

	INSTITUTO SUPERIOR UNIVERSITARIO CENTRAL TÉCNICO	VERSIÓN: 2.1
	MACROPROCESO: 01 FORMACIÓN	ELABORACIÓN: v. 04.06.2021
	PROCESO: 03 TITULACIÓN	ÚLTIMA REVISIÓN: v. 04.06.2021
Código: FOR.F031.09	01 TRABAJO DE TITULACIÓN PROYECTO TECNOLÓGICO / PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	
REGISTRO	FORMATO ARTICULO CIENTIFICO	

INSTITUTO SUPERIOR UNIVERSITARIO CENTRAL TÉCNICO



CARRERA DE MECÁNICA AUTOMOTRIZ

TEMA:

ANÁLISIS, DIAGNÓSTICO Y RESOLUCIÓN DEL FALLO P1A30 EN GESTIÓN DE
OPERACIÓN DE LA BATERIA HV.

PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE TECNÓLOGO EN
MECÁNICA AUTOMOTRIZ

MATAVAY PULLATAXI JIMMY STEVE
CATUCUAMBA SÁNCHEZ KEVIN JOEL

Asesora:

ING. ISABEL VELASCO



QUITO, 6 DE MAYO DEL 2022

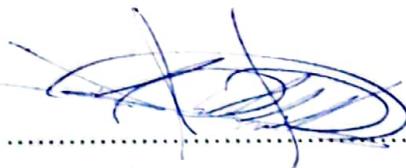
© Instituto Superior Universitario Central Técnico (2022).

Reservados todos los derechos de reproducción

DECLARACIÓN

Yo Kevin Joel Catucuamba Sánchez, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

El Instituto Superior Tecnológico Central Técnico puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.



Kevin Joel Catucuamba Sánchez

DECLARACIÓN

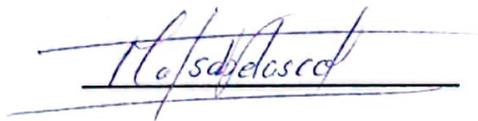
Yo Jimmy Steve Matavay Pullataxi, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

El Instituto Superior Tecnológico Central Técnico puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.


.....
Jimmy Steve Matavay Pullataxi

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Kevin Catucuamba y Jimmy Matavay, bajo mi supervisión.

A handwritten signature in blue ink, which appears to read 'Isabel Velasco', is written over a horizontal line. The signature is stylized and cursive.

Ing. Isabel Velasco
TUTORA DE PROYECTO

AUSPICIO / AGRADECIMIENTOS ESPECIALES

Agradezco al Instituto Superior Universitario Central Técnico por permitirme realizar mis estudios de tercer nivel en prestigiosa institución para poder cursar la carrera de mecánica automotriz.

A todos los ingenieros docentes del Instituto Superior Universitario Central Técnico, que me han brindado su sabiduría, apoyo y conocimiento, ayudándome en mi crecimiento tanto personal como profesional.

Un agradecimiento especial para la ingeniera, docente y tutora María Isabel Velasco Chávez, quién nos guio de la mejor manera en todo este trayecto de investigación, por brindarnos su tiempo y sabiduría para poder culminar de manera adecuada este proyecto.

Kevin Joel Catucuamba Sánchez

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por ser fundamental y ser mi guía en todo el transcurso de mi vida; brindándome ánimo, paciencia y sabiduría para cumplir con todos mis objetivos propuestos a lo largo de mi vida.

A mis abuelitos, por ser mi apoyo, mi pilar, mi luz y mi guía en toda mi vida, quiénes me criaron como si fuese un hijo más, pese a problemas e inconvenientes que se han presentado a lo largo de mi vida, siempre me regalaron su amor incondicional.

A mi padre, quién es un consejero excepcional en mi vida, supo guiarme, cuidarme y salvaguardar mi integridad en todo momento desde el momento en que tengo memoria, hasta el día de hoy.

A mi madre, hermanos y familia por su paciencia, enseñanzas, motivación y apoyo que me han regalado día tras día, para enseñarme a ver de una manera diferente la vida y que debo luchar por lo que amo.

Y finalmente, a mi mascota Lentejita, quien estuvo conmigo desde hace ya 8 años y en este último trayecto de mi vida estuvo acompañándome todas las noches, madrugadas mientras realizaba esta investigación.

“Mientras yo siga en pie, seguiré luchando”

Jimmy Steve Matavay Pullataxi

AGRADECIMIENTO

Agradezco en primer lugar a Dios por guiarme, cuidarme, regalarme sabiduría, salud y vida para poder seguir adelante, cumpliendo mis sueños y metas que tengo trazadas para mi futuro.

A mi familia que es mi fuerza para seguir adelante con su apoyo moral, motivándome a que no debo rendirme.

De igual manera agradezco a los ingenieros y educadores de la prestigiosa Institución Superior Universitario Central Técnico, a impartir conocimientos sobre la carrera, pero sobre todo se da las gracias por formarnos a los estudiantes primero como personas y después como buenos profesionales.

Kevin Joel Catucuamba Sánchez

DEDICATORIA

A Dios por haberme dado la vida, permitirme llegar hasta este momento tan importante de mi formación personal como profesional y haberme guiado por el buen camino, brindándome fuerzas para ir cumpliendo con cada una de las metas que tengo trazadas sin dar un paso atrás.

A mis abuelitos que me brindaron apoyo incondicional, amor, cuidado y apoyo desde que tengo memoria, que me permitieron formarme como hombre, como persona y como un buen ciudadano con valores.

A mis padres, hermanos y familia por siempre creer en mí, darme la confianza para seguir adelante sin desmayar, siendo mi gran apoyo emocional durante todo este trayecto.

