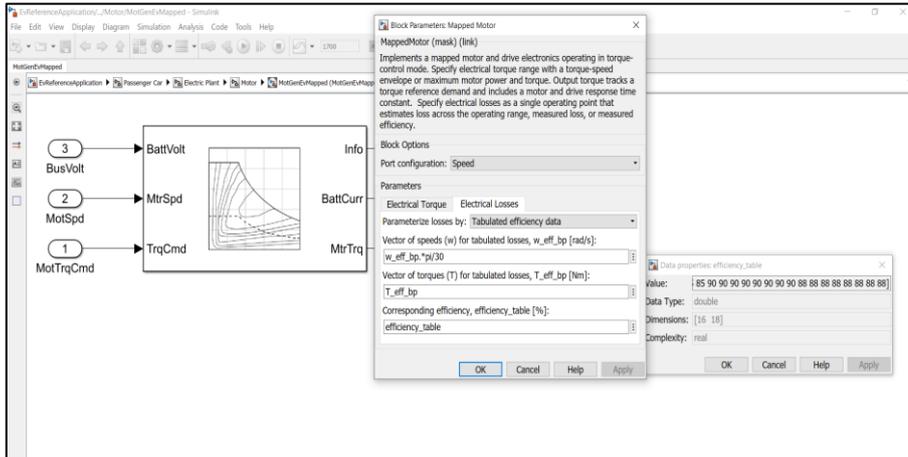


Figura 44-2: Rango de Eficiencia

Realizado por: Cevallos Valdivieso José, 2021.

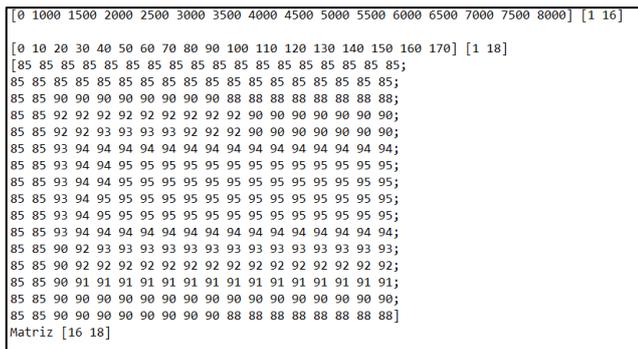


Figura 45-2: Matriz de Eficiencia en función al Torque y Potencia

Realizado por: Cevallos Valdivieso José, 2021.

En la Figura 37-2 se puede observar los diferentes bloques que conforman la representación de la transmisión donde se consideran factores como el Inercia Rotacional, Eje de transmisión, Diferencial, Ruedas y Frenos y la Dinámica del Vehículo.

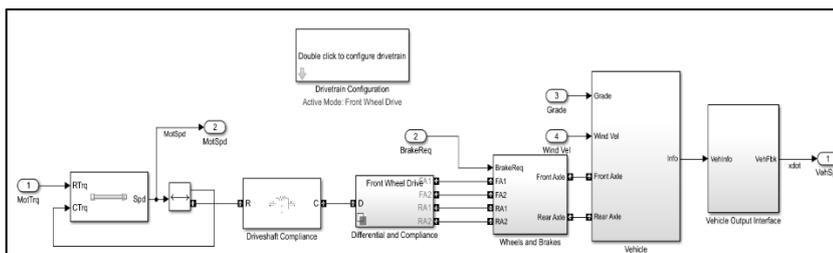


Figura 46-2: Esquema de la Transmisión

Realizado por: Cevallos Valdivieso José, 2021.

En la Figura 38-2 se puede observar la configuración para la tracción delantera del vehículo donde las variables principales son el torque, la velocidad, la inercial, la amortiguación y se obtiene valores de la torsión inercial y de amortiguación y estos valores serán expresados y enviados para cada una de las llantas delanteras, y las operaciones necesarias para obtener los resultados que simularán la tracción.

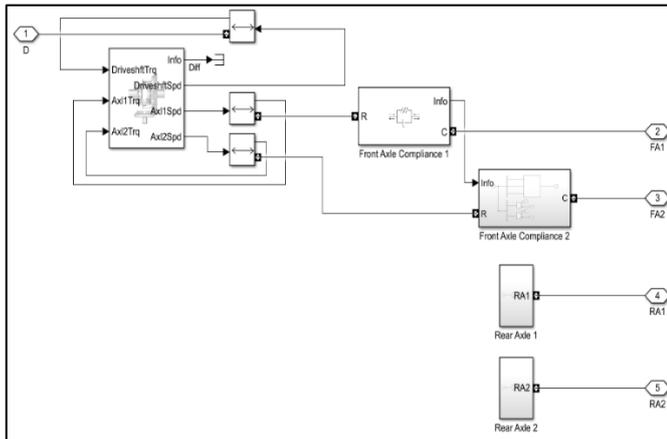


Figura 47-2: Configuración de la Tracción Delantera

Realizado por: Cevallos Valdivieso José, 2021.

En la Figura 39-2 se observa el esquema general de la configuración que representarán las ruedas y los frenos del vehículo, donde se consideran diferentes parámetros que se especificaran en la Figura 40-2

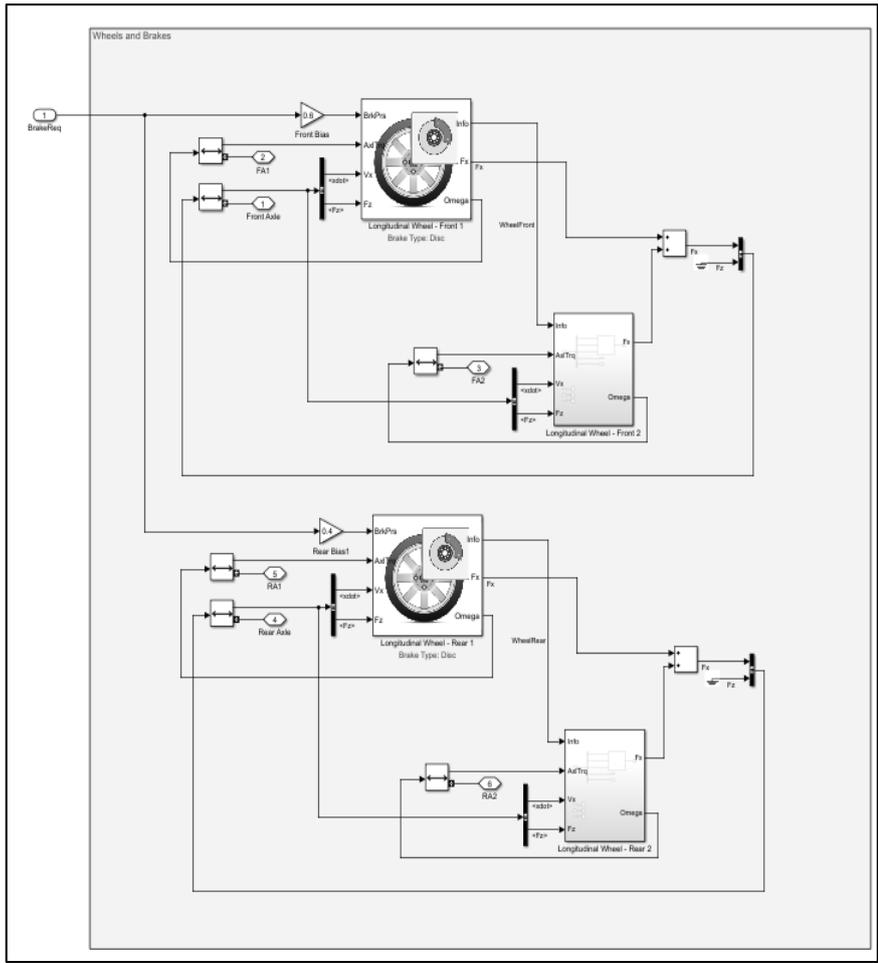


Figura 48-2: Configuración de Frenos y Ruedas

Realizado por: Cevallos Valdivieso José, 2021.

Dentro de la configuración de las ruedas y frenos que se pueden observar en la Figura 40-2 se toman parámetros de la dinámica de la rueda, los datos del neumático, la resistencia, los frenos y configuración para la simulación.

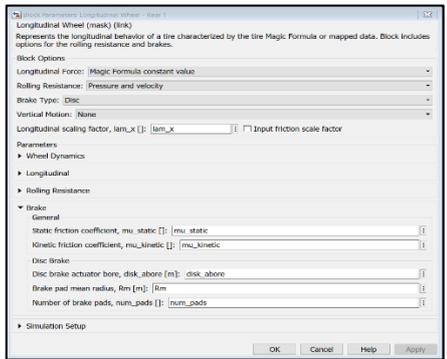


Figura 49-2: Configuración de Parámetros de Ruedas y Frenos

Realizado por: Cevallos Valdivieso José, 2021.

Realización y Configuración de la Interfaz

Para la realización de la interfaz es necesario en el Command Window usar el comando `guide` y luego observaremos una ventana emergente que nos permitirá seleccionar la opción que más nos convenga, para el presente proyecto seleccionaremos Blank GUI (default) para configurar una interfaz desde cero como se puede ver en la Figura 41.2

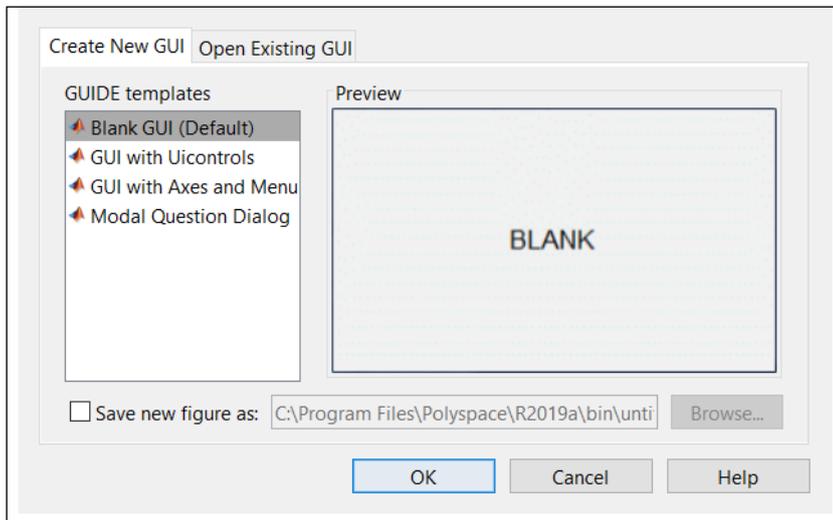


Figura 50-2: Ventana emergente GUIDE

Realizado por: Cevallos Valdivieso José, 2021.

