



PERFIL DE PLAN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Quito – Ecuador, marzo del 2022

PROPUESTA DEL PLAN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.

Tema de Proyecto de Investigación:

Estudio de condiciones de la variación de voltaje en el inversor a diferente estado de carga (HV) en modo booster en terrenos planos en un vehículo híbrido mixto

Apellidos y nombres del/los estudiantes:

Fonseca macas Jonathan Enrique
Benitez Tuarez Brando Joel

Carrera:

Tecnología Superior en Mecánica Automotriz

Fecha de presentación:

Quito, 15 de marzo del 2022

.....
Firma del Director del Trabajo de Investigación

1.- Tema de investigación

Estudio de condiciones de la variación de voltaje en el inversor a diferente estado de carga (HV) en modo booster en terrenos planos en un vehículo híbrido mixto.

2.- Problema de investigación

El constante desarrollo de nuevas tecnologías que permitan a los seres humanos conseguir medios energéticos más eficientes y menos contaminantes para el medio ambiente involucra una amplia y extensa investigación en todos los campos de la industria con la finalidad de disminuir el impacto ambiental.

El sector automotriz es el campo en el cual se han desarrollado mayores cambios en relación al tiempo, desde la aparición de los primeros vehículos los cuales eran de combustión interna utilizando derivados del petróleo hasta la nueva generación de vehículos híbridos a partir del año 2006. Se analizará los avances que ha desarrollado el área automotriz con la finalidad de mejorar la eficiencia vehicular sin descuidar el confort y cómo ha aplicado este conocimiento en el vehículo híbrido, nos enfocaremos en la tecnología del vehículo que hace posible el flujo de corriente entre los distintos estados de carga, basándose en el estudio de los elementos que hace posible la regulación, elevación y el aprovechamiento de la energía entre los distintos sistemas del vehículo híbrido

El funcionamiento del sistema híbrido se basa en principios básicos de una transmisión automática, claro está que en el caso del híbrido no se limita solo a utilizarla para sincronizar cambios sino ya es parte de la conexión de fuerzas propulsoras del vehículo, esto lo realiza mediante un sistema de engranajes planetario el cual permite manejar altos torques y establecer una fácil conexión.

Teniendo en cuenta la limitada información sobre esta tecnología, mediante una investigación profunda nos permitirá de esta manera tener un medio tangible que facilite la comprensión y capacitación de esta nueva tecnología.

2.1.- Definición y diagnóstico del problema de investigación

Todo motor eléctrico a síncrono ya sea trifásico o monofásico tiene o debería tener una placa de datos característica. El fabricante del motor proporciona a través de esta placa, información referente a la marca, modelo, serie, geometría (frame), potencia mecánica, velocidad. Referente a la información eléctrica que debería inscribirse, destaca el voltaje y la frecuencia de alimentación (V/f). En función de la potencia de diseño, estos parámetros eléctricos (V/f), marcan la pauta para el desarrollo de otros como lo son corriente, factor de

potencia, velocidad, torque, eficiencia, entre otros.

Si bien es cierto el fabricante del motor indica un voltaje nominal (deseado), el voltaje de alimentación disponible en la red puede “diferir” o no ajustarse a lo indicado en la placa de datos. La normativa NEMA sugiere que esta variación no exceda el $\pm 10\%$, y la normativa de la IEC el $\pm 5\%$.

El “voltaje de alimentación diferido” puede deberse a causas externas o internas, o combinación de ambas. Como causa externa se tiene el voltaje de alimentación que proporciona la compañía eléctrica, ante esta situación debe plantearse el debido reclamo para que sea corregido. Como causa interna, se atribuye muchas veces a diseños eléctricos deficientes, un crecimiento desordenado de la instalación y falsos contactos en elementos de seccionamiento y conmutación como en disyuntores, contactores, fusibles.

2.2.- Preguntas de investigación

¿Cuáles son los sistemas involucrados en la transformación de voltaje en diferentes estados de carga?

¿Cuáles son los factores involucrados en la protección y control del inversor durante su funcionamiento?

¿De qué forma el inversor aprovecha el funcionamiento mecánico del Motor Generador durante el modo booster en terrenos planos?

¿Qué resultados obtendremos durante las pruebas de diagnósticos y simulaciones en el laboratorio?

3.-Objetivos de la investigación

3.1.- Objetivo General

Analizar las condiciones de variación de voltaje en el inversor a diferentes cargas en modo booster en terreno plano en un vehículo híbrido mixto, mediante una investigación que explorativa, para tener un conocimiento profundo y concreto que nos ayudará analizar el estado del vehículo.