Jimmy Steve Matavay Pullataxi

DEDICATORIA

A mis papás y hermanos, por su tiempo y paciencia porque nunca dudaron de mi capacidad de llegar a ser un profesional, siempre fueron un gran apoyo emocional y económico.

A mis abuelitos, que partieron de esta tierra, sé que ellos se sienten orgullosos de mí, su nieto, que en momentos de desvelo y en noches llenas de oscuridad siempre me cuidaron y protegieron.

A mis familiares, fuente de inspiración para prepararme académicamente, debido a que, la mayoría de ellos lo consiguió, me han incentivado a seguir sus pasos.

A mis amigos y compañeros, por regalarme momentos de alegría al convivir en las aulas y por compartir conmigo la vida estudiantil.

Kevin Joel Catucuamba Sanchez

ANALYSIS, DIAGNOSTICS AND RESOLUTION OF THE P1A30 FAULT IN THE HV BATTERY OPERATION MANAGEMENT.

ANÁLISIS, DIAGNÓSTICO Y RESOLUCIÓN DEL FALLO P1A30 EN GESTIÓN DE OPERACIÓN DE LA BATERIA HV.

Catucumbamba Sánchez Kevin ¹ Matavay Pullataxi Jimmy ² Velasco Chávez Isabel ³

¹ Instituto Superior Universitario Central Técnico, Quito Ecuador

E-mail: salvadorcatu36@hotmail.com

² Instituto Superior Universitario Central Técnico, Quito Ecuador

E-mail: matavay17@gmail.com

³ Instituto Superior Universitario Central Técnico, Quito Ecuador

E-mail: mvelasco@istct.edu.ec

1. RESUMEN

A través de los años se ha dado a conocer el funcionamiento interno de las baterías de alto voltaje (HV) y el consumo excesivo de energía ha sido un problema grave tanto para los propietarios de los vehículos como para los técnicos automotrices, por lo tanto, el objetivo central de la investigación es brindar un diagnóstico y resolución acertada para mejorar el rendimiento de energía y carga, brindando un mejor servicio de confort a los clientes.

Una de las nuevas tecnologías para conocer el funcionamiento interno de las baterías de alto voltaje es el módulo de diagnóstico y reparación de baterías de alto voltaje Car-Train, que se basa en la toma de datos de voltaje, resistencia y generación de códigos de fallas en la batería HV en tiempo real, que se podrán visualizar en cada una de las

celdas de trabajo en gestión de operación del sistema híbrido, y mediante su aplicación LabSoft que permite realizar un correcto diagnóstico detallando la variación de voltaje en las celdas de trabajo en diferentes tipos de calzada, cuando se aplica el código de falla P1A30. Además, al realizar este proyecto de investigación se utilizará un enfoque mixto, el cuál es una mezcla entre características cuantitativas como cualitativas, debido a que es una investigación con características descriptivas, observación del comportamiento de la batería HV en varios campos de aplicación y diferentes variables como el voltaje de cada celda, el tipo de calzada y la velocidad.

Para el resultado final, el módulo de diagnóstico y reparación de baterías de alto

voltaje Car-Train simulará el código de falla P1A30 para identificar la variación de voltaje en las celdas de trabajo y dar los mantenimientos respectivos conforme indique la guía del fabricante del vehículo, debido a que, el módulo de diagnóstico Car-Train permite activar y desactivar la falla automáticamente por medio de la computadora que contiene el programa LabSoft. Además se recomienda realizar el estudio de dicho código de falla en diferentes vehículos híbridos dentro del mercado automotor, principalmente en la marca Toyota, en su modelo Prius, puesto que este tiene mayor auge de comercio en Latinoamérica.

Palabras clave.- Híbridos, códigos de fallas, P1A30, alto voltaje, nuevas tecnologías, Car-Train, estado de carga, calzada, velocidades.

2. ABSTRACT

Through the years, the inner workings of high-voltage batteries (HV) have become known and excessive power consumption has been a serious problem for both vehicle owners and automotive technicians, therefore, the central objective of the research is to provide accurate diagnosis and resolution to improve power and charging performance, providing better comfort service to customers.

A new technology to know the inner workings of high-voltage batteries is the Car-Train high-voltage battery diagnostic and repair module, which is based on voltage data collection, resistance and fault code generation in the HV battery in real time, which can be displayed in each of the work cells in the hybrid system operation management, and through its LabSoft application that allows a correct diagnosis detailing the voltage variation in the work cells in different types of roadway, when the fault code P1A30 is applied. In addition, this research project will use a mixed approach, which is a mixture of quantitative and qualitative characteristics, because it is a research with descriptive characteristics, observation of the behavior of the HV battery in various fields of application and different variables such as the voltage of each cell, the type of roadway and speed.

For the final result, the Car-Train high-voltage battery diagnostic and repair module will simulate the P1A30 fault code to identify the voltage variation in the work cells and give the respective maintenance according to the vehicle manufacturer's guide, because the Car-Train diagnostic module allows to activate and deactivate the fault by means of the computer that contains the LabSoft program. It is also recommended to study this failure code in different hybrid vehicles in the automotive market, mainly in the Toyota brand, in its Prius model, since this has the largest trade boom in Latin America.

Key words: Hybrids, fault codes, P1A30, high voltage, new technologies, Car-Train, state of charge, roadway, and speeds.

3. INTRODUCCIÓN

El módulo de diagnóstico y reparación de baterías de alto voltaje Car-Train es un equipo didáctico que permite que los estudiantes del Instituto Superior Universitario Central Técnico (ISUCT) puedan realizar diferentes prácticas y simulaciones de diferentes averías internas de la batería HV como por ejemplo el diagnóstico de los códigos de falla (DTC) mediante la manipulación de las celdas de batería de alto voltaje Ion/Litio en donde se podrán realizar mediciones de datos en tiempo real para analizar y dar soluciones de manera eficaz y eficiente.