Una vez que se crea se puede observar una interfaz como en la Figura 42-2, se tiene una ventana en la cual se puede insertar diferentes tipos de botones de los cuales dependerán las funciones que el proyecto necesite.

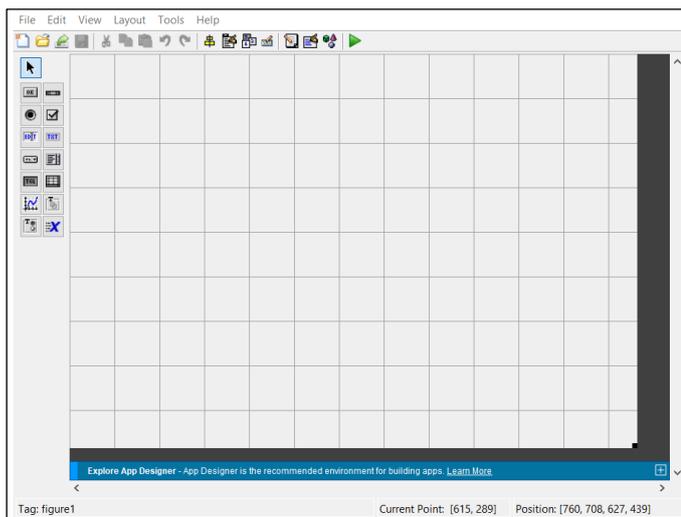


Figura 51-2: Ventana de configuración de interfaz

Realizado por: Cevallos Valdivieso, José

En la Figura 43-2 se observa el esquema a usar para el presenta trabajo donde cuenta con ciertas configuraciones que serán explicadas a continuación el uso que se les dio, su configuración y programación de los mismos.

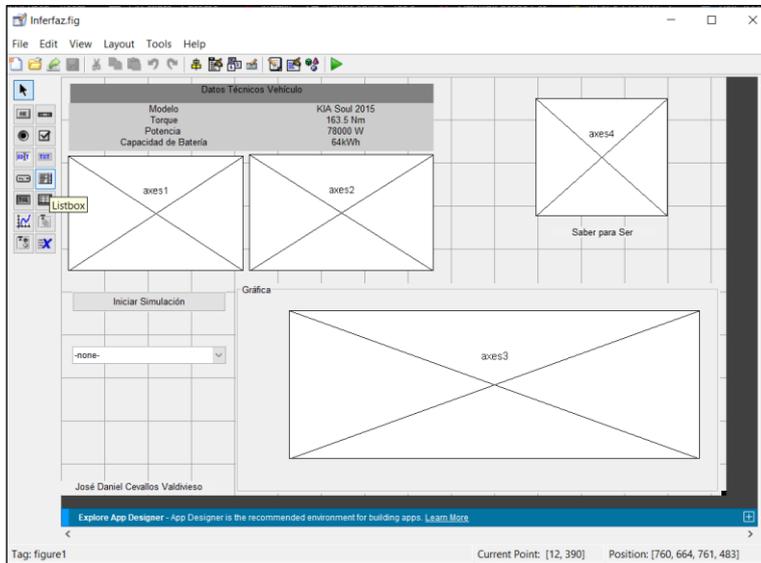


Figura 52-2: Figura de la interfaz de resultados

Realizado por: Cevallos Valdivieso, José

En el esquema se observa en el Figura 44-2 se usan 2 tipos de botones que se puede encontrar en las opciones del GUIDE, estos son los Stactic Test que corresponde a los cuadros de color gris que su función es poder escribir texto sobre ellos, para el presente esquema se utilizó como se observa para describir ciertas características técnicas del KIASoul, además se observan 2 recuadros tales como axes 1 y axes 2, estos son recuadros los cuales su función es representar las gráficas o también se pueden colocar imágenes.

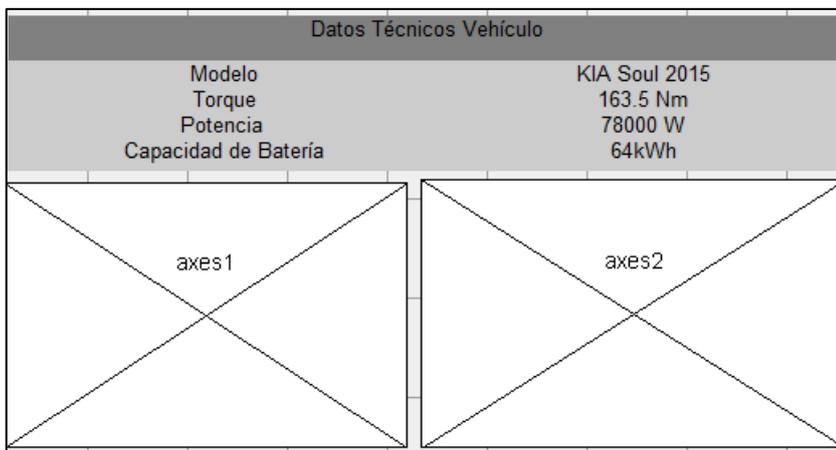


Figura 53-2: Esquema de datos técnicos

Realizado por: Cevallos Valdivieso José, 2021.

En la Figura 45-2 se puede observar el resultado de la configuración y programación donde se puede corroborar que en el recuadro axes se puede ilustrar imágenes pero para esto las imágenes se deben guardar en la carpeta del proyecto en formato jpg y se debe considerar guardarlas con un nombre simple que al momento de la programación estos nombres serán imprescindibles para su correcto funcionamiento.



Figura 54-2: Figura de axes

Realizado por: Cevallos Valdivieso José, 2021.

En la Figura 46-2 se encuentran 2 tipos de botones el primero que se observa es conocido como un Push Boton, este tiene el objetivo de al ser presionado ejecutar una acción para este caso en específico su función es Iniciar la Simulación, esto se logra gracias a la programación del botón la cual se podrá observar en la sección de anexos.

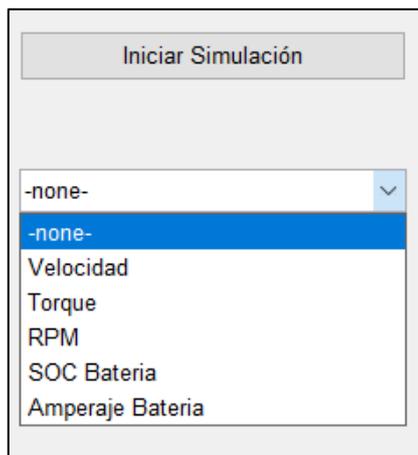


Figura 55-2: Botón inicio de simulación y panel de opciones

Realizado por: Cevallos Valdivieso José, 2021.

Ahora nos enfocaremos en el segundo botón conocido como Pop-up Menú, que prácticamente es un panel de opciones como se puede observar en la Figura esto nos facilita

para que el usuario tenga la opción de graficar el parámetro que quiera observar, cada uno de los parámetros son los resultados del comportamiento del vehículo durante la simulación.

Los botones mencionados en la Figura anterior se enfocan o su principal función es poder generar los datos necesarios para poder representar los resultados dentro de la interfaz y que el usuario no tenga que manipular la simulación en el Software de Simulink.

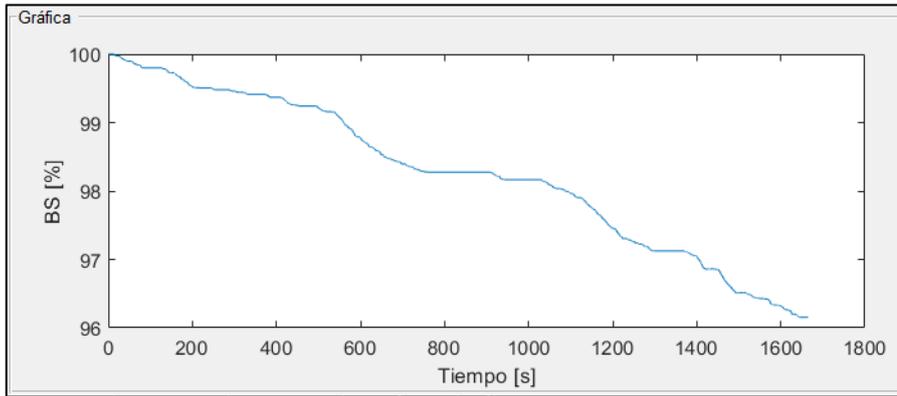


Figura 56-2: Axes 4 Gráfica de resultados

Realizado por: Cevallos Valdivieso José, 2021.

En la Figura 48-2 puede observar el resultado final ya en función donde se le añadió a una imagen con el logo de la institución y además a cada una de las gráficas se les especifico sus unidades de medidas para que puedan ser comprendidas por el usuario.

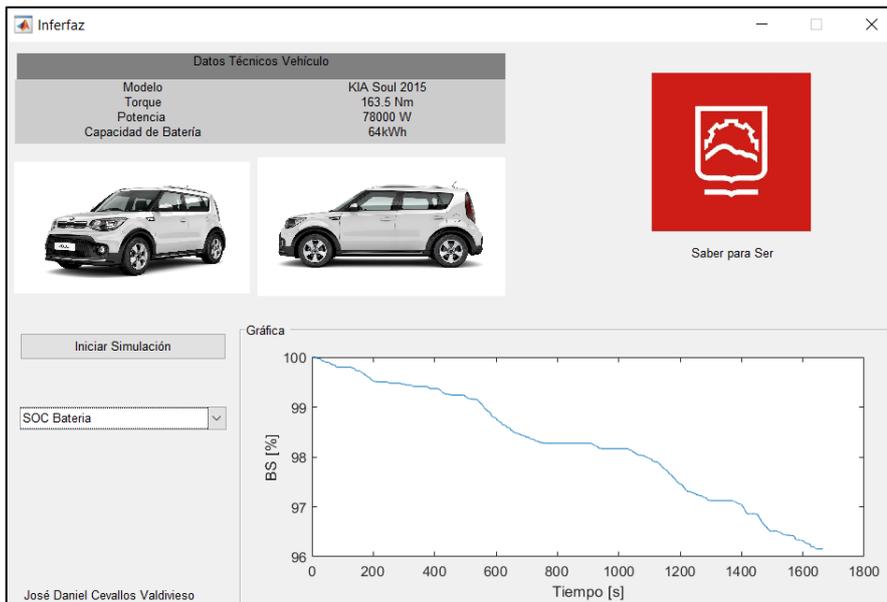


Figura 57-2: Figura final de la interfaz

Realizado por: Cevallos Valdivieso José, 2021.

