



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS – ESPE

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA

TEMA: “Procesos de operación, diagnóstico y mantenimiento de motores-generadores utilizados en propulsión eléctrica”.

AUTORES:

- Morillo Regalado, Josué Alejandro
- Ulcuango Mármol, Rogger Ricardo

DIRECTOR:

- Ing. Erazo Laverde, Washington German, MSc.



"La mayor gloria no es no caer nunca, sino levantarse siempre" (Nelson Mandela)



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACION PARA LA EXCELENCIA

CONTENIDO

1 Antecedentes

2 Planteamiento del Problema

3 Descripción del proyecto

4 Objetivos

5 Marco Teórico

6 Justificación e importancia

7 Protocolo del proceso de operación, diagnóstico y mantenimiento de motores generadores de vehículos híbridos y eléctricos.

8 Conclusiones

9 Recomendaciones



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

ANTECEDENTES



La movilidad eléctrica ha experimentado un crecimiento significativo en las últimas décadas debido a su impacto en la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y la búsqueda de alternativas más sostenibles en el transporte.



En el siglo XXI, la preocupación por el cambio climático y la dependencia de los combustibles fósiles ha impulsado un renacimiento de movilidad eléctrica. La conciencia ambiental y los avances en la infraestructura de carga han contribuido al crecimiento de los vehículos eléctricos en todo el mundo.



En el siglo XXI, con el resurgimiento de la movilidad eléctrica, se han desarrollado motores y generadores altamente eficientes y avanzados para vehículos eléctricos y híbridos.



Los motores y generadores utilizados en la movilidad eléctrica tienen una historia que se remonta a los primeros desarrollos de la tecnología eléctrica.