En el Ecuador, existe escasa información acerca de las baterías de alto voltaje (HV) de vehículos híbridos o eléctricos, puesto que los técnicos automotrices no cuentan con manuales de diagnóstico o manuales de mantenimientos preventivos y correctivos, debido a que en el sector automotriz el país sufre de un retraso tecnológico e investigativo acerca de estos sistemas innovadores, encontrando dificultades al momento de realizar pruebas, diagnósticos y mediciones de valores (voltaje, amperaje y resistencia) para verificar el estado de la batería HV. La pregunta central de la presente investigación es ¿Cuál es el correcto análisis y diagnóstico del código de falla P1A30 en gestión de operación de la batería HV para hallar su respectiva solución?

El objetivo central de la investigación es observar la variación de voltajes de las celdas de la batería HV cuando estas se encuentran en óptimas condiciones y cuando se genera el código de falla P1A30 en gestión de operación mediante la obtención de datos reales, de esta manera se desarrollara diferentes pruebas en el módulo CAR-TRAIN de tal forma que se aportará información innovadora para futuras investigaciones.

4. BATERÍA DE ALTO VOLTAJE (HIGH VOLTAGE)

Las baterías de alto voltaje son parte vital de vehículos eléctricos e híbridos para su funcionamiento, debido a que estas almacenan la energía necesaria para hacer funcionar de manera adecuada a los motores eléctricos. Este tipo de baterías disponen de diferentes tamaños, pesos, ubicaciones y densidad energética, debido a que cada fabricante otorga diferentes prestaciones y tamaños a los vehículos, entre otros factores. (Espinosa, Germán, & Luis, 2017)



Figura 1: Batería de alto voltaje.
Fuente: Auto Avance, 2020

4.1. SOC (STATE OF CHARGE)

El autor (Gao, Zhang, Zhang, & Li, 2017) menciona que: el SOC (State of Charge) o estado de carga de la batería es esencial en el funcionamiento debido a que este parámetro nos indica el nivel de carga que tiene, y viene expuesto como porcentaje en relación de la capacidad total de energía que tiene esta batería. (Gao, Zhang, Zhang, & Li, 2017)

4.2. BATERÍA DE ALTO VOLTAJE DE ION/LITIO

Este tipo de baterías HV se caracterizan por tener varias ventajas esenciales que son muy aprovechables en el campo automotor. La organización (Auto Avance, 2020) menciona que: este tipo de baterías son livianas, conservan su carga incluso si no están siendo usadas en un tiempo prolongado y no demandan de un mantenimiento frecuente, tomando la consideración de que este tipo de baterías necesitan ser reemplazadas cada 2 o 3 años para que el vehículo híbrido o eléctrico (en este caso el módulo CAR-TRAIN) funcione a plena capacidad. (Auto Avance, 2020)

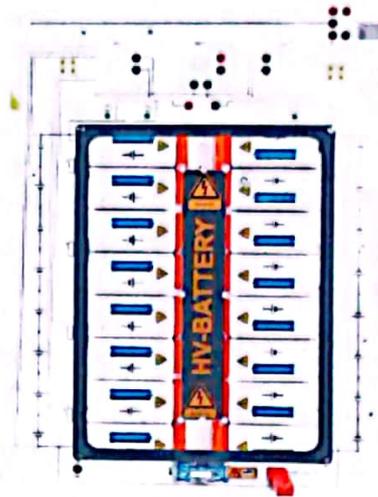


Figura 2: Batería HV Car-Train.
Fuente: Propia.

4.3. FUNCIONAMIENTO DE LA BATERÍA HV (ALTO VOLTAJE)

Al momento de impulsar un vehículo por medio de electricidad es necesario generar y transportar cantidades enormes de energía, por lo que, la batería de alto voltaje es la encargada de suministrar esta energía eléctrica al inversor (módulo de potencia), para que sea transformada de voltaje continuo a voltaje alterno y a su vez sea distribuida a los dos respectivos moto/generadores (MG1/MG2). (Iván, 2020)

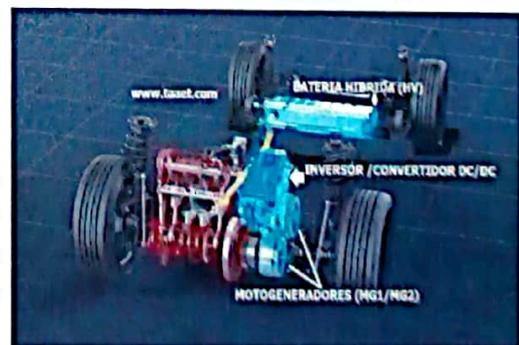


Figura 3: Funcionamiento de la batería HV en un vehículo híbrido.
Fuente: Chávez, 2020

4.4. MÓDULO DE DIAGNÓSTICO Y REPARACIÓN CAR-TRAIN

El módulo práctico Car-Train es la herramienta principal para desarrollar la presente investigación, debido a que con este módulo se puede simular códigos de avería, y mediante los conectores o el aplicativo de LabSoft utilizar el multímetro automotriz para realizar diferentes tipos de mediciones, como el voltaje de cada una de las celdas de trabajo de la batería HV en diferentes tipos de calzada y aplicando diferentes velocidades. Además, existe un manual de cómo utilizar el módulo Car-Train de manera adecuada para sacar el máximo provecho a esta herramienta, y así mediante el análisis de datos reales diagnosticar las fallas y falencias que tendrán los componentes internos de la batería HV a corto y largo plazo.