3.2.- Objetivos Específicos

- Conocer cuáles son los sistemas electrónicos involucrados que permiten la transformación de voltaje en diferentes estados de carga del vehículo híbrido.
- Comprender el proceso de la transformación de energía generada por los motores generadores durante el vehículo procede a estar en modo booster.
- Realizar pruebas de diagnóstico, desempeño y análisis de funcionamiento del Inversor.
- Documentar la guía práctica del funcionamiento del inversor con fines pedagógicos e institucionales.

4.- Justificación

Este proyecto de investigación, acerca del funcionamiento del Inversor del vehículo híbrido, con fin de aportar un documento de consulta y un modelo didáctico - práctico, lo que facilitará el proceso de enseñanza - aprendizaje, se decidió realizar un trabajo de carácter investigativo y así poder determinar los parámetros de funcionamiento y determinar un procedimiento para realizar diagnósticos y averías de carácter pedagógico.

Se realizará un estudio de carácter exploratorio utilizando referencias bibliográficas. Se realizó una búsqueda de información en manuales, libros y revistas disponibles para el autor. También se procedió a realizar prácticas de funcionamiento e interpretación de datos durante la fase de pruebas, los resultados obtenidos durante las pruebas y prácticas realizadas en el laboratorio con el objetivo de realizar un manual de carácter pedagógico para futuros trabajos en clase o explicación del tema incluyendo diagramas eléctricos y análisis de resultados.

5.- Estado del Arte

Los componentes que analizaremos son aquellos que están relacionados con el inversor, y aquellos elementos que están contenidos dentro del inversor. Con esta investigación podremos describir las partes internas y su funcionamiento, muchos de los componentes que estudiaremos están destinados al manejo de tensiones elevadas y operan bajo el control de la Unidad de Control Híbrida, la cual gobierna las funciones del Inversor y es capaz de generar los DTC en caso de alguna falla.

- **Inversor**

“El inversor administra el flujo de corriente entre la batería de alto voltaje y los motores eléctricos MG1 y MG2, además tiene un convertidor integrado que envía parte de la corriente al sistema de batería convencional de 12 V” (Vicente, 2015).

El inversor se encarga de convertir los 201.6 voltios de la batería principal en 201.6 voltios de corriente alterna y luego los eleva hasta alcanzar una tensión de 500 voltios para alimentar los motores eléctricos. Dentro de las funciones adicionales, este componente se encarga de alimentar el motor generador para el sistema de aire acondicionado y para el sistema convencional de 12 voltios. El circuito interno del inversor se encuentra dividido en dos partes: una encargada de manejar el funcionamiento de los Motores Generadores y la otra maneja el motor del Aire Acondicionado y el conversor DC-DC para la batería de accesorios de 12V. La primera parte contiene una fuente elevadora de tensión que trabaja a partir de los 220 V aproximadamente hasta conseguir una tensión de 500V aproximadamente y la segunda opera con una tensión de 220 V. (Vicente, 2015)

Junto con el MG1 (motor generador 1) y el MG2 (motor generador 2), el inversor es enfriador por el radiador exclusivo que está separado del sistema convencional de enfriamiento del vehículo. En caso de una colisión del vehículo, el disyuntor del circuito instalado en el inversor, detecta una señal de colisión para detener el funcionamiento del sistema (Vicente, 2015).

- **Batería de alta tensión.**

Para el funcionamiento del vehículo híbrido es necesario que en momentos los motores-generadores sean accionados empleando la energía almacenada, esta carga se encuentra en la batería de alta tensión, la cual en carga nominal posee un mínimo de 201.6 V. Todo paquete suministra tensión en conjunto al inversor, este recibe la carga en condiciones específicas como accionamiento de MG1 o mediante MG2 en el denominado freno regenerativo. La batería de alta tensión es de Níquel e Hidruro metálico, esta batería solo se recarga con el generador, al que impulsa el motor térmico cuando el vehículo requiera cargar las baterías o mayor potencia. No posee ningún otro tipo de conexión a otro sistema de carga (Vicente, 2015).

- **Condensadores del circuito inversor.**

En la etapa de potencia, recarga de batería de alta tensión o manipulación de MG1 y MG2, están involucrados los condensadores, estos se encuentran dispuestos en un paquete estable y de un manejo importante de potencia y disipación (Vicente, 2015).

