

	INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO CENTRAL TÉCNICO CON CONDICIÓN DE UNIVERSITARIO	VERSIÓN: 3.0 ELAB: 20/04/2018 U.REV: 23/5/2023
SUSTANTIVO FORMATO Código: FOR.DO31.10	MACROPROCESO: 01 DOCENCIA PROCESO: 03 TITULACIÓN 01 TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR / TITULACIÓN PERFIL Y ESTUDIO DE PERFIL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO	Página 1 de 14



PERFIL DE PLAN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO

Quito – Ecuador, 3 Febrero del 2025

PROPUESTA DEL PLAN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO

Tema de Proyecto de Investigación:

Estudio de la eficiencia de frenado regenerativo en el vehículo eléctrico y su impacto en el rendimiento energético

Apellidos y nombres del/los estudiantes:

Tunja Guerrero Luis Omar

Murillo Chugñay Cristian Paul

Carrera:

TECNOLOGÍA SUPERIOR EN ELECTRICIDAD (RE)

Fecha de presentación:

Quito, 3 de Febrero del 2025

Firma del Director del Trabajo de Investigación

1.- Tema de investigación

Estudio de la eficiencia de frenado regenerativo en el vehículo eléctrico y su impacto en el rendimiento energético.

2.- Problema de investigación

En la actualidad, los automóviles de propulsión eléctrica son una solución viable para lidiar con las emisiones de dióxido de carbono y fomentar la movilidad sustentable. Aunque, la independencia limitada y la energía económica siguen siendo interrogantes cruciales para su recepción general. El sistema de frenado con regeneración, que posibilita la recuperación de energía cinética y transformándola en energía eléctrica con el fin de recargar las baterías, es una tecnología fundamental para solucionar este inconveniente (Honda, 2024).

A pesar de sus posibilidades, existen dudas acerca de la fiabilidad de la frenada regenerativa en condiciones distintas de conducción, además de acerca de su influencia sobre la capacidad de energía del vehículo en general. Las componentes como la estructura del sistema, la manera en la que interaccionan con los distintos componentes del vehículo y las circunstancias de conducción pueden influir en su capacidad (De la Vega, 2023).

Este inconveniente pone sobre el tapete las siguientes interrogantes: ¿Cuál clase de variables influencia la efectividad del sistema de frenado de un vehículo eléctrico? ¿Cuál es la contribución real a la optimización de la energía y la independencia? ¿Qué tácticas se podrían utilizar para mejorar su capacidad?

La presente investigación no solo ayudará a desarrollar tecnologías que sean más efectivas, sino que además identificará posibilidades de perfeccionar la fiabilidad y la performance de los automóviles de electricidad en el ámbito mundial.

2.1.- Definición y diagnóstico del problema de investigación

El frenado regenerativo es una ciencia fundamental para los automóviles de propulsión eléctrica, ya que posibilita la recuperación de una parte de la energía cinética que, en métodos de frenado tradicionales, se pierde en forma de calor. Las investigaciones recientes muestran que este programa puede aumentar la capacidad de energía de los sistemas en un treinta por ciento en condiciones ideales (Méndez, 2019). Sin embargo, su capacidad varía en función del modelo de vehículo, la condición de la batería y las circunstancias de conducción (KIA, 2024).

La deficiencia de análisis específicos acerca de su capacidad en condiciones reales de conducción

genera dudas acerca de su influencia en la capacidad y el desempeño de los automóviles de energía eléctrica (Martínez, 2023). Este estudio se encarga de estudiar estas características y proponer métodos para perfeccionar el sistema, con el fin de desarrollar soluciones más factibles y perdurables. Su importancia se extiende al ámbito de la academia, la industria y el medio ambiente, donde se producen innovaciones en el ámbito de la movilidad eléctrica y en la reducción de la energía consumida.

2.2.- Preguntas de investigación

¿Cuál es la media de la eficiencia de energía del sistema de frenado en vehículos eléctricos diferentes a distintas condiciones de conducción?

¿De qué forma la velocidad del vehículo influye en la cuantía de energía devuelta por el sistema de regeneración?