4.5. VOLTAJE DE LAS CELDAS DE LA BATERÍA HV CAR-TRAIN

En el módulo didáctico CAR-TRAIN se encuentran 16 celdas de trabajo de la batería HV, cada una de estas tienen un voltaje individual de 3,6 voltios, debido a que es una batería de ion-litio, las cuáles se encuentran conectadas en serie para producir aproximadamente 58 voltios totales, cabe recalcar que este voltaje será producido si la batería HV este en óptimas condiciones y sin presentar ningún código de falla, debido a que si existe un código DTC (Diagnostic

Trouble Code) el voltaje de las celdas variaría, produciendo ineficiencia y desgaste excesivo de energía cuando se esté realizando un sobre esfuerzo en el módulo de trabajo.

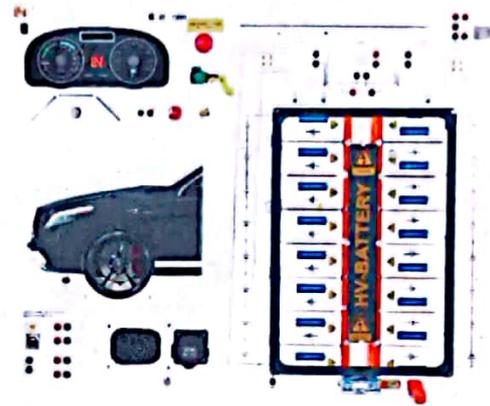


Figura 4: Módulo de diagnóstico y reparación Car-Train

Fuente: Propia.

4.6. CÓDIGO DE FALLA P1A30

El código de falla P1A30 hace referencia a la caída de tensión en la celda de trabajo 6 al momento de realizar un sobre esfuerzo en el vehículo híbrido; además, cuando este código de falla está presente el consumo de energía de la batería es excesivo y al momento de encontrarse en su estado de carga solo se utiliza el 50% de capacidad para poder recargarse, por ende esta avería se hace presente cuando el módulo Car-Train simula que se encuentra en una pendiente a baja velocidad, activando el check de HV FAULT que se muestra en el tablero del módulo.

5. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. MATERIALES

Para la presente investigación se utilizó el módulo didáctico Car-Train "Reparación y diagnóstico de una batería HV" en donde se generó una simulación de código de falla P1A30 mediante la manipulación de este módulo, además, los materiales usados en esta simulación fueron la computadora que contenía el aplicativo LabSoft, multímetro automotriz, voltímetro y cables de alta tensión.

5.2. MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN

El método utilizado es un enfoque mixto, el cuál es una mezcla entre características cuantitativas como cualitativas, debido a que es un estudio con características descriptivas, incluyendo la observación del comportamiento de la batería HV en varios campos de aplicación y diferentes variables como el voltaje de cada celda, el tipo de calzada y la velocidad los cuáles nos dan como resultado datos cualitativos y cuantitativos. En la presente investigación se lleva a cabo el análisis, diagnóstico y resolución del código de falla P1A30 en gestión de la batería HV para tener una solución efectiva de este DTC mediante la simulación en el equipo didáctico Car-Train para prolongar la vida útil de la batería HV y realizar los mantenimientos adecuados.

6. RESULTADOS

6.1. RESULTADOS OBTENIDOS DE LA BATERÍA HV EN ÓPTIMAS CONDICIONES.

Cuando el auto se encuentra apagado el voltaje de la BMS 1 y BMS 2 es cero debido a que el auto está en estado de reposo; además, el SOC de igual manera se encuentra en cero. Debido a esto se realiza la siguiente prueba que es en estado KOEO.

Tabla 1
Voltaje en momento KOEO (Key Engine On)
(Llave contacto)

CELDAS	BMS2	BMS1	CELDAS	SOC%
SLOT16	3,60	3,61	SLOT1	100%
SLOT15	3,60	3,61	SLOT2	TOTAL
SLOT14	3,60	3,61	SLOT3	58V
SLOT13	3,60	3,61	SLOT4	
SLOT12	3,60	3,61	SLOT5	
SLOT11	3,60	3,61	SLOT6	
SLOT10	3,60	3,61	SLOT7	
SLOT9	3,60	3,61	SLOT8	

Fuente: Propia.

Cuando el vehículo no presenta códigos de avería, cada celda de la batería de alto voltaje se mantiene en 3,59 a 3.60 voltios.

Tabla 2
Valores de voltaje de las celdas en ralentí.

CELDAS	BMS2	BMS1	CELDAS	SOC%
SLOT16	3,59	3,61	SLOT1	100%
SLOT15	3,60	3,61	SLOT2	TOTAL
SLOT14	3,60	3,61	SLOT3	58V
SLOT13	3,60	3,61	SLOT4	
SLOT12	3,60	3,61	SLOT5	
SLOT11	3,60	3,61	SLOT6	
SLOT10	3,60	3,61	SLOT7	
SLOT9	3,59	3,61	SLOT8	

Fuente: Propia.

El estado de carga (SOC) de la batería HV es del cien por ciento y en cada celda se obtiene un margen de variación de voltaje entre 3.60 a 3.61 voltios por consiguiente, el voltaje total de toda la batería es de 58 voltios, además como no presenta ningún trabajo la batería HV, el SOC no tiene descarga de energía.

Tabla 3
Valores del voltaje cuando situamos el vehículo en subida. (Primera y segunda marcha).

CELDAS	BMS2	BMS1	CELDAS	SOC%
SLOT16	3,35	3,37	SLOT1	88%
SLOT15	3,37	3,39	SLOT2	TOTAL
SLOT14	3,36	3,36	SLOT3	52V
SLOT13	3,37	3,36	SLOT4	
SLOT12	3,35	3,38	SLOT5	
SLOT11	3,37	3,38	SLOT6	
SLOT10	3,37	3,37	SLOT7	
SLOT9	3,35	3,37	SLOT8	

Fuente: Propia.