- **Elevador de tensión (booster).**

Está compuesto por un reactor y un módulo denominado IPM (Integrated Power Module – módulo de alimentación integrado) dentro del cual se encuentran dos transistores IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor – transistor bipolar de compuerta aislada) los cuales efectúan el control de conmutación, el reactor almacena la energía. Empleando ambos elementos el convertidor eleva la tensión. Dentro de las funciones específicas de este componente se encuentran: o Permitir el paso de tensión hacia la batería de alta tensión en el momento en que los moto-generador trabajen como generadores durante el frenado regenerativo. o Crear con el reactor una fuente switch que eleve la tensión y mantenga el control de los moto-generadores. (Vicente, 2015)

El módulo IPM (Integrated Power Module – módulo de alimentación integrado) y el reactor son elementos importantes para elevar la tensión. La tensión generada de 500 V a la salida del módulo cuenta con un circuito RC (resistencia condensadora) encargado de estabilizar y descargar el condensador cuando las baterías se encuentran desconectadas. Cuando MG1 y MG2 (moto-generadores) actúan como generadores, el inversor convierte la corriente alterna (fluctúa entre 201 a 500 V) generada por uno de ellos a corriente continua, en esta situación el convertidor de elevación de tensión la reduce a 201.6 V y se envía a la batería de alta tensión. (Vicente, 2015)

- **FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA HYBRID SYNERGY DRIVE (HSD)**

“El sistema Hybrid Synergy Drive (HSD) es el nombre que le dio Toyota al sistema de propulsión híbrida que combina dos motores eléctricos con un motor de gasolina de 1.8 litros” (Hugo, 2016).

- **Aceleración Inicial o puesta en marcha**

Durante la aceleración inicial y a bajas revoluciones, utiliza energía de la batería para mover el vehículo, en este caso solo el MG2 impulsa el vehículo, cuando el nivel de energía es bajo utiliza el motor de combustión interna para dar potencia al generador

(MG1) y recargar la batería HV (Hugo, 2016).

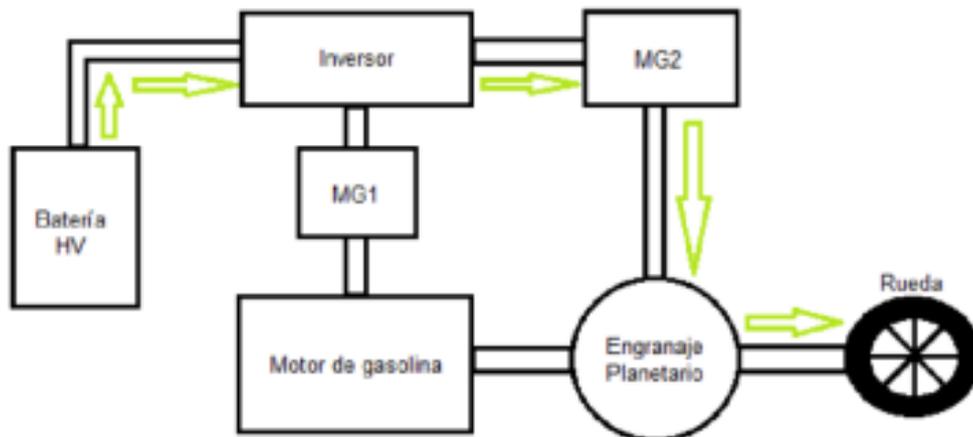


Figura 1. Funcionamiento del Hybrid Synergy Drive en aceleración inicial

- **Conducción Normal**

Al momento de conducir en condiciones normales ósea una vez de que el vehículo salga de la inercia y este tomando velocidad, el motor de combustión interna es impulsado para su encendido por el generador MG1 y el motor convencional pasa a ser la principal fuente de energía transmitiendo su potencia directamente a las ruedas, el generador (MG1) también trabaja como generador alimentando el motor eléctrico (MG2), el Hybrid Synergy Drive siempre trata de mantener la relación óptima entre la potencia de ambos motores para la disminución de gases emitidos y el ahorro de combustible del vehículo (Hugo, 2016).