¿Cuál es la manera en la que varía la efectividad del frenado regenerativo dependiendo de las diferentes configuraciones de técnica automotriz?

3.-Objetivos de la investigación

3.1.- Objetivo General

Analizar la eficiencia del sistema de frenado regenerativo en vehículos eléctricos y su impacto en el rendimiento energético general, determinando su aporte en la autonomía y sostenibilidad del transporte eléctrico.

3.2.- Objetivos Específicos

- Identificar los componentes fundamentales del sistema de frenado regenerativo y su funcionamiento.
- Evaluar la eficiencia energética del sistema mediante mediciones técnicas en diferentes condiciones de operación.
- Determinar las ventajas y limitaciones del frenado regenerativo en comparación con sistemas de frenado convencionales.
- Proponer estrategias para optimizar la recuperación de energía cinética y su conversión en energía eléctrica.
- Analizar el impacto del frenado regenerativo en el desgaste y la vida útil de los componentes del sistema eléctrico y mecánico del vehículo

4.- Justificación

El presente estudio trata de una investigación fundamental para colaborar en la creación y perfeccionamiento de métodos sustentables de transporte en el área de la electricidad, específicamente con relación a la capacidad de frenado regenerativo de los sistemas de seguridad. Este programa, que transforma la energía cinética en energía eléctrica que se puede reutilizar, tiene una gran importancia en la comodidad y en la duración de los vehículos de energía eléctrica, elementos que son esenciales para que se popularice (Blázquez, 2021).

El análisis no solo se basa en examinar la capacidad de energía del sistema de frenado regenerativo, sino que además delimita los factores de la técnica que impiden su capacidad. Esto dará la posibilidad de realizar recomendaciones de mejora en la tecnología que benefician a los fabricantes de automóviles y a los usuarios finales, disminuyendo los costos de operación y aumentando la vida útil de las baterías (GAP, 2024).

Además, este estudio tiene una importancia ambiental, ya que la óptima configuración del sistema de frenado regenerativo puede disminuir la dependencia de fuentes de energía no sustentables, esto puede colaborar a la mitigación del calentamiento global. En una circunstancia en la que la transformación hacia formas de desplazamiento más higiénicas es una pretensión mundial, el análisis ofrece una sustento científico para el progreso en esa dirección.

El programa dará lugar a nuevas investigaciones que sirvan como punto de comparación para los siguientes estudios en torno a la ingeniería eléctrica y la movilidad sustentable, y dará comienzo a la creación de soluciones innovadoras en el ámbito de la automotriz.

5.- Estado del Arte

Varios estudios preliminares han examinado la capacidad de frenado del eléctrico regenerativo en automóviles, esto ha dado como resultado una referencia para el mismo. Uno de los enfoques más tradicionales ha sido estudiar la porción de energía recolectada durante la deceleración en diferentes circunstancias de labor. Por ejemplo, estudios de publicaciones científicas como Energy Conversion and Management han demostrado que la capacidad de frenado regenerativo puede ser hasta un setenta por ciento en condiciones ideales, esto también depende del diseño del sistema y del perfil de conducción (KIA, 2024).

En referencia a los adelantos en tecnología, los trabajos que han hecho los fabricantes más importantes, como es el caso de Tesla y de Toyota, han investigada la manera en la que los sistemas de frenado regenerativo se combinan con la administración de la temperatura de las baterías. De acuerdo con el escrito de la Society of Automotive Engineers (SAE), estos adelantos han facilitado la estabilidad del sistema y optimizado la transformación de energía dentro de las zonas urbanizadas en medio de frenadas frecuentes (Garcia, 2019).

Por otro lado, investigaciones científicas han estudiado la influencia de la superficie y las maneras de operar en la capacidad del sistema. En este sentido, estudios de la Universidad de Stanford indican que la capacidad puede disminuir significativamente en pendientes ascendente o descendente, a causa de las restricciones térmicas y mecánicas del sistema.