Se observa una caída de tensión en todas las celdas debido a que en estado KOEO y en estado ralentí el voltaje se mantiene entre 3.59V a 3.61V, y en estado de trabajo (subida) el voltaje de las celdas varía entre 3.27V a 3.33V debido a que la batería por situarse en una cuesta tiene que trabajar al 100%, así la descarga del SOC es más notoria, se detecta que el porcentaje de carga de la batería baja del 100% al 88%, por ende, la carga total también disminuye de 58 voltios a 52 voltios.

Tabla 4
Valores del voltaje en una superficie plana (Tercera Marcha).

CELDAS	BMS2	BMS1	CELDAS	SOC%
SLOT16	3,35	3,37	SLOT1	80%
SLOT15	3,37	3,39	SLOT2	TOTAL
SLOT14	3,36	3,36	SLOT3	53V
SLOT13	3,37	3,36	SLOT4	
SLOT12	3,35	3,38	SLOT5	
SLOT11	3,37	3,38	SLOT6	
SLOT10	3,37	3,37	SLOT7	
SLOT9	3,35	3,37	SLOT8	

Fuente: Propia.

Cuando en el módulo Car-Train se indica que el vehículo circula por una superficie plana la descarga de la batería se reduce al 60%, por ende el voltaje de la BMS1 y la BMS2 subirá con respecto a cada celda, por consiguiente, la caída de tensión de la batería HV no es tan amplia y se deduce que en tercera marcha ayuda a reducir el consumo de SOC%

Tabla 5
Valores de voltaje de las celdas cuando se encuentran en plano (Tercera Marcha).

CELDAS	BMS2	BMS1	CELDAS	SOC%
SLOT16	3,71	3,72	SLOT1	83% A 86%
SLOT15	3,72	3,73	SLOT2	TOTAL
SLOT14	3,71	3,73	SLOT3	62V
SLOT13	3,71	3,72	SLOT4	
SLOT12	3,72	3,72	SLOT5	
SLOT11	3,71	3,72	SLOT6	
SLOT10	3,71	3,73	SLOT7	
SLOT9	3,72	3,72	SLOT8	

Fuente: Propia.

Al momento del cambio de marcha a tercera el consumo de descarga de la batería HV es cero, quiere decir que el voltaje es constante y puede llegar a un punto donde empieza a recargarse la batería HV, el porcentaje SOC permanece constante.

Tabla 6
Valores de voltaje de las celdas cuando se encuentran en bajada (Cuarta Marcha).

CELDAS	BMS2	BMS1	CELDAS	SOC%
SLOT16	3,68	3,69	SLOT1	79% A 83%
SLOT15	3,69	3,69	SLOT2	TOTAL
SLOT14	3,67	3,70	SLOT3	59V
SLOT13	3,67	3,70	SLOT4	
SLOT12	3,68	3,69	SLOT5	
SLOT11	3,68	3,70	SLOT6	
SLOT10	3,68	3,69	SLOT7	
SLOT9	3,68	3,69	SLOT8	

Fuente: Propia

Cuando se encuentra en una superficie de bajada se obtiene el 0% de consumo del estado de carga de la batería de manera que inicia un ciclo de carga, también se aprecia que a partir del voltaje individual de cada celda tiende a recargarse y recuperar su voltaje, finalmente el SOC tiende a subir hasta llegar al 100%.

Tabla 7
Valores de voltaje de las celdas cuando se encuentran en Bajada (Quinta Marcha)

CELDAS	BMS2	BMS1	CELDAS	SOC%
SLOT16	3,50	3,52	SLOT1	79% A 85%
SLOT15	3,51	3,53	SLOT2	TOTAL
SLOT14	3,51	3,52	SLOT3	56V
SLOT13	3,51	3,52	SLOT4	
SLOT12	3,51	3,52	SLOT5	
SLOT11	3,51	3,53	SLOT6	
SLOT10	3,	3,53	SLOT7	
SLOT9	3,72	3,52	SLOT8	

Fuente: Propia.

7. RESULTADOS OBTENIDOS DE LA BATERÍA HV CON EL CÓDIGO DE FALLA P1A30.

Prueba de la falla P1A30 en la celda número 6 respecto a la caída de voltaje.

7.1. CUANDO SE ENCUENTRA EN HV-READY O ESTADO CONTACTO (KOE0).

El voltaje se encuentra elevado en la celda 6 con 4 15 voltios con respecto a las demás, de manera que, el led indicador comienza a

palpitar debido a la falla producida por el simulador.

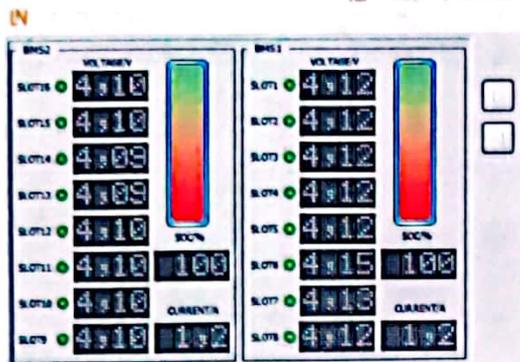


Figura 5: Voltaje de la celda 6 de 4.15 voltios.
Fuente: Propia.

El SOC (State of charge) (Estado de carga) está en el 100% de capacidad, no existe ninguna variación con respecto al estado de carga, el voltaje de la celda 6 disminuyó a 3.98 voltios en comparación de las demás celdas.