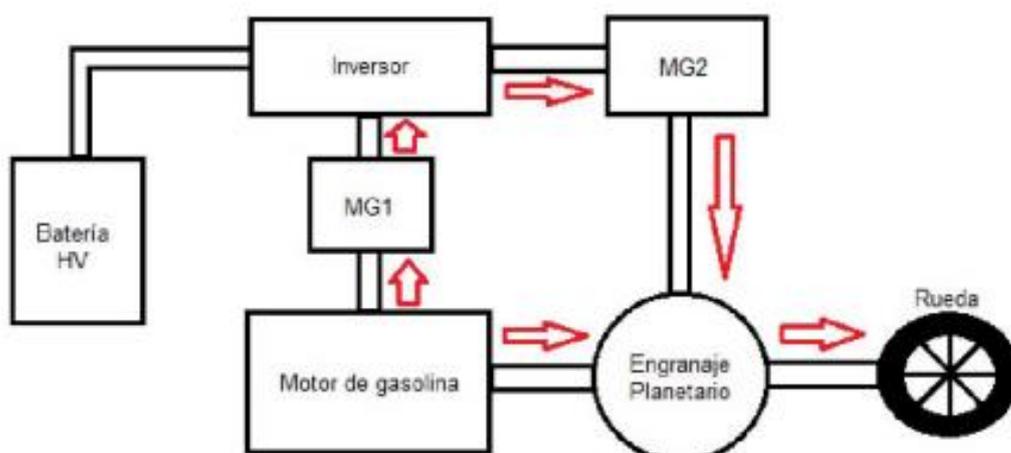


Figura 2. Funcionamiento del Hybrid Synergy Drive en conducción normal.

Durante una conducción normal y a velocidades comprendidas entre 30 y 80 km/h, el motor de combustión se pone en marcha y suministra potencia a las ruedas. En estas circunstancias el moto - generador MG2 funciona también como motor eléctrico suministrando una potencia adicional a las ruedas. (Cevallos, 2020)

En este modo de funcionamiento, el moto - generador MG1 se enciende y gira en la misma dirección que el motor de combustión, por lo que funciona como un generador de corriente, que proporciona energía al moto - generador MG2. A esta energía que le proporciona el MG1 se le suma la energía que proviene de la batería de alto voltaje HV, por lo cual, el MG2 dispone de la energía suficiente para ayudar en la propulsión del vehículo. Por tanto, cuando se conduce en condiciones normales y a un rango de velocidades entre 30 y 80 km/h, el motor de combustión está funcionando, y la energía que proporciona se divide en dos partes: una para el accionamiento de las ruedas, y otra para el accionamiento del moto - generador MG1 para generar electricidad. Es misión de la unidad de control electrónica controlar y distribuir esta energía, de manera que se consiga la máxima eficiencia en el funcionamiento del vehículo (Cevallos, 2020).

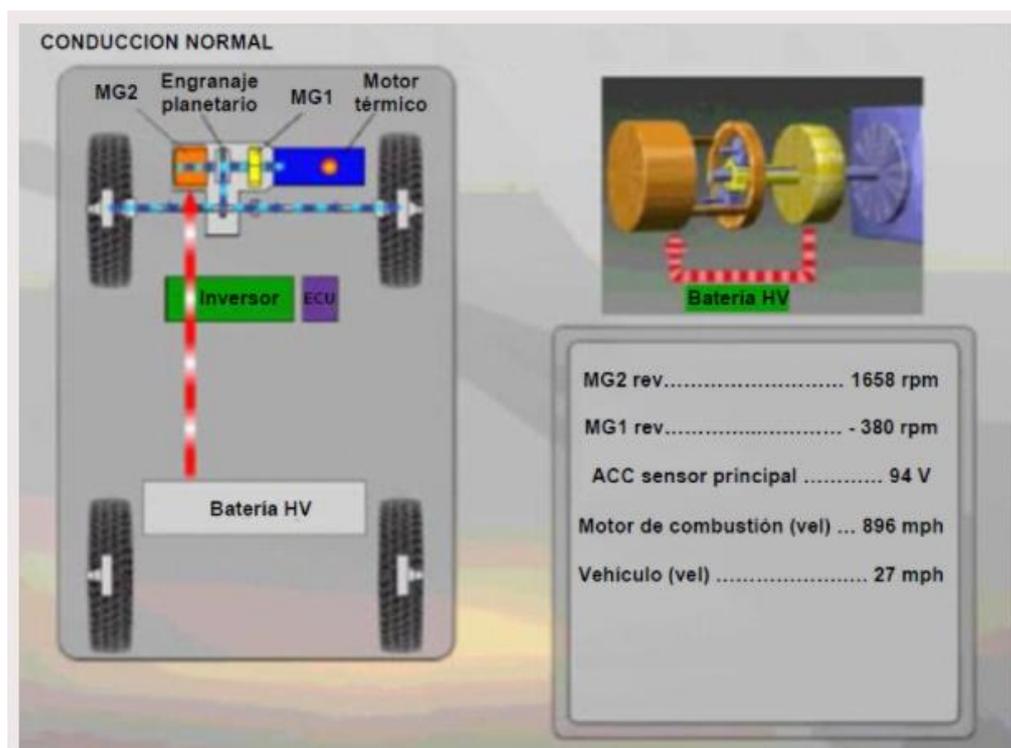


Figura 3. Conducción normal

- **Aceleración fuerte**

Al tratar de rebasar o acelerar de golpe para subir una cuesta se combinan las fuentes en el cual el motor eléctrico (MG2), alimentado simultáneamente por el generador (MG1) y la batería HV, trabaja conjunto con el motor de combustión interna apoyándolo para lograr proporcionar la máxima potencia al vehículo (Hugo, 2016).