PLANTAMIENTO DEL PROBLEMA

**Procesos de
operación, diagnóstico
y mantenimiento de
motores-generadores
utilizados en
propulsión eléctrica**

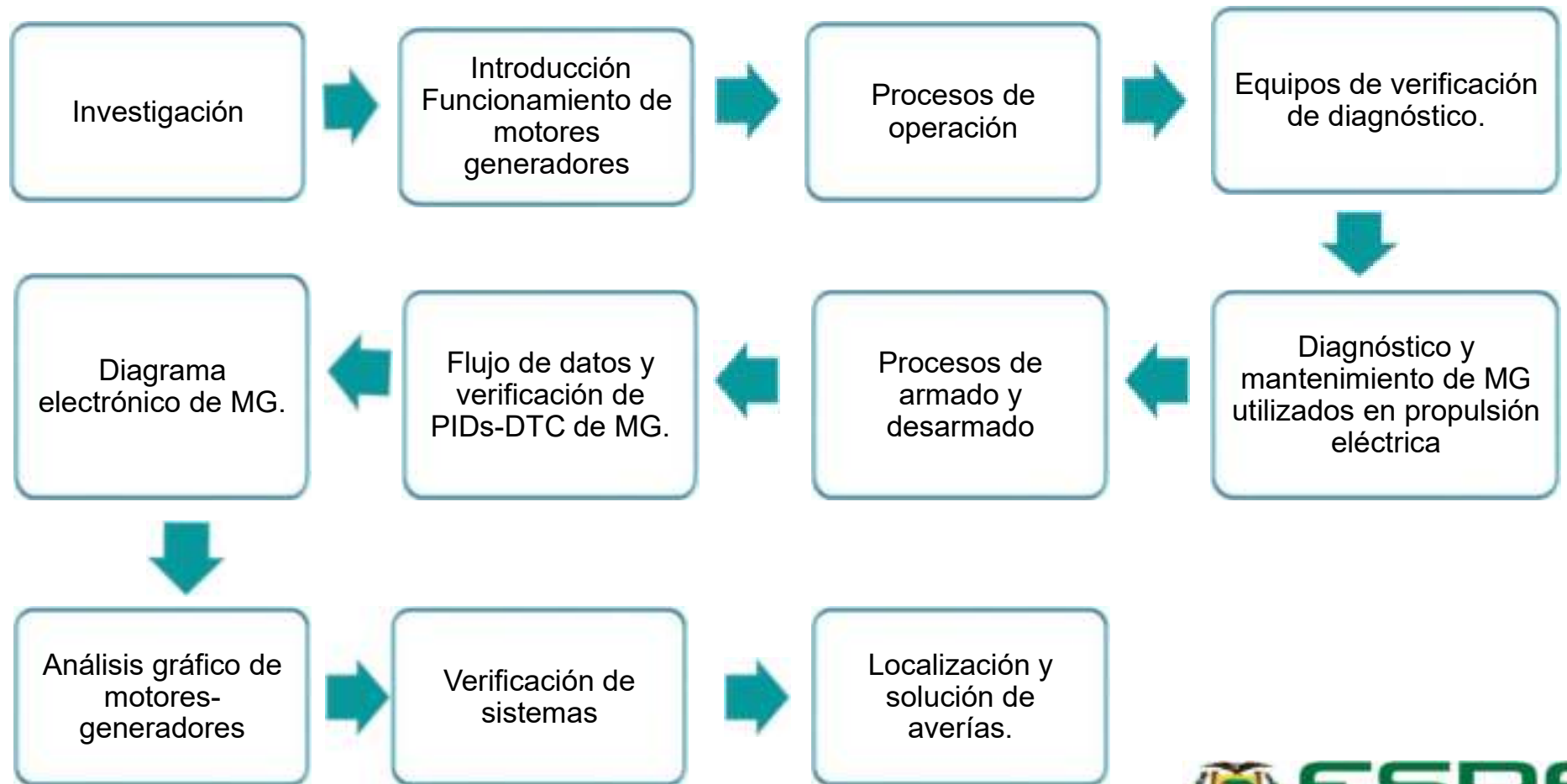
Nace de la necesidad de abordar los desafíos relacionados con los procesos de operación, el diagnóstico y el mantenimiento de los motores generadores utilizados en propulsión eléctrica.

Los motores generadores pueden verse afectados por diversas condiciones, como sobrecargas, desgaste de componentes y problemas de control, lo que requiere sistemas de diagnóstico avanzados

La detección temprana de fallas y el diagnóstico preciso son cruciales para prevenir tiempos de inactividad costosos y garantizar la seguridad de los conductores.



DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO



OBJETIVOS

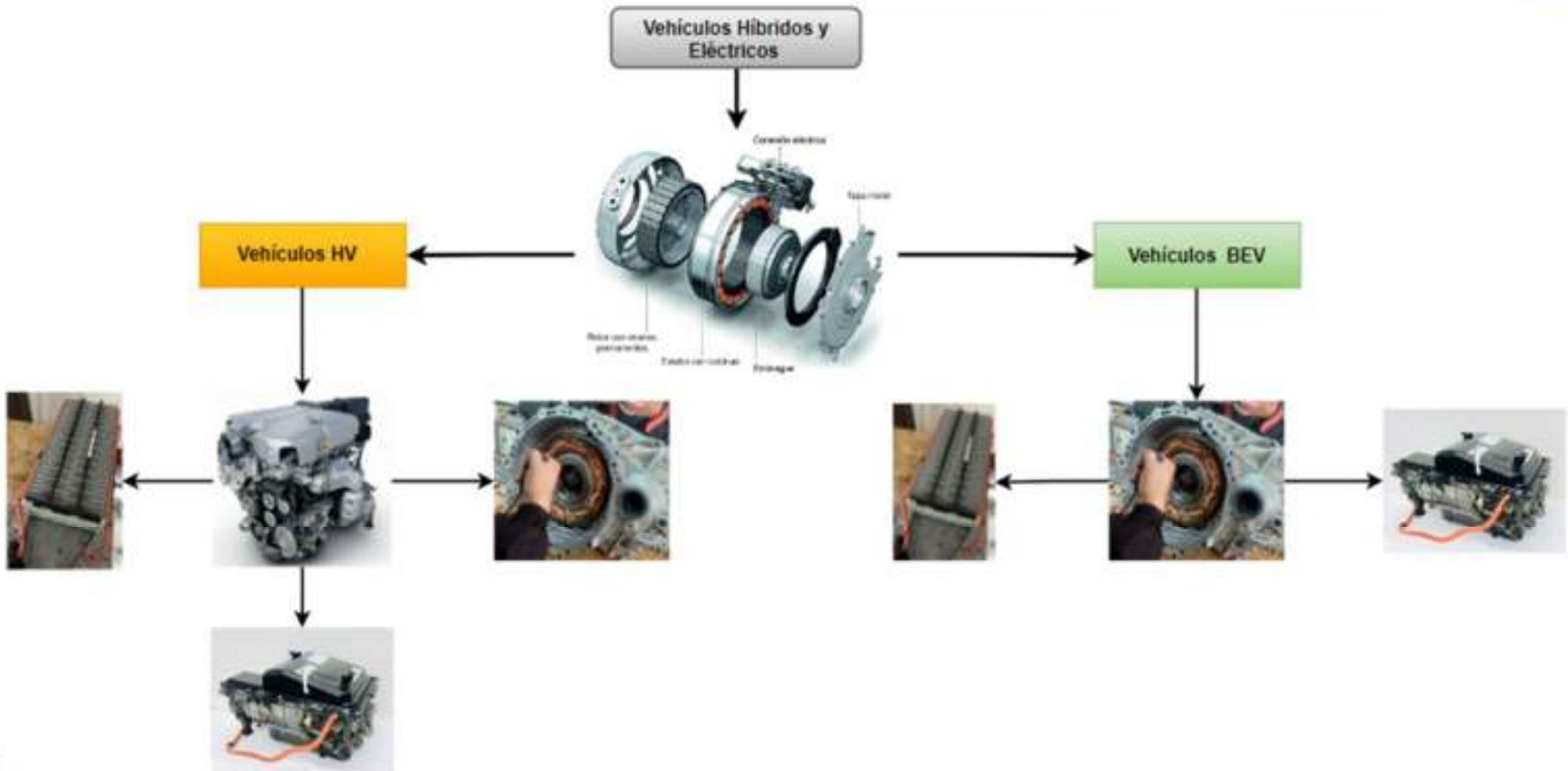
Objetivo General

- Investigar los procesos de operación, diagnóstico y mantenimiento de motores generadores en propulsión eléctrica.

Objetivos Específicos

- Investigar información referente a motores generadores utilizados en movilidad eléctrica.
- Definir los parámetros de operación y comportamiento de motores generadores utilizados en movilidad eléctrica
- Definir los posibles y más recurrentes de PIDs – DTCs y flujos de datos de motores generadores.
- Generar protocolos de diagnóstico, reparación y mantenimiento de motores generadores de alta tensión.

MARCO TEÓRICO



INTRODUCCIÓN A MOTORES GENERADORES (MG)

Transeje Híbrido



Sistema Motor Eléctrico



Sistema de Transmisión



INTRODUCCIÓN A MOTORES GENERADORES (MG)