Por último, en la Figura 49-2 se podrá observar a nivel general la programación a nivel general de la interfaz, pero los códigos se observarán en la sección de anexos.

```

1 function varargout = Inferfaz(varargin)
2 % INFERFAZ MATLAB code for Inferfaz.fig
3 %   INFERFAZ, by itself, creates a new INFERFAZ or raises the existing
4 %   singleton*.
5 %
6 %   H = INFERFAZ returns the handle to a new INFERFAZ or the handle to
7 %   the existing singleton*.
8 %
9 %   INFERFAZ('CALLBACK',hObject,eventData,handles,...) calls the local
10 %   function named CALLBACK in INFERFAZ.M with the given input arguments.
11 %
12 %   INFERFAZ('Property','Value',...) creates a new INFERFAZ or raises the
13 %   existing singleton*. Starting from the left, property value pairs are
14 %   applied to the GUI before Inferfaz_OpeningFcn gets called. An
15 %   unrecognized property name or invalid value makes property application
16 %   stop. All inputs are passed to Inferfaz_OpeningFcn via varargin.
17 %
18 % *See GUI Options on GUIDE's Tools menu. Choose "GUI allows only one
19 %   instance to run (singleton)".
20 %
21 % See also: GUIDE, GUIDATA, GUIHANDLES
22
23 % Edit the above text to modify the response to help Inferfaz
24
25 % Last Modified by GUIDE v2.5 21-Aug-2021 12:10:46
26
27 % Begin initialization code - DO NOT EDIT
28 gui_Singleton = 1;
29 gui_State = struct('gui_Name',       mfilename, ...
30                  'gui_Singleton',   gui_Singleton, ...
31                  'gui_OpeningFcn', @Inferfaz_OpeningFcn, ...
32                  'gui_OutputFcn',  @Inferfaz_OutputFcn, ...
33                  'gui_LayoutFcn',  [], ...

```

Figura 58-2: Código general de programación

Realizado por: Cevallos Valdivieso José, 2021.

2.7 Representación de datos

Para el presente trabajo se decidió considerar 2 métodos para el análisis de datos, el primer método se basará en el gráfico principalmente ya que los resultados se mostraran mediante una herramienta que nos facilita el software conocida como Scope, donde tendremos una gráfica que representará el comportamiento que tendrá el consumo del vehículo eléctrico por lo que se considera esencial partir e interpretar los datos desde la gráfica obtenida desde el mismo software donde se realiza la simulación.

Tabla 3-2: Análisis estadístico del Consumo del Vehículo Eléctrico

Porcentaje del Ciclo Recorrido	Consumo de Batería Vehículo Eléctrico
10%	97%
40%	92%
80%	88%
100%	84%

Realizado por: Cevallos Valdivieso José, 2021.

El segundo tipo de análisis que se hará es en función a una exportación de datos que nos permitirá aplicar uno o dos de los métodos de análisis de datos estadísticos, estos métodos serán los de estimación puntual e estimación por intervalos, se consideró estos 2 métodos

ya que uno de los objetivos de realizar esta simulación es determinar en función al reparto eléctrico que tiene el país determinar si el mismo se encuentra en la capacidad de abastecer a los vehículos eléctricos en el caso de que llegue el punto donde se empiece a ver un gran crecimiento en el mercado automotriz ecuatoriano de vehículos eléctricos, para este análisis se utilizara los datos de cuánta energía produce el país y como está energía está repartida en cada uno de los sectores que lo conforman, se consideró el método de estimación puntual ya que este nos permite que de todos los datos obtenidos determinar un valor único que o una estimación en función a todos los datos obtenidos para que este valor nos permita tomarlo como referencia como el consumo del vehículo eléctrico dentro del país, el segundo método a utilizar se consideró el métodos de estimación por intervalos este método por su parte permitirá el analizar el comportamiento del consumo del vehículo eléctrico pero en función al ciclo de conducción ya que es un método que permite en función a una muestra de datos calcular un intervalo que represente el comportamiento por lo que es importante para interpretar el consumo un método como este.

La estimación puntual no permite especificar las variaciones de la estimación sobre otras posibles muestras, por lo cual no es viable derivar una medida que permita determinar con qué grado de certidumbre el valor obtenido en la muestra refleja (infiere) el verdadero valor en la población. Para corregir esta deficiencia se crearon los intervalos de confianza (Castañeda 2014).

La estimación por intervalos se basa en la idea del efecto del error muestral sobre los resultados de la investigación, pues, particularmente, el hecho de seleccionar diferentes muestras puede arrojar diferentes resultados, pero alrededor del verdadero valor del parámetro poblacional (Castañeda,2014).

Tabla 4-2: Impacto de Vehículos Eléctricos en el País

Capacidad de Eléctrica del País (GWh)	Porcentaje de Reemplazo de Vehículos de Combustión Interna a Eléctricos
26408 año 2020	390 año 2020
28520,64 estimación 2021	3390
30944,89 estimación 2022	6390
33575,21 estimación 2023	9390
36429,10 estimación 2024	12390
39525,57 estimación 2025	15000

Realizado por: Cevallos, Valdivieso, José, 2021.

Para el análisis del impacto que pueden tener los vehículos eléctricos dentro del país se realizará 3 tipos de análisis, ya que el Ecuador actualmente usa aproximadamente el 81.91% de la capacidad máxima de electricidad que puede generar el país según el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable se hará un análisis en función a la demanda actual de electricidad que requiere el país y mediante una estimación del consumo de energía eléctrica en función al crecimiento anual se determinará hasta el año en el que país ya sobrepase la entrega máxima de GWh para servicio público tomando en consideración que en el Ecuador existen aproximadamente 390 vehículos eléctricos registrados en el 2020 y se estima que para el 2025 existan 15mil unidades de vehículos eléctricos.

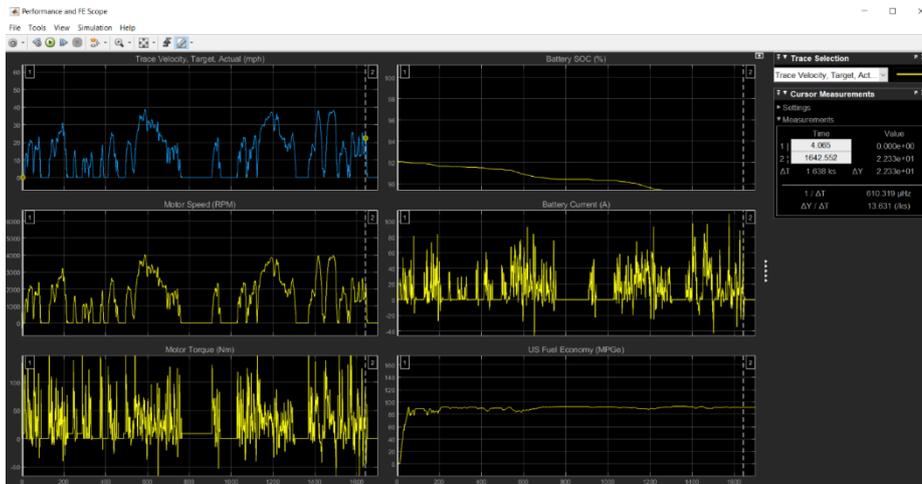


Figura 59-2: Resultados gráficos de la simulación del consumo de un vehículo Eléctrico en Simulink.

Fuente: (Matlab, 2020)

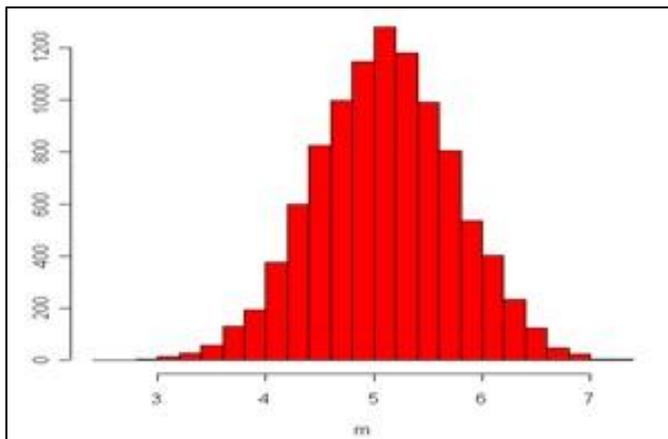


Figura 51-2: Representación de Datos por Intervalos

Fuente: (Uv, 2016)

CAPITULO III

RESULTADOS

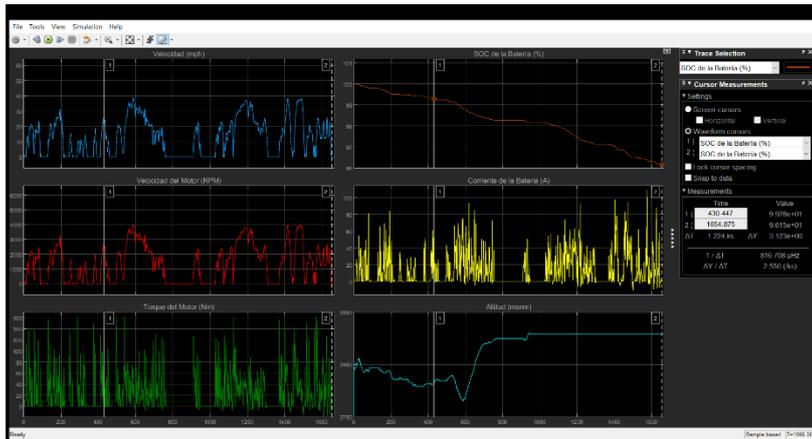


Figura 1-3: Gráficas resultantes de la simulación

Realizado por: Cevallos Valdivieso, José, 2021.

En la Figura 1-3 se puede observar las gráficas obtenidas del software Matlab/Simulink que consisten en la Velocidad, Velocidad del Motor, Torque del motor, La descarga de la Batería representada por el Soc %, el amperaje de la batería y por último la altitud en que fue realizado el análisis.