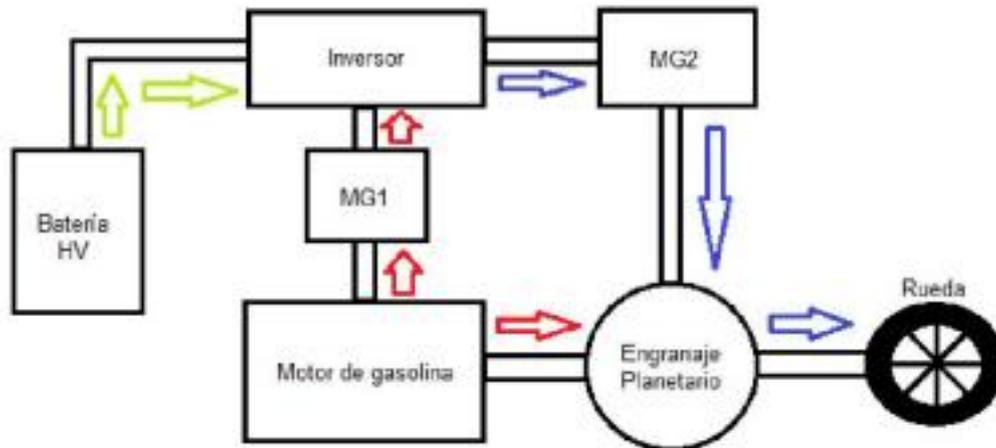


Figura 4. Funcionamiento del Hybrid Synergy Drive en aceleración fuerte

“Al pisarse al máximo el pedal del acelerador, o cuando el vehículo circule a grandes velocidades (por encima de los 120 km/h), la potencia entregada por el moto - generador MG2 complementa a la que proporciona el motor de combustión” (Cevallos, 2020).

En estas circunstancias, la batería de alto voltaje HV suministra la corriente necesaria para que el motor - generador MG2 funcione como motor eléctrico que ayuda a propulsar las ruedas. Por otro lado, el moto - generador MG1 también recibe energía de la batería de alto voltaje HV y gira en sentido inverso al motor de combustión, para provocar así una relación de sobremarcha para alcanzar altas velocidades (Cevallos, 2020).

Por tanto, durante momentos de máxima aceleración o circulando a altas velocidades, la potencia es proporcionada por el motor de combustión y el moto - generador MG1, que es la misma que extrae de la batería. El par de fuerza producido por el motor de combustión y el producido por el moto - generador MG2 proporcionan la potencia necesaria para acelerar al máximo el vehículo (Cevallos, 2020).