Cojunto Motor Generador
MG2

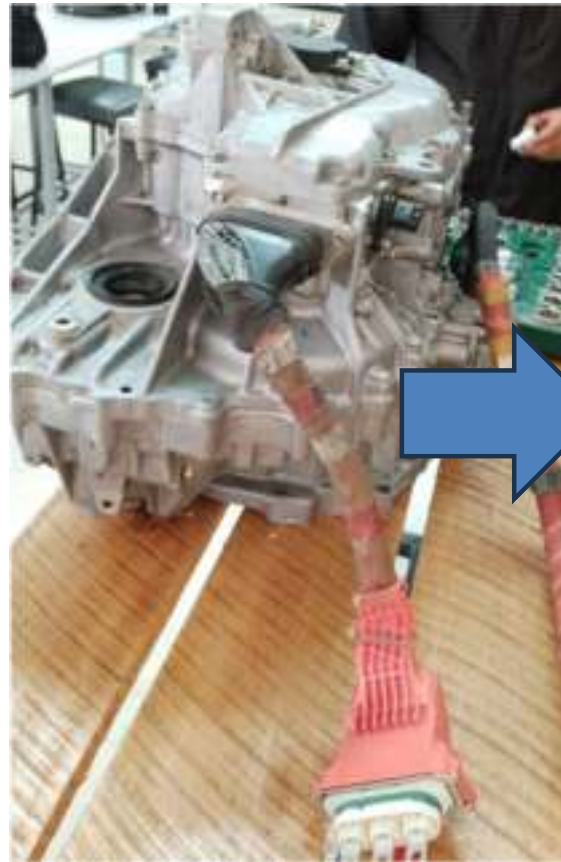


Cojunto Motor Generador
MG1

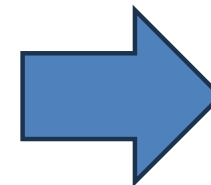
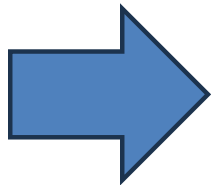
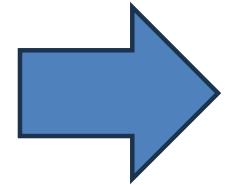


ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

ARMADO Y DESARMADO DE MOTORES-GENERADORES

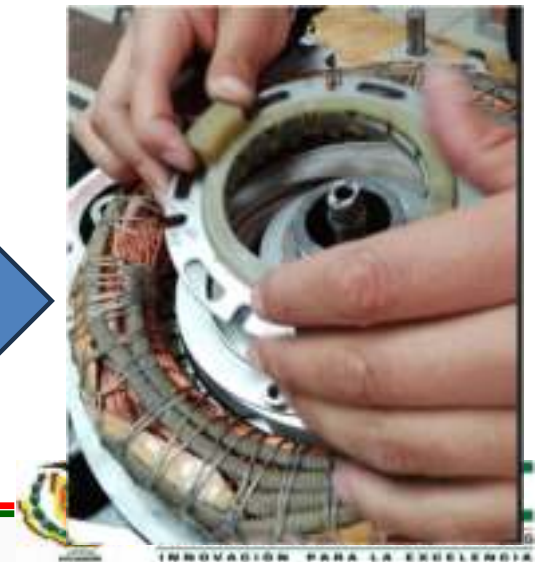
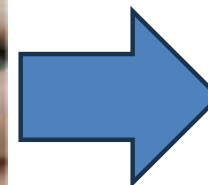
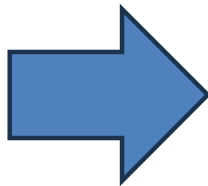
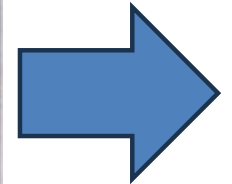
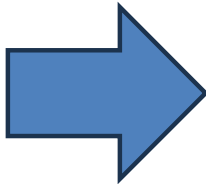


ARMADO Y DESARMADO DE MOTORES-GENERADORES

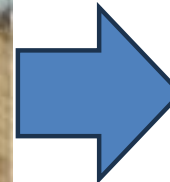
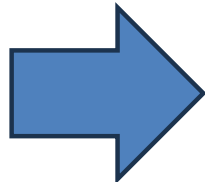
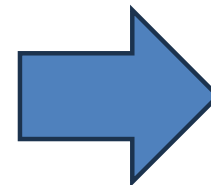
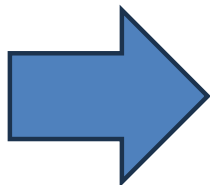


ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

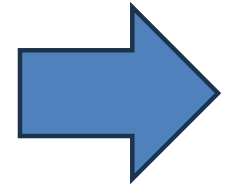
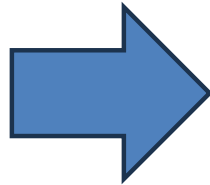
ARMADO Y DESARMADO DE MOTORES-GENERADORES



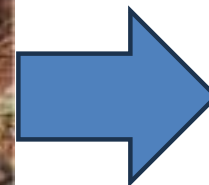
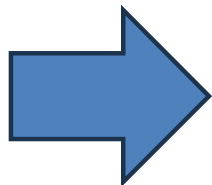
ARMADO Y DESARMADO DE MOTORES-GENERADORES



ARMADO Y DESARMADO DE MOTORES-GENERADORES



ARMADO Y DESARMADO DE MOTORES-GENERADORES



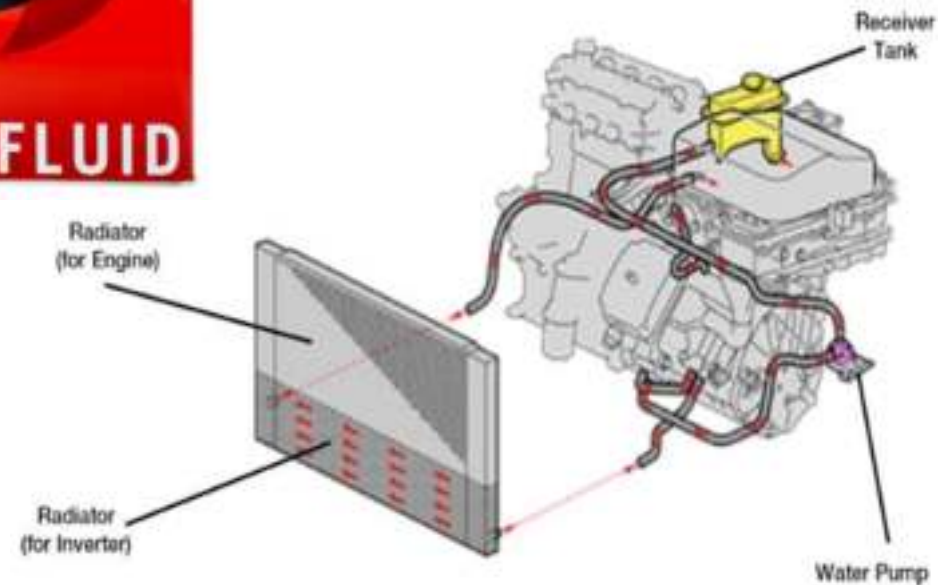
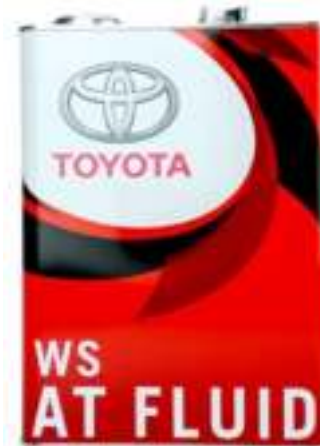
MANTENIMIENTO GENERAL DE MG.

Proceso de mantenimiento



Generalmente el mantenimiento básico que se le puede realizar a un motor Generador es

- Cambio del Fluido de Transmisión.
- Cambio revisión del líquido de enfriamiento.
- Inspecciones de fugas en el trans eje.



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

PROTOCOLO DE VERIFICACIÓN EN LOS MOTORES GENERADORES

Componente

Verificación

Resultado

Cableado

Continuidad: el buen estado del cobre y de la resistencia interna del conductor

Aislamiento: ausencia de deterioro en la funda aislante.
Ausencia de roces con piezas externas.