7.2. RESULTADOS CUANDO SE ENCUENTRA CUESTA ARRIBA EN UNA PENDIENTE O EN PRIMERA MARCHA.

En primer instancia, se detecta que en el tablero del simulador se enciende el check de HV FAULT, asumiendo que se encuentra el código de falla P1A30, además el consumo de SOC es excesivamente alto en comparación cuando la batería HV se encuentra en óptimas condiciones, esto se debe que exigencia de trabajo que demanda la batería de alto voltaje es visible. El SOC se encuentra en 92%.

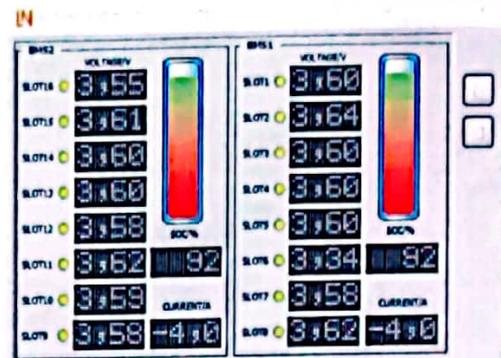


Figura 6: Voltaje de la celda 6 bajo 3.34 voltios
Fuente: Propia.

Conforme pasa el tiempo, el SOC sigue disminuyendo rápidamente por lo tanto tiende a perder eficiencia en el consumo de batería para cumplir su función.

7.3. ANÁLISIS EN EL MOMENTO QUE SE ENCUENTRA EN SEGUNDA MARCHA Y SOBRE UN TERRENO PLANO.

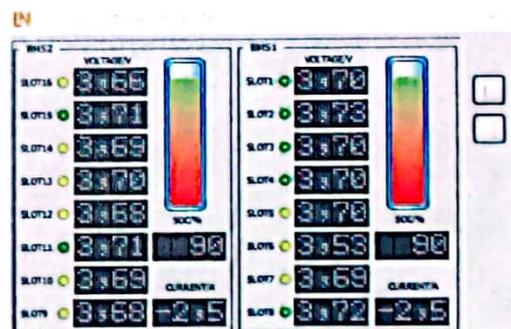


Figura 7: Recuperación de voltaje celda 6 a 3.53 voltios.
Fuente: Propia.

El SOC es de 90%, la caída de tensión en la celda 6 es de 3.69 a 3.53 voltios y en las demás celdas oscila entre el 3.69 al 3.71 voltios. El consumo de batería es del 80% y no del 100% y la apreciación del check de HV FAULT sigue vigente en el tablero. Después de unos instantes de que el SOC indica el 90% disminuyó a un 85%, se puede decir que el

consumo del SOC es menor debido a que es un terreno plano y la batería no hace tanto esfuerzo como en primera marcha.

7.4. ANÁLISIS EN DESPLAZAMIENTO SIN PAR MOTOR O EN TERCERA MARCHA.

El SOC está en 85%, la caída de tensión de la celda 6 se reguló conjuntamente con las demás, ya no existe una variación demasiada grande, tiene 3.84 voltios, el check del HV FAULT se apagó y el consumo de la batería es 0%, es decir, que cuando la batería HV (alto voltaje) no realiza esfuerzo alguno, esta falla no se activa y el consumo del SOC es casi nulo.

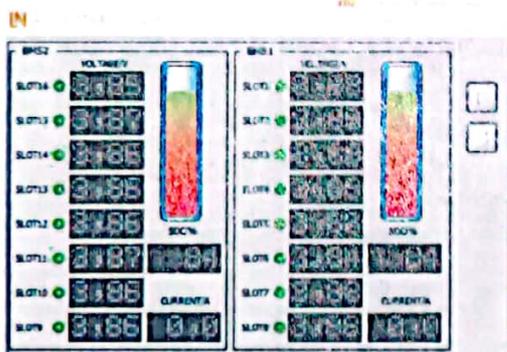


Figura 9: Recuperación de voltaje de la celda 6 a 3.84 voltios
Fuente: Propia.

7.5. ANÁLISIS CUANDO EL VEHÍCULO SE ENCUENTRA EN MODO RECUPERACIÓN O CUARTA MARCHA.

El SOC se mantiene en 84% pero debido a que desciende, comienza la etapa de carga, a su 50% de capacidad, continuamente pasa el tiempo y la batería HV comienza a cargar, el voltaje de la celda 6 aumentó a 4.11 voltios y

tiene una ligera variación en comparación con las demás. El SOC aumentó a 86%, el HV FAULT sigue apagado y la celda 6 tiene una ligera variación de 4.14 voltios.

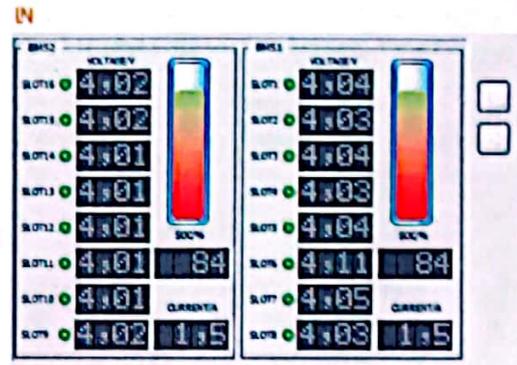


Figura 10: Recuperación de voltaje de la celda 6.
Fuente: Propia.

7.6. ANÁLISIS CUANDO SE ENCUENTRA EN QUINTA MARCHA O AUMENTO DE RECUPERACIÓN EN UNA PENDIENTE DESCENDENTE.

El SOC aumenta al 88%, debido a la falla presente, la capacidad de carga no se encuentra al 100% y solo trabaja al 50%, por ende el tiempo de recarga de la batería HV es menor, además el voltaje de la celda 6 es de 4.15 voltios y en el tablero no aparece el HV FAULT. Luego de unos instantes el SOC aumentó a 90%, el voltaje de la celda 6 sufrió una caída de tensión al igual que las otras celdas, igualando y oscilando su voltaje entre el 3.98 al 4.02 voltios.