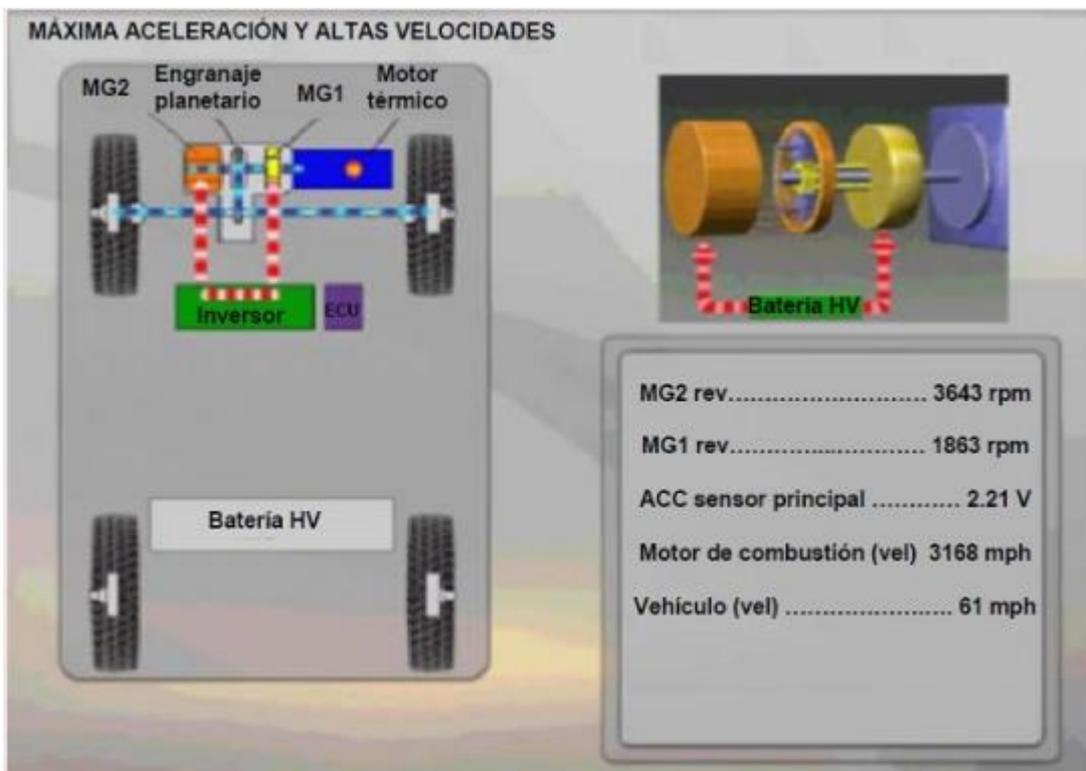


Figura 5. Máxima aceleración y altas velocidades

- **Desaceleración y frenado**

Al dejar de acelerar y luego pisar el pedal del freno, el motor eléctrico (MG2) se convierte en generador y comienza a cargar la batería HV, mientras tanto, con la palanca de cambios en posición D, el motor de combustión interna se apaga para no consumir combustible, pero con la palanca de cambios en posición B el motor de combustión interna gira para dar freno motor y dar un apoyo extra a la batería HV con una carga más efectiva (Hugo, 2016).

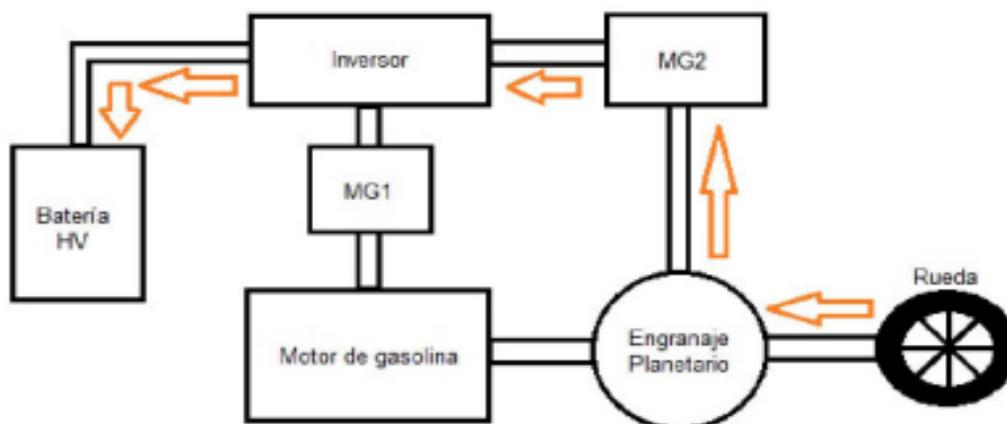


Figura 6. Funcionamiento del Hybrid Synergy Drive en desaceleración y frenado

En el momento de pisar el pedal del freno, el moto - generador MG2 pasa a funcionar como un generador de corriente, que gira gracias a la acción de las ruedas. La corriente que va generando el moto - generador MG2 se conduce hacia la batería de alto voltaje para su recarga. Este proceso es lo que se conoce como freno regenerativo (Cevallos, 2020).

Como en este proceso el vehículo se desacelera, el motor de combustión no hace falta y se apaga. Por otro lado, el moto - generador MG1 gira en reversa para mantener la relación de transmisión. Como se ve, al pisar el pie del freno, la mayor fuerza de frenado proviene de la resistencia que ofrece el freno regenerativo y de la fuerza necesaria para hacer girar el moto - generador 2 al funcionar como generador de corriente. Por tanto, esto supone hacer un menor uso de las pastillas y discos de freno, lo que hace aumentar su durabilidad (Cevallos, 2020).