A nivel local, el tema ha sido poco investigada, esto señala la necesidad de estudios que se ajusten a las particularidades de los países en vías de desarrollo, lugar en el cual los automóviles de cero emisiones se van a empezar a hacer notar en el comercio (Sernauto, 2021). El presente proyecto tiene como objetivo llenar ese espacio vacío de la academia, construyendo una base firme para próximos estudios e innovaciones en la zona.

6.- Temario Tentativo

1. Introducción
 - Planteamiento del Problema
 - Justificación
 - Objetivos
2. Marco Teórico
 - Antecedentes
 - Frenado Regenerativo
 - Características del frenado regenerativo
 - Tipos de frenado regenerativo
 - Eficiencia energética
 - Características de la eficiencia energética
 - Tipos de eficiencia energética
 - Factores que afectan la eficiencia energética
 - Soluciones ante problemas de la eficiencia energética
3. Metodología
 - Tipo de Investigación
 - Técnicas y herramientas
 - Procedimiento para la recolección de datos
4. Resultados
 - Evaluación del rendimiento del frenado regenerativo
 - Identificación de limitaciones técnicas
 - Propuesta de optimización tecnológica
5. Análisis del Impacto
 - Implicaciones económicas y ambientales.
 - Beneficios para la industria automotriz y la sociedad

6. Conclusiones
7. Recomendaciones
8. Bibliografía
9. Anexos

7.- Diseño de la investigación

7.1.- Tipo de investigación

EN FUNCION A SU PROPOSITO	
Teórica	☐
Aplicada Tecnológica	☒
Aplicada científica	☐

	NIVEL DE MADUREZ TECNOLÓGICA	ORIENTACIÓN 1	ORIENTACIÓN 2	ORIENTACIÓN 3	ORIENTACIÓN 4
☐	TRL 1: Idea básica. Mínima disponibilidad.	Investigación	Entorno de laboratorio	Pruebas de laboratorio y simulación	Prueba de concepto
☐	TRL 2: Concepto o tecnología formulados.				
☒	TRL 3: Prueba de concepto.				
☐	TRL 4: Componentes validados en laboratorio.	Desarrollo	Entorno de simulación	Ingeniería a escala 1/10 < Escala < 1	Prototipo y demostración
☐	TRL 5: Componentes validados en entorno relevante.				
☒	TRL 6: Tecnología validada en entorno relevante.				
☐	TRL 7: Tecnología validada en entorno real	Innovación	Entorno real	Escala real = 1	Producto comercializable y certificado
☐	TRL 8: Tecnología validada y certificada en entorno real.				
☐	TRL 9: Tecnología disponible en entorno real. Máxima disponibilidad.				

POR SU NIVEL DE PROFUNDIDAD		POR LOS MEDIOS PARA OBTENER LOS DATOS	
Exploratoria	☐	Documental	☐
Descriptiva	☒	De campo	☒

Explicativa	☐	Laboratorio	☒
Correlacional	☐		
POR LA NATURALEZA DE LOS DATOS		SEGÚN EL TIPO DE INFERENCIA	
Cualitativa	☐	Deductivo	☒
Cuantitativa	☒	Hipotético	☐
POR EL GRADO DE MANIPULACION DE VARIABLES		Inductivo	☐
Experimental	☐	Analítico	☐
Cuasiexperimental	☐	Sintético	☐
No experimental	☒	Estadístico	☐

El presente estudio se encuadra como una exploración de una tecnología aplicable, debido a que tiene como objetivo mejorar la capacidad de un sistema existente, en este caso, el frenado regenerativo en automóviles de energía eléctrica, para aumentar su capacidad y mejorar su desempeño en términos generales de energía. En función de su grado de evolución en la tecnología, se clasifica en un TRL 3, que corresponde a la comprobación de pruebas de concepto a través de simulaciones y pruebas de laboratorio. En referencia a su magnitud, el estudio es de tipo descriptivo, ya que se trata de analizar las particularidades y funcionamiento del sistema regenerativo en diferentes circunstancias. Los números se conseguirán a través de investigaciones de campo y de laboratorio, utilizando métodos cuantitativos y un punto de vista deductivo. Finalmente, se clasifica como una investigación no experimental, ya que las variables del sistema no son manipuladas, sino que se analizan y se observan en condiciones controladas y simuladas.