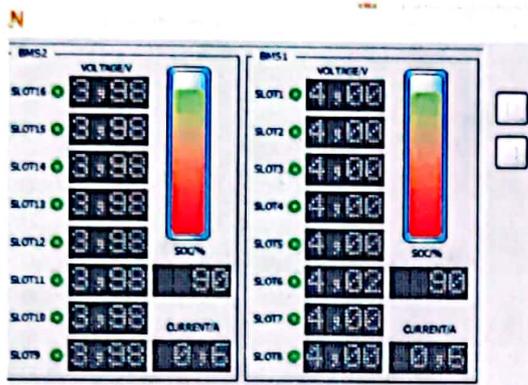


Figura 11: Carga de BMS1 Y BMS 2 mediante los frenos regenerativos del módulo.
Fuente: Propia.

8. CONCLUSIONES

Con los resultados obtenidos en el módulo de diagnóstico y reparación de baterías de alto voltaje Car-Train, se concluye que las celdas de la batería HV tienen un voltaje estandarizado entre los 3.60 a 3.61 voltios, y el SOC (estado de carga) es del 100%, manteniendo una descarga regulada según el estado de funcionamiento. Al contrario, que cuando se genera el código de falla P1A30 se observa una elevación de tensión en la celda afectada de 4.10 a 4.15 voltios, en este caso la celda número 6 presentaría un daño y el SOC tendrá una descarga irregular, más rápido de lo normal, teniendo un problema de eficiencia.

El módulo de diagnóstico facilita el análisis del código de falla mediante diferentes perfiles de calzadas y conducción, como por ejemplo de primera a quinta marcha y si se circula por un terreno plano, una cuesta o una bajada. De manera que se concluye que en primera marcha y en la condición de

terreno de subida, es donde más déficit de voltaje va a tener con respecto a otros panoramas, la batería de alto voltaje tendrá un trabajo forzado y desgaste más acelerado, peor aun cuando se tiene el código de falla P1A30, se puntúa el rendimiento en carga y descarga de la batería HV (SOC), también se ve afectada la parte de tensiones de las celdas, de manera que se observa caída de tensiones notorias.

Gracias al módulo Car-Train se obtiene herramientas de diagnóstico como la lectura de códigos de falla mediante el scanner automotriz que es la principal herramienta que permite la lectura de fallos electrónicos, que al momento de apreciar el indicador azul conocido como CHECK o en este caso CHECK HV FAULT (comprobar fallo en la batería de alto voltaje). Se puede decir que el scanner automotriz es la herramienta principal para diagnosticar uno o varios problemas en la batería de alto voltaje, como por ejemplo en este caso el código de falla P1A30, de los cuales pueden ser interpretados mediante la guía técnica del fabricante del vehículo.

Para la resolución del código de falla P1A30, se concluye que se deben realizar mantenimientos conforme indique la guía del fabricante del vehículo, como por ejemplo algunos fabricantes de Ford, Chevrolet mencionan que se debe comprobar la conexión del arnés del módulo de control, medir las resistencias de los sensores de la

batería HV, entre otros, debido a que, el módulo de diagnóstico Car-Train permite activar y desactivar la falla automáticamente por medio de la computadora que contiene el programa LabSoft, por ende, el objetivo principal de la investigación es el régimen de rendimiento de la batería de alto voltaje.

9. RECOMENDACIONES

Se recomienda que para realizar el estudio de dicho código de falla, se apliquen más estudios en diferentes vehículos híbridos que estén dentro del mercado ecuatoriano principalmente en la marca Toyota, en su modelo más emblemático híbrido que es el Prius, ya que dicho modelo tiene mayor auge de comercio de Latinoamérica.

Para el desarrollo del diagnóstico del código de falla P1A30 de la batería de alto voltaje es necesario tener herramientas o instrumentos de medición electrónica como por ejemplo el scanner automotriz o el osciloscopio automotriz para poder observar de mejor manera las variaciones de voltaje con respecto a la condición de funcionamiento del módulo Car-Train.

Para la parte práctica de esta investigación de simulación eléctrica de alto voltaje es importante mantener los equipos de protección personal (EPP) de seguridad y determinar el correcto procedimiento mediante la lectura de los manuales técnicos, como en este caso sería LabSoft de Lucas

Nulle para salvaguardar la integridad de los investigadores.

En el país la innovación automotriz en vehículos eléctricos e híbridos no es tan clara, por tal razón se propone que se realicen cursos internacionales con convenios estudiantiles para entender de mejor manera la solución con respecto a códigos de falla planteados como en este caso la P1A30 y así formar mejores técnicos profesionales para el campo laboral automotriz.

10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Camacás Tenganán., Jhonson Omar. (2020). Implementación de un dispositivo de diagnóstico para módulos de batería de vehículos híbridos y eléctricos. Facultad de ingeniería en ciencias aplicadas. UTN. Ibarra.

Curtis Anderson, J. A. (2010). Electric and Hybrid Cars. McFarland. Ecoelectric Battery. (23 de 05 de 2017). Ecoelectric Battery. Obtenido de: <http://ecoelectricbattery.com/1/post/2017/05/modelos-de-vehiculos-hibridos-guia.html>.