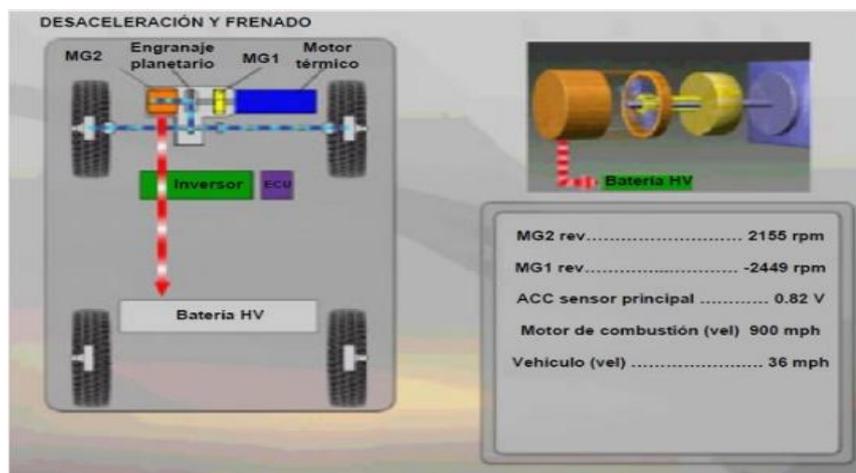


Figura 7. Desaceleración y frenado

6.- Temario Tentativo

- Voltaje
- Corriente de plena carga
- Corriente de arranque
- Incremento de temperatura
- Factor de potencia
- Eficiencia
- Torque de arranque

- Velocidad sincrónica
- Velocidad mecánica
- Porcentaje de deslizamiento
- Efecto sobre el toque
- Efecto sobre la velocidad
- Efecto sobre el deslizamiento
- Efecto sobre la corriente de plena carga
- Efecto sobre la corriente de arranque
- Efecto sobre el factor de potencia
- Efecto sobre la eficiencia

7.- Diseño de la investigación

7.1.- Tipo de investigación

El tipo de investigación que se utilizara es Exploratoria, ya que nos ayudará a estudiar y analizar las condiciones de la variación de voltaje en el inversor a diferente estado de carga en un vehículo híbrido mixto, por lo que se lleva a cabo para comprenderlo mejor, pero sin proporcionar resultar concluyentes.

En esta investigación hacemos un análisis general donde se presenta la justificación del porqué es importante realizar un análisis del sistema inversor del vehículo híbrido, los componentes involucrados en el funcionamiento, y el importante aporte que se realizaría a la sociedad automotriz y a los estudiantes del "ISUCT" especialmente a la carrera de mecánica automotriz, la metodología que se siguió para su estudio.

7.2. Fuentes

En el presente informe de investigación se tiene como fuente primaria el "Módulo de CarTrain", como fuentes secundarias se tiene libros, artículos científicos y tesis, además de las especificaciones técnicas sobre el vehículo híbrido y como adicional se tomará en cuenta las referencias bibliográficas. Además de la guía y coordinación por parte de los Ingenieros de la Carrera de Mecánica Automotriz.

7.3.- Métodos de investigación

En la presente investigación se utilizará el método inductivo que nos ayudará a compilar y entender las variaciones de voltaje en el inversor a diferentes cargas en altas velocidades en terreno plano en un vehículo híbrido mixto, para conocer cómo trabaja el inversor en los diferentes voltajes cual nos ayudará a tener un mejor conocimiento sobre el inversor en un vehículo híbrido mixto.

7.4.- Técnicas de recolección de la información

En esta investigación usaremos las técnicas de recolección de información, debido a que este es un mecanismo fundamental que permitirá una solución a los problemas planteados, con el fin de encontrar la información requerida de acuerdo al objetivo planteado.

Se determinó las técnicas:

Oculares: Se investigo de manera visual, actividades de verificación, recolección de diferentes indicios, mediante la utilización del Módulo de CarTrain, permitiendo la información seleccionada del vehículo híbrido, de una previa indagación de los movimientos, flujos, del entorno de exploración.

Se implementó las técnicas oculares como:

- Observación.
- Comparación o confrontación.
- Revisión selectiva
- Rastreo.

Documentales: Se recopiló registros físicos como evidencia de afirmaciones, investigaciones realizadas, las cuales fueron:

- Comprobación.
- Revisión analítica.