7.2.- Métodos de investigación

Para el estudio se empleará un enfoque de investigación aplicada tecnológica con un nivel de madurez tecnológica TRL 6, lo que implica la validación de la tecnología en un entorno relevante. Se adoptará un método de investigación descriptivo y cuantitativo, basado en la recolección y análisis de datos obtenidos a través de pruebas experimentales, observaciones directas y revisión documental. Las pruebas se realizarán en condiciones controladas y en entornos reales, permitiendo evaluar la efectividad del sistema de frenado regenerativo en distintos escenarios de conducción.

1. **Evaluar la eficiencia del frenado regenerativo en función de la energía recuperada.** Se ejecutarán pruebas en vehículos eléctricos equipados con sistemas de monitoreo para registrar datos sobre la energía recuperada en diferentes condiciones de frenado.
2. **Analizar la influencia del frenado regenerativo en la autonomía del vehículo.** Se compararán los datos de autonomía con y sin activación del sistema de regeneración en ciclos de conducción estándar.
3. **Determinar el impacto del frenado regenerativo en el desgaste del sistema de frenos.** Se

realizarán inspecciones técnicas y mediciones de desgaste en los componentes del sistema de frenado para evaluar la reducción de su deterioro debido a la regeneración de energía. Finalmente, los datos serán procesados mediante análisis estadístico y comparaciones con estudios previos, garantizando la validez y confiabilidad de los resultados.

7.3.- Técnicas de recolección de la información

Para el análisis es importante utilizar métodos de recolección de información factibles y precisos para conseguir resultados interesantes y válidos. Dentro de los métodos de habla de las encuestas y entrevistas que son fundamentales para conseguir la opinión de especialistas en automotriz eléctrica y conductores de automóviles. Estas habilidades posibilitan al investigador obtener conocimiento acerca de la manera en que funciona el frenado regenerativo en diferentes circunstancias y la manera en que lo percibe en términos de su influencia sobre la capacidad de energía. Las entrevistas deben ser escogidas con cuidado y administradas de manera uniforme, de manera que los entrevistados tengan una experiencia esencial acerca de la tecnología de vehículos eléctricos y de frenado regenerativo.

Además, la observación directa y la comparación tienen un papel significativo en la recolección de información real sobre la conducta del sistema de frenado regenerativo. A través de la observación de automóviles en uso y la comparación de información obtenida de diferentes fuentes o condiciones de conducción, el investigador puede determinar la manera en la que la frenada regenerativa influencia la capacidad de energía del vehículo. Estas estrategias posibilitan hallar figuras en la disposición de energía que se genera durante la Pausa del vehículo y determinar la capacidad en diferentes condiciones, como por ejemplo: pendientes o maneras de conducir.

Por último, la recolección de notas técnicas de los fabricantes de automóviles eléctricos, los reportos de pruebas preliminares y la análisis de estudios preliminares sobre la capacidad de frenado de los sistemas de propulsión regenerativa dan como resultado una sustento importante para la investigación. También, las técnicas de estadística y selección de pruebas garantizan la fiabilidad de los resultados y la representatividad de la realidad. La recolección de información a través de estas diferentes maneras asegura que la investigación sobre la influencia del frenado regenerativo en la capacidad de energía sea completa y detenida.

8.- Marco administrativo

8.1.- Cronograma

Tabla 1.
Diagrama de Gantt

[illegible]

[illegible]

Fuente: Propia.

8.2.- Recursos

8.2.1.-Talento humano

Tabla 1.

Participantes en el proyecto de investigación.

Nº	Participantes	Rol a desempeñar en el proyecto	Carrera
1	Tunja Guerrero Luis Omar	Investigar	Electricidad
2	Murillo Chugñay Cristian Paul	investigar	Electricidad

Fuente: Propia.