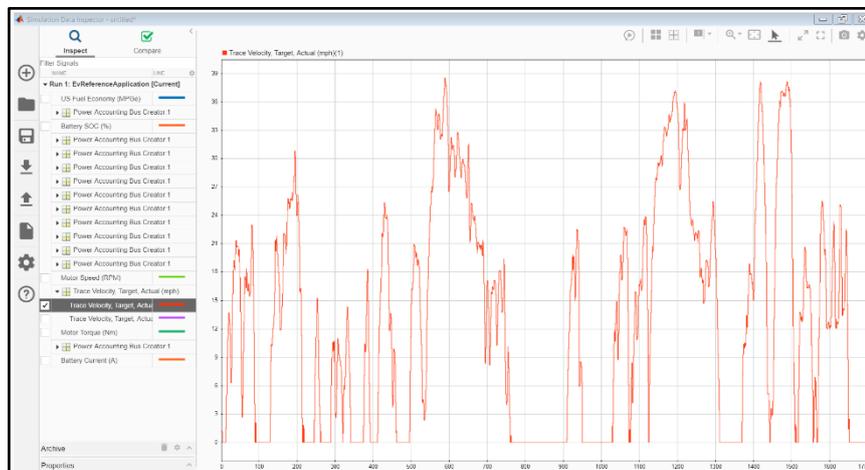


Figura 2-3: Gráfica de velocidad del KIA Soul

Realizado por: Cevallos Valdivieso, José, 2021.

En la Figura 2-3 se observa la velocidad que fue utilizada para simular el ciclo de conducción en la presente simulación, está velocidad debe coincidir con la gráfica que se puede obtener en el archivo que se ingresó como formato Excel y de esta forma se puede comprobar que la simulación se encuentra sin inconvenientes.

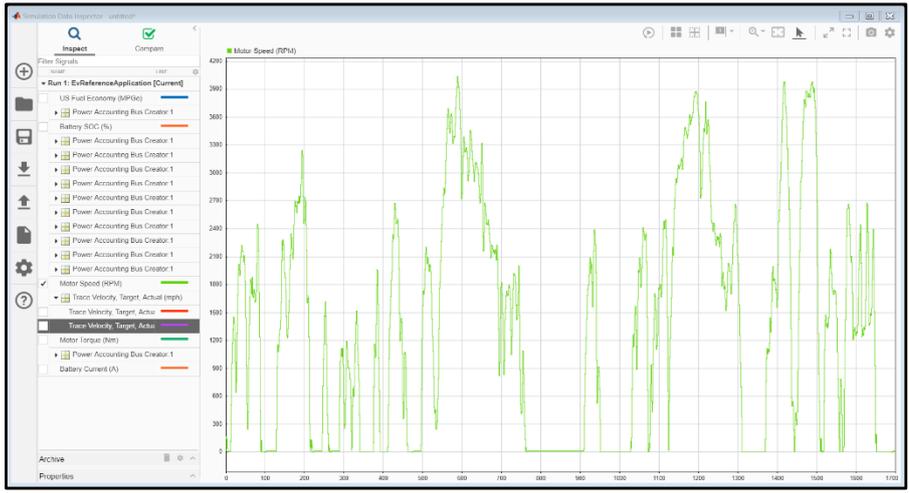


Figura 3-3: Gráfica de las RPM de KIASoul

Realizado por: Cevallos Valdivieso, José, 2021.

En la Figura 3-3 se observa las RPM del motor en donde las revoluciones se mantienen en la mayor parte del recorrido en un rango de 1800 a 2400 rpm, sin embargo, en 3 instantes de tiempo que corresponden aproximadamente a 550 segundos el vehículo llega a un pico de RPM alcanzando los 4100 por lo que se puede decir que se encontraba acelerando el vehículo.

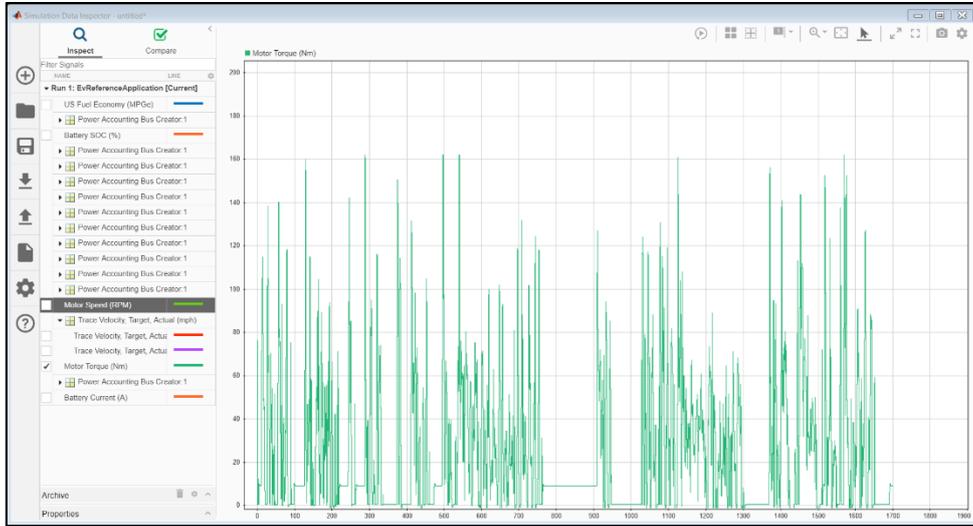


Figura 4-3: Torque del KIASoul

Realizado por: Cevallos Valdivieso, José, 2021.

En la Figura 4.3 se puede observar el torque del vehículo KIASoul durante el recorrido, en donde mantiene un torque en un rango de 42 a 96 Nm en la mayor parte del recorrido sin embargo hay instantes en el que el torque sube a valores de 160 Nm muy aproximado a su

torque máximo por lo que se puede asumir que en esos instantes el vehículo se encontraba en una pendiente.

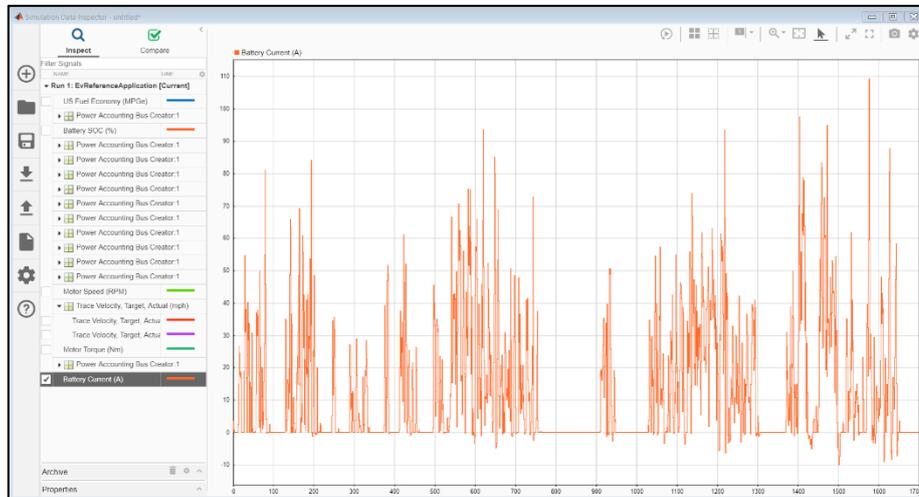


Figura 5-3: Amperaje de batería KIASoul

Realizado por: Cevallos Valdivieso, José, 2021.

En la Figura 5-3 se puede observar un comportamiento muy interesante relacionado con el amperaje de la batería, considerando que un vehículo eléctrico maneja altos niveles de amperaje durante su funcionamiento en el gráfico podemos comprobar que el pico más alto es de 109 A, el aumento del amperaje va directamente relacionado con los instantes en que el vehículo acelera.

Considerando que en la presente investigación se busca determinar el consumo del vehículo eléctrico KIA Soul en función a un ciclo de conducción en el país, la Figura 44-3 será nuestra principal gráfica analizada la cual nos permitirá mediante el SOC % de la batería determinar la descarga de la misma y posteriormente poder realizar el análisis del impacto energético que tendría sobre el país estos vehículos.

Para el análisis de resultados es importante considerar todas las variables a estudiar y tener en consideración todos los parámetros que puedan afectar a dichas variables, para este caso ya que el ciclo de conducción fue realizado en la ciudad de Riobamba, todo este análisis está realizado en función a una altitud que ronda entre los 2700 a 2800 msnm, con una temperatura media de 285.15 grados kelvin, una presión aproximada de un 1 Bar y una velocidad del viento de 2.2 m/s.

En la Figura 6-3 se puede observar el comportamiento de la altitud en el que se desarrolló el ciclo de conducción en este caso particular fue realizado en la ciudad de Riobamba y la altitud se encuentra en un rango de 2750 a 2850.

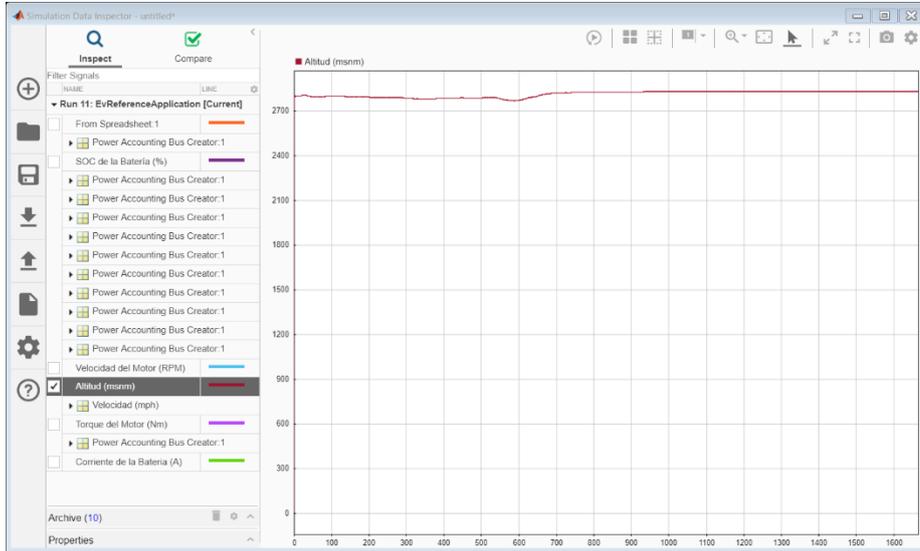


Figura 6-3: Altitud msnm del ciclo de conducción

Realizado por: Cevallos Valdivieso, José, 2021.