Escritas: Se presento la información relevante para respaldar los hallazgos del trabajo realizado. Se aplico de la siguiente manera:

- Análisis.
- Conciliación.
- Confirmación.
- Cálculo.

| Id | N° Actividades | Comienzo | Fin | 4 oct '21 | | 8 nov '21 | | 13 dic '21 | | 17 ene '22 | | 21 feb '22 | | 28 mar '22 | | 2 may '22 | |
|----|--|-------------|-------------|-----------|---|-----------|---|------------|---|------------|---|------------|---|------------|---|-----------|---|
| | | | | X | V | D | M | J | S | L | X | V | D | M | J | S | L |
| 14 | Informe de artículos científicos aprobados a vicerrectorado. | vie 15/4/22 | lun 18/4/22 | | | | | | | | | | | | | | |
| 15 | Defensas públicas de proyectos de investigación. | mar 19/4/22 | jue 21/4/22 | | | | | | | | | | | | | | |
| 16 | Entrega de la matriz con el consolidado de las notas de las actas de calificación de grado por parte de directores de carrera a secretaría general y documentación digital a vicerrectorado. | vie 22/4/22 | lun 25/4/22 | | | | | | | | | | | | | | |
| 17 | Ceremonia | mar 26/4/22 | lun 2/5/22 | | | | | | | | | | | | | | |

8.2.- Recursos y materiales

- Referencias bibliográficas
- Programa Labsoft
- Interfaz de comunicación

8.2.1.-Talento humano

Tabla 1.

| Nº | Participantes | Rol a desempeñar en el proyecto | Carrera |
|----|--------------------------------|---------------------------------|---------------------|
| 1 | Jonathan Enrique Fonseca Macas | Investigador | Mecánica Automotriz |
| 2 | Brando Joel Benitez Tuárez | Investigador | Mecánica Automotriz |

Fuente: Propia.

8.2.2.- Materiales

Tabla 2.

| Ítem | Recursos Materiales requeridos |
|------|--------------------------------|
| 1 | Mandil |
| 2 | Vehículo Audi Q5 |

| | |
|---|--------------------------|
| 3 | Interfaz de comunicación |
| 4 | Módulo de CarTrain |

Fuente: Propia.

8.2.3.-Económicos

Inversión AXXIS SOLUCIONES \$1102.78

8.3.- Fuentes de información

BIBLIOGRAFÍA.

Acosta, E. (2013). *repositorio*. Obtenido de UIDE:
<https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/149/1/T-UIDE-0146.pdf>

Cevallos, J. (Enero de 2020). *ingemecanica*. Obtenido de ingemecanica:
<https://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn136.html>

Garita, J. (2022). *Hidro Asesores*. Obtenido de vyphidroasesores:
<https://www.vyphidroasesores.com/el-efecto-de-la-variacion-del-voltaje-en-los-motores-electricos/>

Hugo, V. (Enero de 2016). *Repositorio*. Obtenido de UTE:
http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/14074/1/64929_1.pdf

Meneses, A. (18 de Mayo de 2018). *Repositorio*. Obtenido de USFQ:
<https://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/7237/1/137746.pdf>

ORTEGA, I. (Diciembre de 2013). *dspace*. Obtenido de UPS:
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/6348/7/UPS-KT00800.pdf>

Vicente, A. (Agosto de 2015). *Repositorio*. Obtenido de UIDE:
<https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/841/1/T-UIDE-17.pdf>

CARRERA: MECÁNICA AUTOMOTRIZ

FECHA DE PRESENTACIÓN: 19 de marzo del 2022

APELLIDOS Y NOMBRES DEL / LOS EGRESADOS:

Fonseca Macas Jonathan Enrique
 Benitez Tuárez Brando Joel

TÍTULO DEL PROYECTO:

Estudio de condiciones de la variación de voltaje en el inversor a diferente estado de carga (HV) en modo booster

en terrenos planos en un vehículo híbrido mixto.

ÁREA DE INVESTIGACIÓN:

Electrotecnia, Electrónica Informática Aplicada

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

- Automatización de sistema automotrices
- Adaptación de simuladores y aplicativos Automotrices

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**DE INVESTIGACIÓN:**

● OBSERVACIÓN Y DESCRIPCIÓN

CUMPLE

NO CUMPLE

● ANÁLISIS

● DELIMITACIÓN.

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

MARCO TEÓRICO:SI
CUMPLENO
NO CUMPLE

TEMA DE INVESTIGACIÓN.

JUSTIFICACIÓN.

ESTADO DEL ARTE.

TEMARIO TENTATIVO.

DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.

MARCO ADMINISTRATIVO.

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 INVESTIGACIÓN

Aceptado

Negado

el diseño de investigación por las siguientes razones:

a)

.....

b)

.....

c)

.....

ESTUDIO REALIZADO POR EL DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:

.....

Director: Ing. Eduardo Ávila

19-03-2022