8.2.2.- Materiales y Costos

El sistema propuesto en el proyecto cuenta con el uso directo de un vehículo HZXINHUI FASHION AC, que posee las siguientes características:

Características básicas

- Modelo: FASHION AC 3P 4X2 TA EV
- Año: 2020
- Origen: China Popular
- Tonelaje: 0.63
- Tipo: CUP (Compacto)
- Carrocería: Metálica
- Capacidad: 4 pasajeros
- Número de puertas: 3
- Color: Blanco
- Chasis: XNA704H6LEVL00303
- Combustible: Eléctrico
- Tracción: 4x2

Tabla 2.

Recursos materiales requeridos para el desarrollo del proyecto de investigación.

Ítem	Modelo	Estándar	Juventud	Moda	Lujo	Supremo
1	Parámetros principales					
2	Dimensión (mm)			2985×1495×1565		
3	Rueda bade (mm)			1959		
4	Peso en vacío (kg)	700	760	765	790	630
5	Espacio libre sobre el piso (mm)			160		

6	Llantas	155/65R13				
7	Carril (delantero / trasero) mm	1286/1332				
8	Subida (%)	20%				
9	Velocidad máxima (km / h)	45km / h	50km / h	50km / h	50km / h	50km / h
10	Alcance (km a 40 km / h, 25 ° C)	110km	125km	125km	165km	165km
11	Motor& sistema de batería					
12	Controlador	Comunicación CAN-BAS, antideslizante				
13	Tipo de motor	AC Asincrono				
14	Potencia del motor (kW)	3kw	4kw	4kw	4kw	4kw
15	Tipo de Batería	Batería de plomo-ácido sin mantenimiento				Batería de litio ternario
16	Voltaje de batería (V)	72V				
17	Capacidad de la batería (Ah)	80Ah * 6PCS	100Ah * 6PCS	100Ah * 6PCS	120Ah * 6PCS	105Ah * 6PCS
18	Drivetrain & Sistema de frenos					
19	Forma de manejo	Tracción trasera				
20	Tipo de freno	Doble freno de disco en las 4 ruedas				
21	Impulso de freno	Boost de vacío eléctrico				
22	Estructura del coche	Carga completa				
23	Suspensión (Delantera / Trasera)	Suspensión independiente de McPherson / Suspensión no independiente de enlaces múltiples				
24	Direccion	Mecanismo de engranaje	Dirección asistida eléctrica inteligente EPS			
25		Cómodo amplificador GG; Sistema de entretenimiento				
26	Sistema de elevación de vidrio	Eléctrico				
27	Calentador PTC	Eléctrico				
28	C.A.	/	Aire acondicionado inversor inteligente			
29	Reproductor multimedia	Pantalla capacitiva HD (con Bluetooth)				
30	Interfaz de audio externo	Tarjeta SD AUX +				

31	Bloqueo central inteligente	Bloqueo automático al conducir, Desbloqueo automático al parar, Control central en el vehículo				
32	Modo de ahorro de energía ECO	/ Disponible				
33	Ajuste eléctrico del espejo retrovisor	/ Disponible				
34	Luces diurnas LED	Disponible				
35	Carga en 20GP / 40GP	02/ 04	02/ 04	02-abr	02-abr	02-abr
TOTAL		\$ 10, 000				

Fuente: Propia.