PROTOCOLO DE VERIFICACIÓN EN LOS MOTORES GENERADORES

Componente

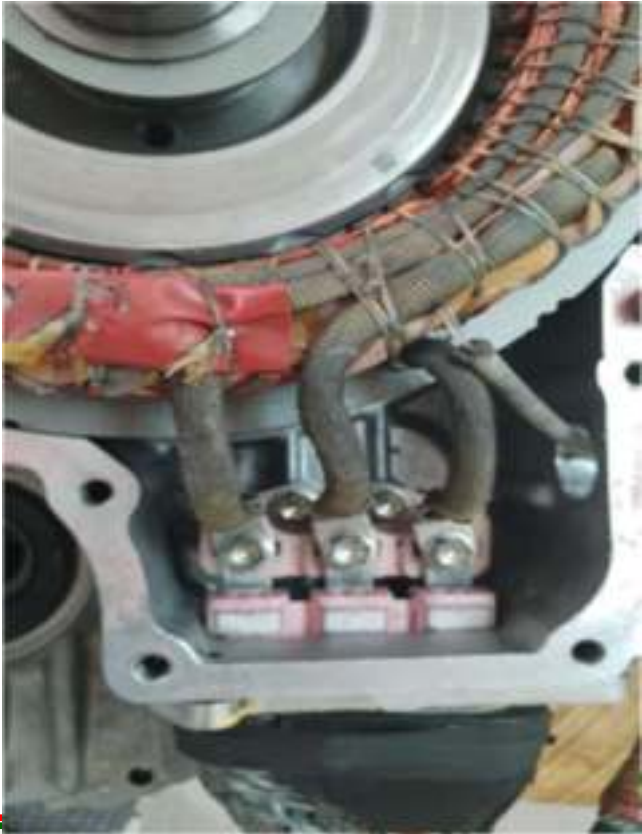
Verificación

Resultado

Conexiones

Buen estado de las conexiones de los cables al motor

Ausencia de suciedad, óxido, grietas, etcétera.



PROTOCOLO DE VERIFICACIÓN EN LOS MOTORES GENERADORES

Componente

Verificación

Resultado

Estator

Verificación de las resistencias de los bobinados.

Aislamiento a masa.

Propiedades magnéticas de los núcleos de las bobinas

Ausencia de óxido, grietas, manchas, suciedad, etcétera.



PROTOCOLO DE VERIFICACIÓN EN LOS MOTORES GENERADORES

Componente

Verificación

Resultado

Rotor

Propiedades magnéticas del rotor dependiendo del tipo de motor (imán permanente, reluctancia, inducción)

Verificación de los bobinados (motores de inducción o de CC): Resistencia interna.

Aislamiento de los bobinados a masa.

Alineación del eje y contrapesado.

Ausencia de óxido, grietas, manchas, suciedad, etcétera.



PROTOCOLO DE VERIFICACIÓN EN LOS MOTORES GENERADORES

Componente

Verificación

Resultado

Rodamientos/
Retenes

Buen estado de rodamientos y retenes.

Ausencia de óxido, suciedad, deterioros, etcétera.