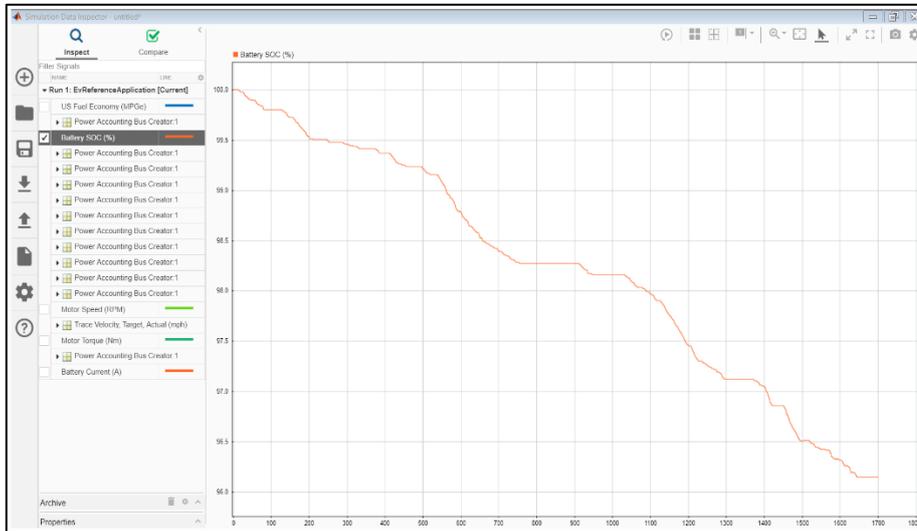


Figura 7-3: Gráfica de Consumo de la batería de KIA Soul.

Realizado por: Cevallos Valdivieso, José, 2021.

En la Figura 7-3 podemos observar cómo mientras transcurre el ciclo de conducción el porcentaje de carga de batería va disminuyendo, teniendo en cuenta que al iniciar el recorrido en un tiempo 0 segundos el vehículo cuenta con el 100 %.

Considerando que el primer análisis se realizará en función al gráfico, gráficamente se puede observar que para cuando el ciclo termina la batería se encuentra en un porcentaje aproximado de 96.2%.

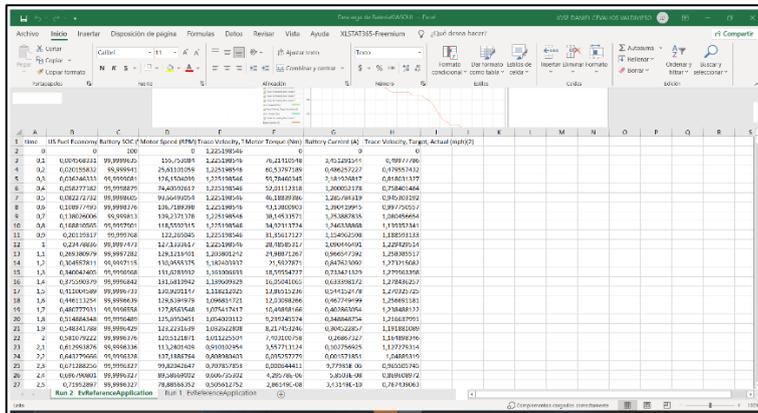


Figura 8-3: Exportación de datos en formato .xls

Realizado por: Cevallos Valdivieso, José, 2021.

Una vez exportados los datos se puede llegar a obtener un valor mucho más exacto, esto se debe a que la simulación y los datos que se obtienen están en función a milisegundos los cuales aumentan progresivamente hasta cumplir con el tiempo del recorrido del ciclo de conducción por lo que al final se obtienen 17002 resultados que se puede observar en la Figura 8-3.

Considerando que al inicio de la simulación el vehículo contado con el 100% de su batería el valor final obtenido en la exportación de datos es de 96,153353 exactamente, por lo que realizando una resta de estos valores se obtendrá que el valor de descarga de la batería en el ciclo de conducción realizado en la ciudad de Riobamba, con un tiempo de recorrido de 27.6 minutos es de 3.85%.

3.1 Reporte general de simulación generado por Matlab

El Software de Matlab permite que luego de realizar la simulación el usuario pueda realizar un análisis general de los resultados ya que el software brinda una tabla que se puede observar en la Figura que consta con parámetros como la Eficiencia, La pérdida de energía, La entrada de energía, La salida de energía, y La energía recuperada.

En la Figura 9-3 se puede observar algunos parámetros analizados en donde se observa un análisis de los factores antes mencionados y entre ellos se encuentra el pasajero del auto, el tren motriz, Inercia, las ruedas y frenos, batería, Motor.

System Name	Efficiency	Energy Loss (MJ)	Energy Input (MJ)	Energy Output (MJ)	Energy Stored (MJ)
EvReferenceApplication	0	-8.53	0.0654	0	-8.45
Passenger Car	0	-8.53	0.0654	0	-8.45
Drivetrain	0.321	-7.71	7.87	-0.107	0.0469
Differential and Compliance	0.992	-0.0633	7.76	-7.7	0
Front Axle Compliance 1	1	0	3.85	-3.85	0
Front Axle Compliance 2	1	0	3.85	-3.85	0
Open Differential	0.992	-0.0631	7.76	-7.7	0
Driveshaft Compliance	1	0	7.74	-7.74	0
Rotational Inertia	0.992	-0.0611	7.85	-7.79	0
Vehicle	0.565	-4.4	6.84	-2.4	0.0474
Vehicle Body 3 DOF Longitudinal	0.566	-4.4	6.84	-2.4	0.0474
Wheels and Brakes	0.686	-3.19	10.1	-6.89	0
Longitudinal Wheel - Front 1	0.787	-0.934	4.38	-3.44	0
Longitudinal Wheel - Front 2	0.787	-0.934	4.38	-3.44	0
Longitudinal Wheel - Rear 1	0.0244	-0.66	0.66	0	0
Longitudinal Wheel - Rear 2	0.0244	-0.66	0.66	0	0
Electric Plant	0.906	-0.814	0.108	-7.79	-8.5
Battery	0.991	-0.0785	0.0926	-8.51	-8.5
Lithium Ion Battery Pack	0.991	-0.0785	0.0926	-8.51	-8.5
Motor	0.915	-0.735	8.62	-7.89	0
Mapped Motor	0.915	-0.735	8.62	-7.89	0

Figura 9-3 Reporte general del Matlab

Realizado por: Cevallos Valdivieso, José, 2021.

En la Figura 10-3 se pueda observar la energía que entra, sale y además se puede observar la energía perdida y recuperada en la unidad de MJ o Mega Joules, pero en función a lo que conforma los elementos eléctricos del vehículo.

Signal	Energy (MJ)
Inputs	0.108
Transferred	0.108
Motor: Motor shaft	0.108
Not transferred	0
Outputs	-7.79
Motor: Motor shaft	-7.79
Losses	-0.814
Stored	-8.5

Figura 10-3: Reporte general eléctrico del Matlab

Realizado por: Cevallos Valdivieso, José, 2021.

En la Figura 10-3 se pueda observar la energía que entra, sale y además se puede observar la energía perdida y recuperada en la unidad de MJ o Mega Joules, pero en función al tren motriz del vehículo en este caso el KIA Soul.

EvReferenceApplication/Passenger Car/Drivetrain	
Average Efficiency = 0.32	
Signal	Energy (MJ)
Inputs	7.87
Transferred	7.8
Rotational Inertia: R port	7.8
Not transferred	0.0654
Outputs	-0.107
Rotational Inertia: R port	-0.107
Losses	-7.71
Stored	0.0469

Figura 11-3: Reporte general de la eficiencia del tren motriz

Realizado por: Cevallos Valdivieso José, 2021.

3.2 Análisis de Resultados

En el Gráfico 2-3 se puede observar el crecimiento gradual que ha tenido el país referente al consumo de energía eléctrica, se hacemos un análisis ha existido un incremento de casi 10 GWh durante una década, se puede observar que desde el 2018 al 2019 ha existido un incremento del 4.5%, y del 2019 al 2020 de aproximadamente el 4% y por último en lo que va del año comparando con el periodo del año anterior hay un incremento del 8.3% por lo que es un tanto alarmante el cómo incrementa el consumo anual en el país.

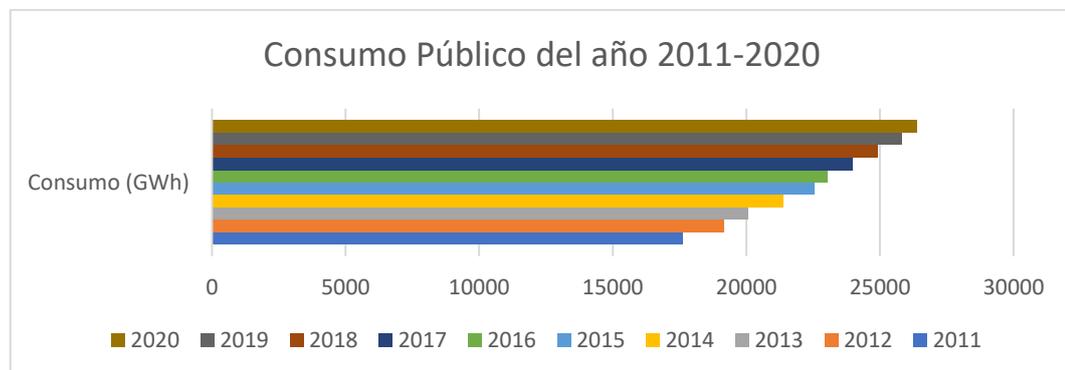


Gráfico 2-3: Consumo Público del año 2011-2020

Realizado por: Cevallos Valdivieso José, 2021.

Para el primer análisis de impacto se considerará los vehículos eléctricos registrados en el 2020 y el consumo actual de energía eléctrica para el servicio público.

Considerando que la batería del vehículo KIASOUL cuenta con una batería de 27 kWh, el kilovatio-hora es equivalente a los litros de un depósito de combustible.