8.3.- Fuentes de información

BIBLIOGRAFÍA

- Blázquez, L. (2021). *Sistema de frenado regenerativo: ¿Cómo funciona esta tecnología?* Obtenido de <https://noticias.coches.com/consejos/frenado-regenerativo-que-es-y-como-functiona/434350>
- De la Vega, D. (2023). *¿Qué es y cómo funciona la frenada regenerativa?* Obtenido de <https://revista.dgt.es/es/motor/tecnologia-seguridad/2023/0314-VAD-Sistemas-recuperacion-energia-frenada.shtml>
- GAP. (2024). *Frenado regenerativo (o recuperación de energía)*. Obtenido de <https://www.e-gap.com/es/glossario/frenado-regenerativo-o-recuperacion-de-energia/>
- Garcia, C. V. (2019). *DESARROLLO TECNOLÓGICO EN INGENIERÍA AUTOMOTRIZ*. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/16900/1/Desarrollo%20tecnológico%20en%20ingeniería%20automotriz.pdf>
- Honda. (2024). *¿Qué es el freno regenerativo y cómo funciona?* Obtenido de <https://www.honda.es/hondadreams/2022/01/25/que-es-el-freno-regenerativo-y-como-functiona/>
- KIA. (2024). *¿Cómo funciona el frenado regenerativo en los autos híbridos?* Obtenido de <https://www.kia.com/pe/util/news/funcionamiento-frenado-regenerativo-autos-hibridos.html>
- Martínez, M. (2023). *qué es la frenada regenerativa y cómo funciona*. Obtenido de <https://www.renault.es/blog/tecno-tendencias/que-es-frenada-regenerativa-como-functiona.html>
- Méndez, C. A. (2019). *Diseño del Sistema de Freno Regenerativo de Automóviles Híbridos*.
- Sernauto. (2021). *Avances tecnológicos para reducir las emisiones*. Obtenido de <https://www.sernauto.es/blog/avances-tecnologicos-para-reducir-las-emisiones/>

Generación: 2025-05-10 / 18:48:52

Periodo: MARZO 2025 - SEPTIEMBRE 2025

ESTUDIO DE PERFIL DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

CARRERA: TECNOLOGIA SUPERIOR EN ELECTRICIDAD (RE)

FECHA DE PRESENTACIÓN:		
	03	02
	DÍA	MES
		AÑO
APELLIDOS Y NOMBRES DEL EGRESADO:		
MURILLO CHUGÑAY CRISTIAN PAUL		
TÍTULO DEL PROYECTO:		
Estudio de la eficiencia de frenado regenerativo en el vehículo eléctrico y su impacto en el rendimiento energético		
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:	CUMPLE	NO CUMPLE
- OBSERVACIÓN Y DESCRIPCIÓN	☒	☐
- ANÁLISIS	☒	☐
- DELIMITACIÓN	☒	☐
- FORMULACIÓN DEL PROBLEMA CIENTÍFICO	☒	☐
- FORMULACIÓN PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	☒	☐
PLANTEAMIENTO DE OBJETIVOS:		
GENERALES:		
REFLEJA LOS CAMBIOS QUE SE ESPERA LOGRAR CON LA INTERVENCIÓN DEL PROYECTO:		
SI	☒	NO ☐
ESPECÍFICOS:		
GUARDA RELACIÓN CON EL OBJETIVO GENERAL PLANTEADO:		
SI	☒	NO ☐
JUSTIFICACIÓN:	CUMPLE	NO CUMPLE

IMPORTANCIA Y ACTUALIDAD	☒	☐
BENEFICIARIOS	☒	☐
FACTIBILIDAD	☒	☐
MARCO TEÓRICO:		
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	SI	NO
DESCRIBE EL PROYECTO A REALIZAR	☒	☐
TEMARIO TENTATIVO:	CUMPLE	NO CUMPLE
ANTECEDENTES, FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	☒	☐
ANÁLISIS Y SOLUCIONES PARA EL PROYECTO	☒	☐
APLICACIÓN DE SOLUCIONES	☒	☐
EVALUACIÓN DE LAS SOLUCIONES	☒	☐
TIPO DE INVESTIGACIÓN PLANTEADA OBSERVACIONES:		
MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN UTILIZADOS: OBSERVACIONES:		

CRONOGRAMA:

OBSERVACIONES:

FUENTES DE INFORMACIÓN:

RECURSOS:	CUMPLE	NO CUMPLE
HUMANOS	☒	☐
ECONÓMICOS	☒	☐
MATERIALES	☒	☐

PERFIL DE PROYECTO DE GRADO:

ACEPTADO: ☒

NO ACEPTADO: ☐

el diseño de investigación por las siguientes razones:

a)

b)

c)

ESTUDIO REALIZADO POR EL ASESOR:

NOMBRE Y FIRMA DEL ASESOR:

Ing. FREDDY ESTUARDO TAMAYO GUZMAN


27 04 2025
DÍA MES AÑO

FECHA DE ENTREGA DE INFORME