Jeréz Mayorga, D. A., Puente Moromenacho, E. G., & Ayala Ortiz, E. A. (2018, Ago., 06) Análisis del proceso de recuperación de la batería de alta tensión del vehículo Toyota Highlander Híbrido. Obtenido de: <https://doi.org/10.33890/innova.v3.n8.2018.808>

Bastidas Tello., Luis Daniel. (2021). Análisis de rendimiento, eficiencia, y vida de servicio de una batería reacondicionada del vehículo TOYOTA PRIUS xw20. Facultad de Mecánica Automotriz. UIDE. Quito. 131p.

Tesis (Licenciado en Electromecánica Automotriz), Universidad San Francisco de Quito, Colegio de Ciencias e Ingenierías; Quito, Ecuador, 2018

Mora Martín, A. (2015). Estudio para la reutilización de baterías de coches eléctricos en segunda vida para nuevas funciones.

Iza Tobar, H. H., & Pozo Gordillo, E. M. (2017). Estudio de la incidencia de la carga en la equalización de los packs de baterías de alta tensión de vehículos híbridos para estimar la durabilidad, rendimiento y pos uso (Masters tesis, Quito, 2017.).

Gómez Hernández, F. O. (2018). Análisis del proceso de recuperación de baterías de alta tensión del Kia optima híbrido a partir del Charger Research (Bachelor's thesis, GUAYAQUIL/UIDE/2018).

Alarcón Ochoa, J. A., & Tirado Ortega, E. J. (2017). Diseño y construcción del sistema de refrigeración para la batería de un vehículo formula SAE eléctrico (Bachelor's thesis).

Saavedra Guarderas, J. A., & Sibri Lazo, J. G. (2018) Análisis del comportamiento de baterías usadas en vehículos híbridos durante el proceso de recuperación (Bachelor's thesis).

Escobar Leinberger, D. A. (2018). Estudio del Funcionamiento del Conjunto de Baterías del Toyota Prius C Híbrido (Bachelor's thesis, GUAYAQUIL/UIDE/2018).

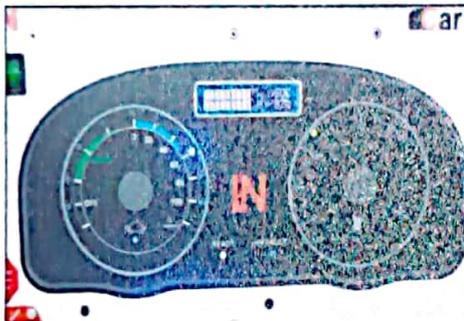
Barros Calderón, Ángel Vicente. 2015. Estudio y análisis de la operación del inversor del vehículo Híbrido Toyota Prius A. Facultad de Ingeniería Mecánica Automotriz. UIDE. Quito. 98p.

Chong Terán, Yuver Fernando. (2018). Análisis de la batería de alta tensión del Toyota Prius 4G. Facultad de Mecánica Automotriz. UIDE. Guayaquil. 88p.

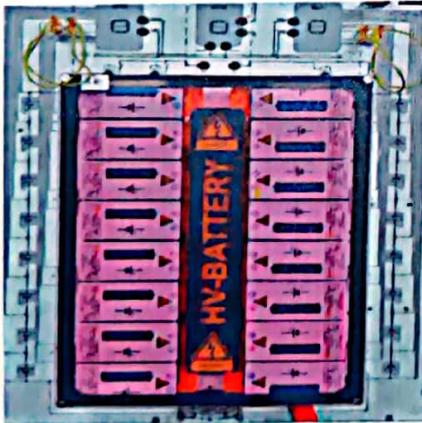
11. ANEXOS



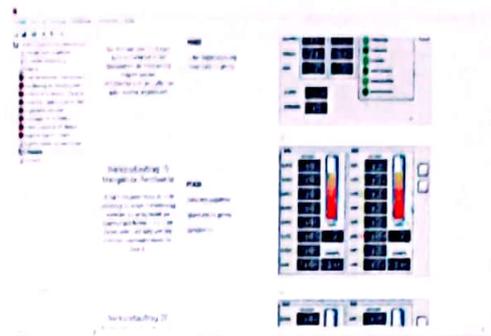
ANEXO 1: Módulo diagnóstico y reparación de batería de alto voltaje (CAR-TRAIN).
Fuente: (Propia, 2022)



ANEXO 2: Cuadro combinado de instrumentos.
Fuente: (Propia, 2022)



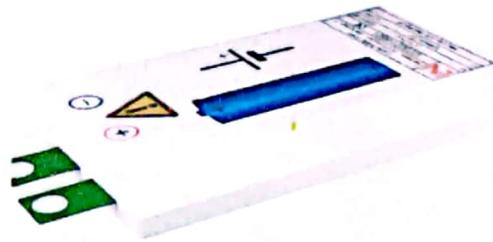
ANEXO 3: Batería de alto voltaje con 16 celdas.
Fuente: (Propia, 2022)



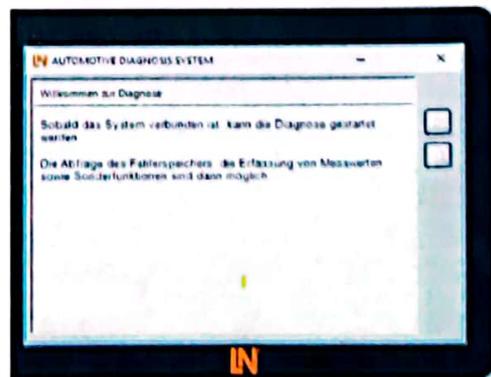
ANEXO 4: Guía LUCAS-NULLE.
Fuente: (Propia, 2022)



ANEXO 5: Flujos de energía.
Fuente: (Propia, 2022)



ANEXO 6: Célula de la batería de alto voltaje.
Fuente: (Propia, 2022)



Anexo 7: Sistema de diagnóstico LUCAS-NULLE.
Fuente: (Propia, 2022)