Teniendo en cuenta que la descarga en el recorrido es de 3.85% y la capacidad de la batería es de 27kWh realizando una regla de 3 se obtiene que la descarga 1,04kWh en un recorrido de 27 minutos con 6 segundos y de 9,176 km si consideramos que el recorrido promedio

anual de un vehículo en Ecuador es de 20mil kilómetros se puede determinar que el consumo de dicho vehículo anual sería de 2266,78 kWh/año, si realizamos el primer análisis de la tabla 9.2 en el que se consideran los vehículos eléctricos existentes en el país con 390 unidades se obtiene que el consumo anual de dichos vehículos sería de 884045,3357 kWh/año que equivaldría a 0,884 GWh/año, según Torres et al, (2015), en la ciudad de Cuenca se determinó que 1598 vehículos eléctricos diarios podrían ser introducidos ya que al año consumirían aproximadamente 4.2 GWh/año que representaba la red energética de la ciudad de Cuenca de un 0,616%.

Analizando que Ecuador en el 2020 se obtuvo un incremento de consumo de energía que de 26408 GWh como demanda y si le sumamos el valor del consumo eléctrico que usarían los 390 vehículos eléctricos se obtendría un valor de 26408,884 GWh esto equivaldría a un consumo del 88,47% en el consumo de energía eléctrica del país.

Para los siguientes análisis se realizar un gráfico que permita evidenciar las estimaciones necesarias en función al incremento de los vehículos eléctricos y del consumo de energía eléctrica en el país.

Tabla 1-3: Consumo estimado para el año 2025

Año	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Consumo Estimado (GWh)	26408	28520,64	30944,89	33575,21	36429,10	39525,57
CE + CVE	26408,884	28528,32	30959,37	33596,49	36457,18	39559,59

Realizado por: Cevallos Valdivieso José, 2021.

Para la tabla 1-3 se hizo una estimación en el crecimiento del consumo la energía de un 8.3% que ha mantenido el país en presente año 2021 hasta el año 2025 donde se estima que en Ecuador existirán 15mil vehículos eléctricos.

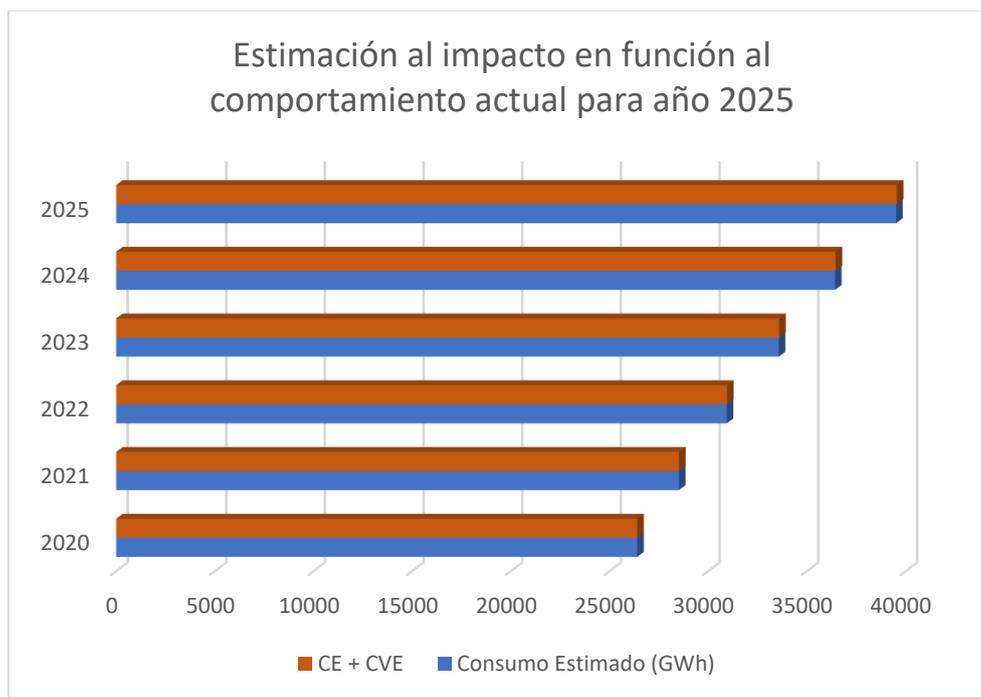


Gráfico 3-3: Impacto del consumo eléctrico en el país

Realizado por: Cevallos Valdivieso, José, 2021.

Para la realización del gráfico 3-3 se realizó una estimación para el año actual ya que según la EFE durante el periodo durante enero-julio del 2021 hubo un incremento del 8.3% comparado con el mismo periodo del 2020 por lo que en función al valor que se obtuvo como consumo de 26408 GWh como se puede observar en el Gráfico 2.3, si consideramos que el incremento del 8.3% se mantendrá para final de año se puede determinar un valor aproximado del consumo que se tendrá en el 2021, donde la variable CE es el consumo estimado eléctrico público, y el CVE el consumo estimado por los vehículos eléctricos.

Por lo que mediante a esa estimación y consideración el consumo aproximado para el 2021 será de 28520,64 GWh y teniendo en cuenta que el país puede generar 32237,40 GWh lo que el consumo público estimado para el del 2021 equivaldría a 88,47%.

Ahora si considera que se va a tener un consumo extra debido al uso de los vehículos eléctricos y que el país debe abastecer se tendrá un valor total de 28528,3243 GWh, un valor que equivaldría al 88,49% por lo que habría incremento del 0.20% en el consumo anual de electricidad, por lo que Ecuador podría abastecer en el presente año a 3390 vehículos eléctricos sin ningún inconveniente ya que existiría un 11,51%.

Para el segundo caso de análisis se considera para el año 2022 de igual manera se hizo la misma estimación de crecimiento del 8.3% que se realizó en el año 2021 por lo que se obtiene un valor de 30944,8944 GWh y si consideramos el consumo de los vehículos

eléctricos este valor haciende a 30959,3794 GWh que equivale al 96,04%, un valor bastante preocupante ya que prácticamente el consumo se acerca al total de energía que puede aportar las diferentes fuentes de energía eléctrica al país. A pesar de que el consumo está dentro del rango de consumo este caso es preocupante ya que Ecuador debería considerar buscar nuevas fuentes de generación de energía.

Para el tercer caso analizado que sería para el año 2023 para este año se hizo la misma consideración al valor de consumo anual del 2022 y se obtuvo un consumo anual de 33575,21042 GWh este consumo ya genera una alerta ya que sobrepasa ya la capacidad del país de abastecer el consumo de energía eléctrica anual si ha esta le añadimos el consumo que tendrían los vehículos eléctricos obtendríamos un valor de 33596,49642 GWh que sobrepasaría aún más la capacidad, eso quiere decir que se mantiene el incremento considerando el porcentaje del consumo anual como se tiene actualmente el país no podría abastecer a los 9390 vehículos eléctricos, el país deberá optar por buscar nuevas fuentes para generar electricidad ya que al ser un país en vías de desarrollo es importante que tenga los recursos para hacerlo.

Para el análisis del 2024 ya se tiene en consideración 12390 vehículos eléctricos y comparando con la capacidad actual de GWh que puede aportar al país para el servicio público para este año se estima un exceso del 13,08% con un valor de 36429,10331 GWh y considerando el consumo de los vehículos eléctricos sería 36457,18831 GWh se puede notar un incremento bastante alto para este punto.

Y por último el año 2025 en el cual según El Telégrafo (2019), se estiman 15mil vehículos eléctricos para el año del 2025 que representará un 9,9% de ventas en el mercado automotriz. En función a esto y considerando el incremento anual del consumo de energía eléctrica del 8.3% se obtendrán los siguientes valores 39525,57709 GWh como consumo público y más el consumo de los vehículos eléctricos un valor de 39559,59409 GWh teniendo un exceso del 22,71% en el consumo de energía.

Mediante el proceso realizado en el presente trabajo que consistió en la selección de bloques tales como ciclo de conducción, parámetros de medio ambiente, bloque de tren motriz, l controladores y visualización de resultado, permitió obtener un resultado del consumo del KIA Soul en función a un ciclo de conducción realizado en Ecuador, el resultado obtenido fue de 3.85% y en función a los datos obtenidos del Balance de Energía Nacional permitieron que la hipótesis fuera comprobada.

CONCLUSIONES

- En la actualidad con el desarrollo diario de la tecnología los softwares de simulación se han vuelto una herramienta muy útil para el área de la ingeniería, para el presente tema expuesto se logró realizar con éxito la simulación del vehículo eléctrico KIA Soul en función a un ciclo de conducción realizado en la ciudad de Riobamba esto gracias a que el software Simulink provee las herramientas necesarias para el desarrollo correcto de la simulación, además al ser una simulación permite utilizar el método de prueba y error hasta llegar al resultado esperado.
- Mediante el desarrollo de la simulación se pueden obtener diferentes resultados del comportamiento del vehículo eléctrico analizado durante el ciclo de conducción, parámetros como Velocidad, RPM, Amperaje de la batería, y el que se consideró principal para el presente trabajo el Consumo del vehículo eléctrico que en la simulación será expresado en función al SOC de la Batería, todos los parámetros para obtener estos valores se puede configurar en los diferentes bloques que conforman la simulación y representan al vehículo eléctrico, con estas consideraciones se pudo obtener que en el recorrido analizado se genera una descarga del 3.5% del SOC que equivale a 1,04 kWh.
- Considerando el consumo obtenido mediante la simulación, y a un porcentaje de del aumento de vehículos de combustión interna a eléctricos, además de un análisis del consumo de energía anual que genera el país se pudo determinar que está existiendo un incremento considerable aproximadamente del 8.3% del consumo en el último año y si a esto le añadimos el consumo que tendría los vehículos eléctricos, el país se encontraría en la capacidad de abastecer a aproximadamente 6390 vehículos eléctricos en el año 2022 pero debido al incremento del consumo de energía eléctrica de servicio público a partir del 2023 se generaría un exceso del 4% de su capacidad de entrega de energía eléctrica por lo Ecuador tendría dificultades ya que provocaría que para ese año se sobrepase la capacidad de entrega que puede brindar el país y se debería optar por otras fuentes de energía.

RECOMENDACIONES

- Durante la realización es importante tomar en cuenta los diferentes temas que se abordaran durante la investigación, en caso de ser posible realizar una lista de los mismos esto permitirá realizar una exhaustiva investigación de temas que podrían ser útiles durante la realización del marco metodológico.
- Un factor fundamental es tener conocimiento de los softwares a usar para el desarrollo de la investigación, el no tener un conocimiento pleno provoca un retraso en la realización por lo que antes de realizar el proyecto es importante tener en consideración la interfaz y herramientas que brinda el software que serán necesarias para la realización.
- Al momento de analizar las gráficas es necesario tener en consideración que parámetros son los que fueron especificados en los objetivos como parámetros de estudio para así interpretar de la mejor manera los resultados obtenidos y de esta forma poder comprobar si la hipótesis se cumple o no.