PROTOCOLO DE VERIFICACIÓN EN LOS MOTORES GENERADORES

Componente

Verificación

Resultado

Carcasas

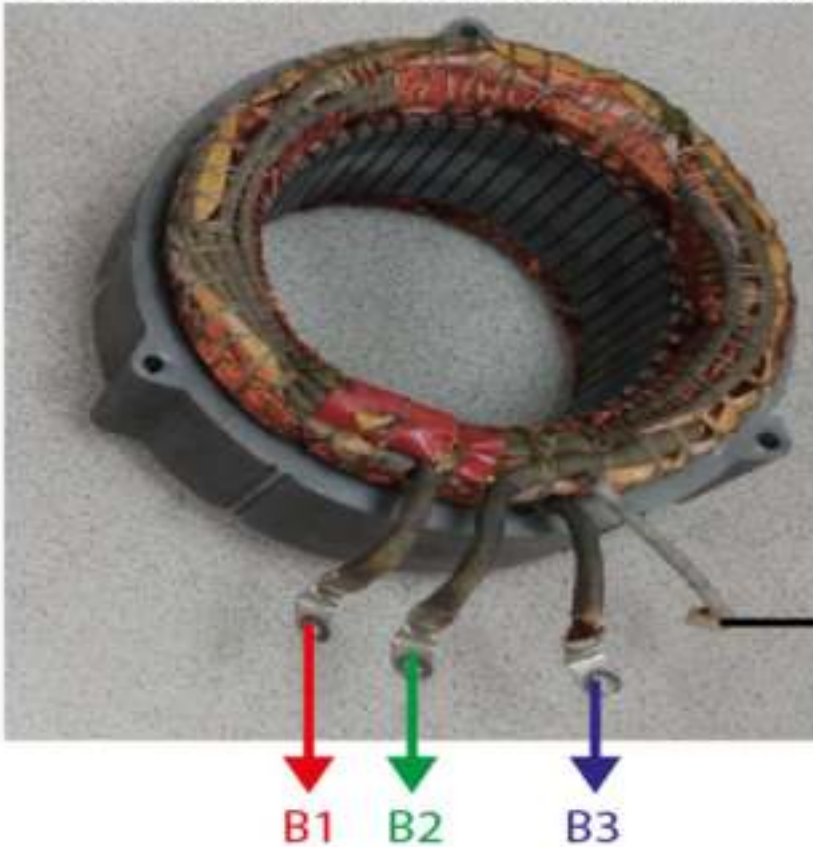
Ausencia de óxido, suciedad, deterioros, etcétera.

Buen estado del sistema de refrigeración: palas del ventilador, rejilla de circulación de aire, sistema de refrigeración por líquido, etcétera.



DIAGNÓSTICO Y MANTENIMIENTO DE LOS MG UTILIZADOS EN PROPULSIÓN ELÉCTRICA

Pruebas de continuidad v resistencia en las bobinas



Diagnostico con Multímetro

Bobinados de cada motor generador no se encuentren en corto circuito, esto se realiza la comprobación de los terminales trifásicos en cada bobinado y localizando

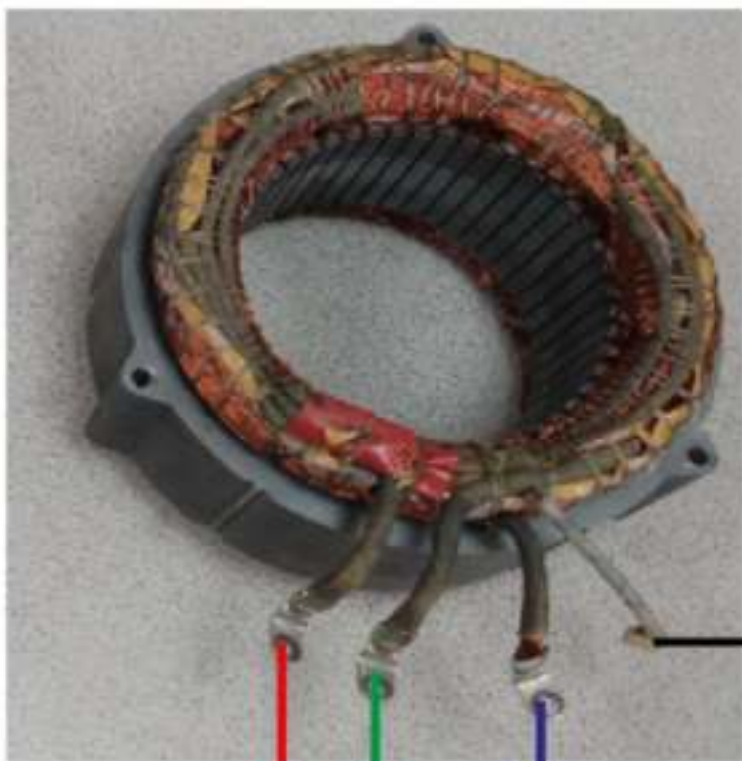
Su continuidad, debe ser independiente, esto quiere decir que los terminales B1, B2 y B3 de la figura no deben tener continuidad con otro bobinado que no sea el suyo.