BIBLIOGRAFÍA:

- JARAMILLO, W.,** Taxis eléctricos en la ciudad de Loja - Electric taxis in the city of Loja-Ecuador. *Revista Espacios* [en línea], 2019. no. 2013, pp. 27. [Consulta: 14 de mayo del 2021]. Disponible en: <https://www.revistaespacios.com/a>
- CERERO-TEJERO, D.,** Simulador de vehículos eléctricos en MATLAB. *XXXVI Jornadas de Automática* [en línea], 2015. pp. 2-4. [Consulta: 30 de marzo de 2021] Disponible en: <https://www.ehu.es/documents/3444171/4484748/36.pdf>.
- PADILLA, J.,** Técnicas básicas de electricidad en un vehículo. En: I. EDITORIAL (ed.) [en línea], 2012. S.l.: s.n., pp. 310. ISBN 9781449289713. [Consulta: 25 de mayo de 2021]. Disponible en: <https://elibro.net/es/lc/epoch/titulos/42732>.
- LOPÉZ, J.,** *Vehículos Híbridos y Eléctricos: diseño del tren propulsor* [en línea], 2015. S.l.: s.n. ISBN 9788416277438. [Consulta: 25 de mayo de 2021]. Disponible en: <https://elibro.net/es/lc/epoch/titulos/131530>.
- PACHECO, M.,** Ecuador subutilizan el 48% de la potencia eléctrica instalada. *El Comercio* [en línea], 2017. Quito, 3 diciembre 2017. [Consulta: 1 de junio de 2021]. Disponible en: [https://www.elcomercio.com/actualidad/ecuador-subutiliza-potencia-energia-electrica.html#:~:text=La capacidad que tiene Ecuador,7 146 megavatios \(MW\)](https://www.elcomercio.com/actualidad/ecuador-subutiliza-potencia-energia-electrica.html#:~:text=La capacidad que tiene Ecuador,7 146 megavatios (MW)).
- ARCONEL,** Balance Nacional de Energía Eléctrica. [en línea], 2020. [Consulta 1 de junio de 2021]. Disponible en: <https://www.regulacionelectrica.gob.ec/balance-nacional/#>.
- OJEDA, F.,** Implantación en el mercado del Vehículo Eléctrico. *El Trimestre Económico* [en línea], 2017. vol. 75, no. 300, pp. 945. ISSN 0041-3011. DOI 10.20430/ete.v75i300.424. [Consulta: 25 de mayo de 2021]. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/235858175.pdf>.
- BENDOYA, S.,** En Ecuador habrá 15.000 vehículos eléctricos en 2025. *El Telégrafo* [en línea], 2019. Quito, 8 agosto 2019. [Consulta 30 de marzo de 2021]. Disponible en: <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/economia/4/movilidad-electrica-ecuador#:~:text=Economía>.
- FIERRO, P. y SIGUENZA, A.,** *MODELADO Y SIMULACIÓN NUMÉRICO-MATEMÁTICO DE PARÁMETROS DE FUNCIONAMIENTO PARA UN VEHÍCULO ELÉCTRICO EN LA CIUDAD DE CUENCA-ECUADOR* [en línea], 2017. S.l.: Universidad Politécnica Salesiana. [Consulta 5 de mayo de 2021]. Disponible en:

<https://www.ups.edu.ec/documents/10184/1514640/MAESTRIA+EN+METODOS+MAT+EMATICOS+.pdf/53a389b4-28f2-4e7e-8ad4-955e0cd021df>.

ÁLVARO, R., *Estrategias de gestión de flotas de vehículos eléctricos* [en línea], 2016. S.l.: Universidad Politécnica de Madrid. [Consulta 5 de mayo de 2021]. Disponible en: http://oa.upm.es/47670/1/ROBERTO_ALVARO_HERMANA.pdf.

SANTAMARTA, J., El futuro del automóvil es eléctrico Las soluciones van desde los híbridos enchufables a los vehículos totalmente eléctricos con baterías de ión litio o de otros materiales. *Técnica industrial* [en línea], 2009. vol. Mayo-Junio, pp. 26-35. [Consulta 30 de marzo de 2021]. Disponible en: <http://www.tecnicaindustrial.es/tiadmin/numeros/63/39/a39.pdf>.

MARTÍN MORENO, J.A., *Herramienta de simulación de vehículos eléctricos* [en línea], 2013. S.l.: Universidad Carlos III de Madrid. [Consulta 30 de marzo de 2021]. Disponible en: <http://e-archivo.uc3m.es/handle/10016/17661>.

FRÍAS, P. y MIGUEL, C. De, *Aspectos medioambientales del vehículo eléctrico. Economía industrial* [en línea], 2019. no. 411, pp. 45-53. ISSN 0422-2784. [Consulta 5 de mayo de 2021]. Disponible en: <https://repositorio.comillas.edu/jspui/handle/11531/36741>.

GRANADA-ECHEVERRI, M., *Vehículos eléctricos, energía y movilidad. ResearchGate* [en línea], 2018. no. December 2017. DOI 978-958-722-290-6. [Consulta 5 de mayo de 2021]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/322698118_Vehiculos_electricos_energia_y_movilidad.

MARÍN, P., *Aplicación software para la simulación del funcionamiento energético de vehículos eléctricos* [en línea], 2013. [Consulta 5 de mayo de 2021]. S.l.: Universidad Carlos III de Madrid. Disponible en: <https://e-archivo.uc3m.es/handle/10016/18057>.

PELAYO, C., *ESTUDIO SOBRE INSTALACIÓN, MONTAJE Y FUNCIONAMIENTO DE UN CODIFICADOR PARA DETERMINAR POSICIÓN Y VELOCIDAD DE UN VEHÍCULO ELÉCTRICO* [en línea], 2013. S.l.: Universidad de Almería. [Consulta: 25 de mayo de 2021]. Disponible en: http://repositorio.ual.es/bitstream/handle/10835/2462/TRABAJO_2905_267.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

RIOFRÍO, J. y HARO, M., *Análisis de calidad de la energía eléctrica en los puntos de recepción de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil* [en línea], 2013. S.l.:

Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. Disponible en:
<http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/1630>.

DÁVILA, M.A., TRUJILLO, C.L. y GAONA, E.E., Algoritmo de Programación para Gestionar la Demanda de Cargadores de Baterías para Vehículos Eléctricos en un Esquema de Tarificación Variable. 2019. *Información tecnológica*, vol. 30, no. 4, pp. 135-146. DOI 10.4067/s0718-07642019000400135.

BLÁZQUEZ, J. y MARTÍN MORENO, J., Eficiencia energética en automoción: el vehículo eléctrico, un reto del presente, 2010. *Economía industrial*, no. 377, pp. 76-85. ISSN 0422-2784.

ALCALÁ, I., CLAUDIO, A., GUERRERO, G., AGUAYO ALQUICIRA, J. y OLIVARES, V.H., 2014. Electric Vehicle Emulation Based on Inertial Flywheel and a Dc Machine. *Dyna*, vol. 81, no. 183, pp. 86. ISSN 0012-7353. DOI 10.15446/dyna.v81n183.31638.

MENDOZA, C.C., QUINTERO, A., SANTAMARÍA, F. y ALARCÓN, A., 2016. Coordinación de la recarga de vehículos eléctricos en tiempo real. *DYNA (Colombia)*, vol. 83, no. 197, pp. 223-232. ISSN 00127353. DOI 10.15446/dyna.v83n197.55342.

GALLEGO RENDÓN, R.A., HINCAPIÉ ISAZA, R.A. y OSORIO CRUZ, F.A., Optimal location of battery swap stations for electric vehicles. *Scientia et Technica*, 2019. vol. 24, no. 3, pp. 377-384. ISSN 0122-1701. DOI 10.22517/23447214.21481.

CAPOVILLA, E.A.R., Simulación computacional de un vehículo de competición. 2010. vol. XXIX, pp. 15-18.

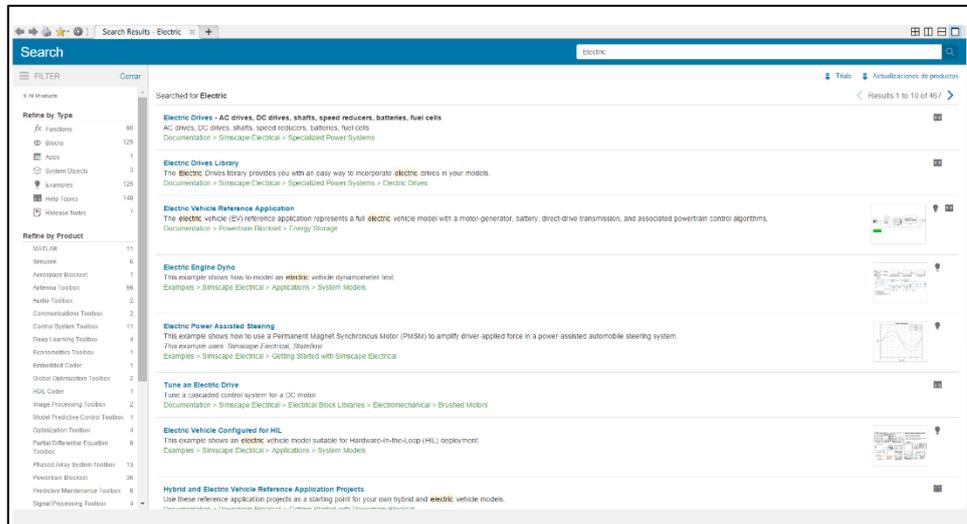
MARTIN, H. y BARGALLO PERNINA, R., El Vehículo Eléctrico Y La Eficiencia. 2015. no. February, pp. 11-14.

Balance Nacional de Energía Eléctrica. *Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales no Renovables – ARC* [en línea]. [sin fecha] [consultado el 1 de septiembre de 2021]. Disponible en: <https://www.controlrecursosyenergia.gob.ec/balance-nacional-de-energia-electrica/>

MERNNR, Consumo de energía por sector y fuente. *Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables*, pp. 26.

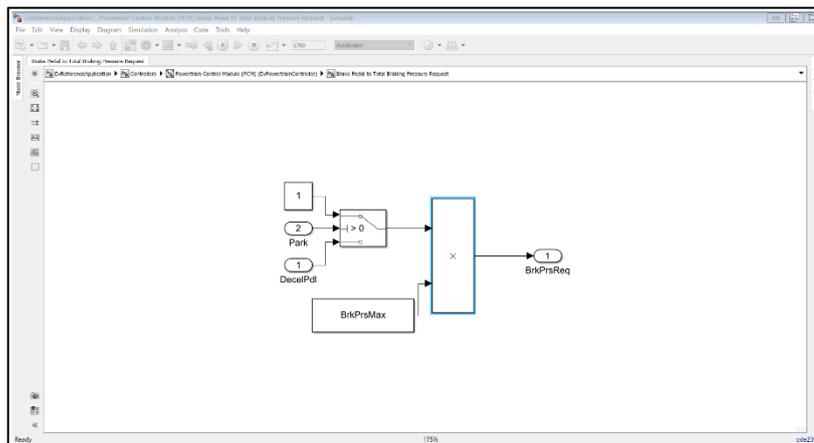
La demanda de electricidad aumentó en un 8,13 % en Ecuador. *SWI swissinfo.ch* [en línea], 2019. 22 de agosto de 2021 [consultado el 1 de septiembre de 2021]. Disponible en: https://www.swissinfo.ch/spa/ecuador-electricidad_la-demanda-de-electricidad-aumentó-en-un-8-13---en-ecuador/46887570

Anexos



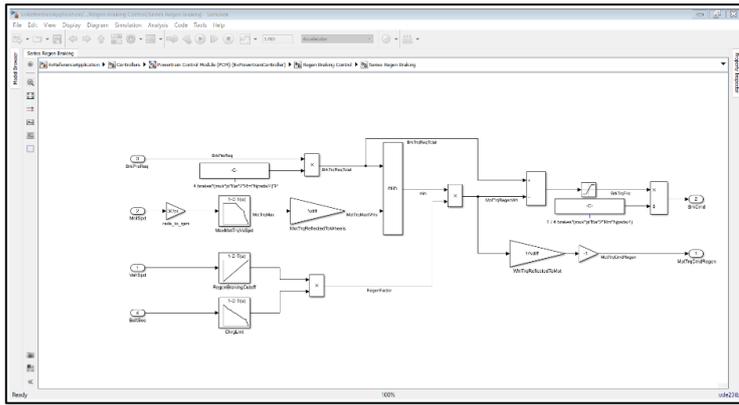
Anexo A: Esquemas de partes de vehículos eléctricos.

Realizado por: Cevallos Valdivieso, José, 2021.



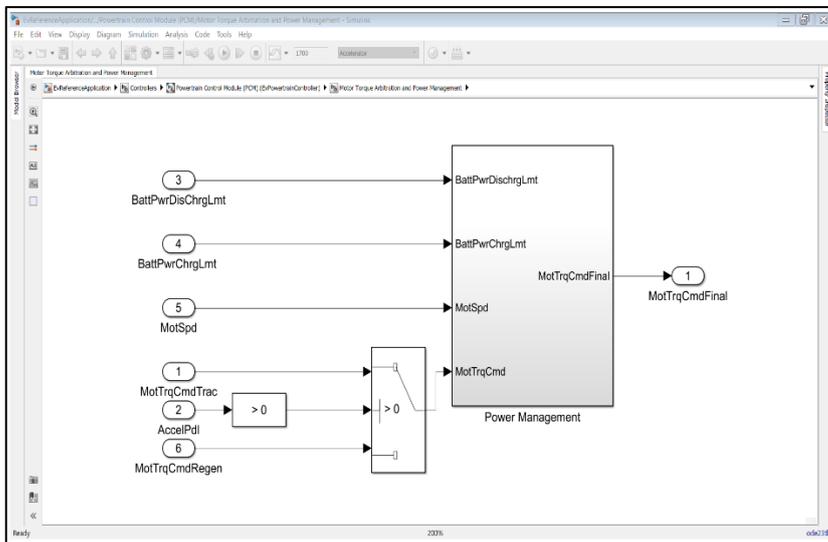
Anexo B: Configuración del Pedal de Freno

Realizado por: Cevallos Valdivieso, José, 2021.



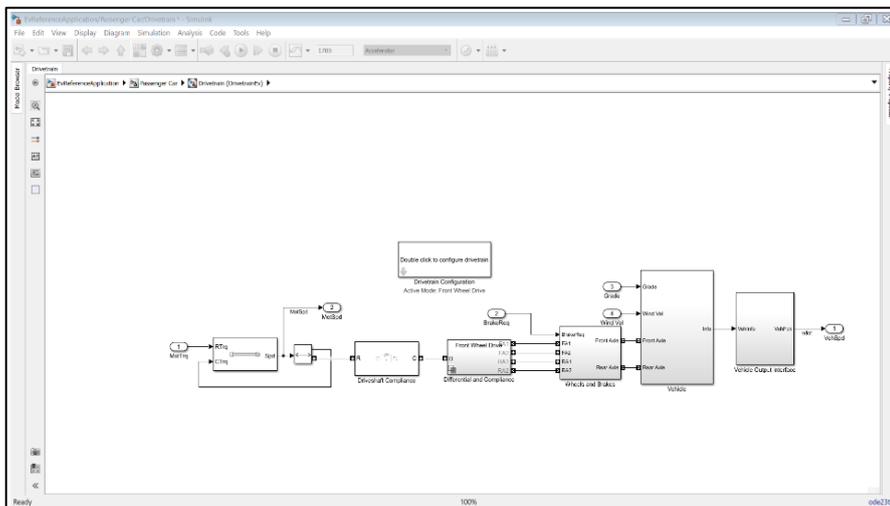
Anexo C: Configuración del Freno Regenerativo

Realizado por: Cevallos Valdivieso, José, 2021.



Anexo D: Configuración de variables de entrada al Controlador

Realizado por: Cevallos Valdivieso, José, 2021.



Anexo E: Configuración General del Sistema de Tracción

Realizado por: Cevallos Valdivieso, José, 2021.

Códigos de Programación

Código para el Push Boton del Inicio de Simulación

```
% --- Executes on button press in pushbutton1.  
function pushbutton1_Callback(hObject, eventdata, handles)  
% hObject handle to pushbutton1 (see GCBO)  
% eventdata reserved - to be defined in a future version of MATLAB  
% handles structure with handles and user data (see GUIDATA)  
set_param('EvReferenceApplication','SimulationCommand','Start');
```

Código para agregar imágenes en axes1, axes2, axes4

```
% --- Executes just before Inferfaz is made visible.  
function Inferfaz_OpeningFcn(hObject, eventdata, handles, varargin)  
% This function has no output args, see OutputFcn.  
% hObject handle to figure  
% eventdata reserved - to be defined in a future version of MATLAB  
% handles structure with handles and user data (see GUIDATA)  
% varargin command line arguments to Inferfaz (see VARARGIN)  
axes(handles.axes1);  
bkgrnd=imread('KIASoul1.jpg');  
imshow(bkgrnd);  
axes(handles.axes2);  
bkgrnd=imread('KIASoul2.jpg');  
imshow(bkgrnd);  
axes(handles.axes4);  
bkgrnd=imread('LogoESPOCH.jpg');  
imshow(bkgrnd);  
% Choose default command line output for Inferfaz  
handles.output = hObject;  
  
% Update handles structure  
guidata(hObject, handles);  
  
% UIWAIT makes Inferfaz wait for user response (see UIRESUME)  
% uiwait(handles.figure1);
```

Código para programación de gráfica en axes3 mediante el pop-menu

```
% --- Executes on selection change in popupmenu1.  
function popupmenu1_Callback(hObject, eventdata, handles)  
% hObject handle to popupmenu1 (see GCBO)  
% eventdata reserved - to be defined in a future version of MATLAB  
% handles structure with handles and user data (see GUIDATA)  
  
switch get(handles.popupmenu1,'Value')  
case 1
```

case 2

```
disp('case 2')
T = evalin('base', 'T');
V = evalin('base', 'V');
plot(handles.axes3,T,V);
xlabel(handles.axes3,('Tiempo [s]'));
ylabel(handles.axes3,('V [mph]'));
```

case 3

```
disp('case 3')
T = evalin('base', 'T');
MT = evalin('base', 'MT');
plot(handles.axes3,T,MT);
xlabel(handles.axes3,('Tiempo [s]'));
ylabel(handles.axes3,('MT [Nm]'));
```

case 4

```
disp('case 4')
T = evalin('base', 'T');
MS = evalin('base', 'MS');
plot(handles.axes3,T,MS);
xlabel(handles.axes3,('Tiempo [s]'));
ylabel(handles.axes3,('MS [rpm]'));
```

case 5

```
disp('case 5')
T = evalin('base', 'T');
BS = evalin('base', 'BS');
plot(handles.axes3,T,BS);
xlabel(handles.axes3,('Tiempo [s]'));
ylabel(handles.axes3,('BS [%]'));
```

case 6

```
disp('case 6')
T = evalin('base', 'T');
BA = evalin('base', 'BA');
plot(handles.axes3,T,BA);
xlabel(handles.axes3,('Tiempo [s]'));
ylabel(handles.axes3,('BA [A]'));
```

case 7

```
disp('case 7')
T = evalin('base', 'T');
AT = evalin('base', 'AT');
plot(handles.axes3,T,AT);
xlabel(handles.axes3,('Tiempo [s]'));
ylabel(handles.axes3,('AT [msnm]'));
```

end

% Hints: contents = cellstr(get(hObject,'String')) returns popupmenu1 contents as cell array

% contents{get(hObject,'Value')} returns selected item from popupmenu1

Código para el resumen general generado por Matlab

```
SysName = 'EvReferenceApplication';
```

```
VehPwrAnalysis = autoblks.pwr.PlantInfo(SysName);
```

```
VehPwrAnalysis.PwrUnits = 'kW';
```

```
VehPwrAnalysis.EnrgyUnits = 'MJ';
```

Código para el resumen general eléctrico

```
ElecSysName = 'EvReferenceApplication/Passenger Car/Electric Plant';
```

```
ElecPwrAnalysis = VehPwrAnalysis.findChildSys(ElecSysName);
```

```
ElecPwrAnalysis.dispSignalSummary;
```

Código para el resumen general de Tren de Potencia

```
DrvtrnSysName = 'EvReferenceApplication/Passenger Car/Drivetrain';
```

```
DrvtrnPwrAnalysis = VehPwrAnalysis.findChildSys(DrvtrnSysName);
```

```
DrvtrnPwrAnalysis.dispSignalSummary;
```