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DIAGNÓSTICO Y MANTENIMIENTO DE LOS MG UTILIZADOS EN PROPULSIÓN ELÉCTRICA

Pruebas de continuidad y resistencia en las bobinas



B1

B2

B3

Sensor de temperatura

B1 a tierra :No existe continuidad en el multímetro, por ende, el bobinado B1 no posee cortocircuito a tierra y se verifica su buen estado.



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DIAGNÓSTICO Y MANTENIMIENTO DE LOS MG UTILIZADOS EN PROPULSIÓN ELÉCTRICA

Pruebas de continuidad y resistencia en las bobinas

Resistencia B1: Se comprueba resistencia de 0.4Ω en B1 lo que confirma que está en buen estado.



B2 a tierra : No existe continuidad en el multímetro, por ende, el bobinado B2 no posee cortocircuito a tierra y se verifica su buen estado.



Resistencia B2: Se comprueba resistencia de 0.4Ω en B2 lo que confirma que está en buen estado



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DIAGNÓSTICO Y MANTENIMIENTO DE LOS MG UTILIZADOS EN PROPULSIÓN ELÉCTRICA

Pruebas de continuidad y resistencia en las bobinas

B3 a tierra : No existe continuidad en el multímetro, por ende, el bobinado B3 no posee cortocircuito a tierra y se verifica su buen estado.



Resistencia B3 : Se comprueba resistencia de 0.3Ω en B3 lo que confirma que está en buen estado



PARÁMETROS DE OPERACIÓN MEDIDOS DE LOS MG

Datos en condiciones de operación para motor generador de vehículo TOYOTA Prius 2009



Función de operación	Motor Generador 1 (rpm)	Motor Generador 2 (rpm)
Vehículo detenido	0	0
Vehículo detenido, activación del motor de combustión interna	9000	0
Movimiento con motor eléctrico	-440	170
Movimiento usando MCI y MG	4700	500
Modo de carga	2500	900
Activación de freno regenerativo	-4000	2000
Reversa	690	-268
Movimiento en neutro	-2700	1000

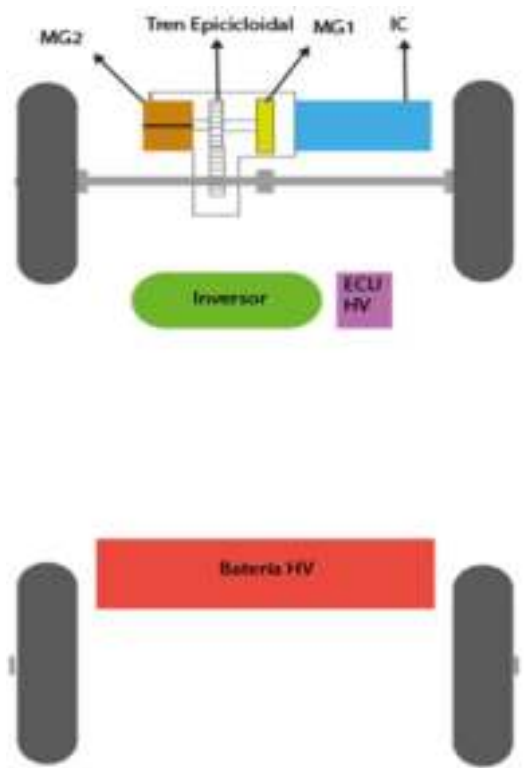


ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

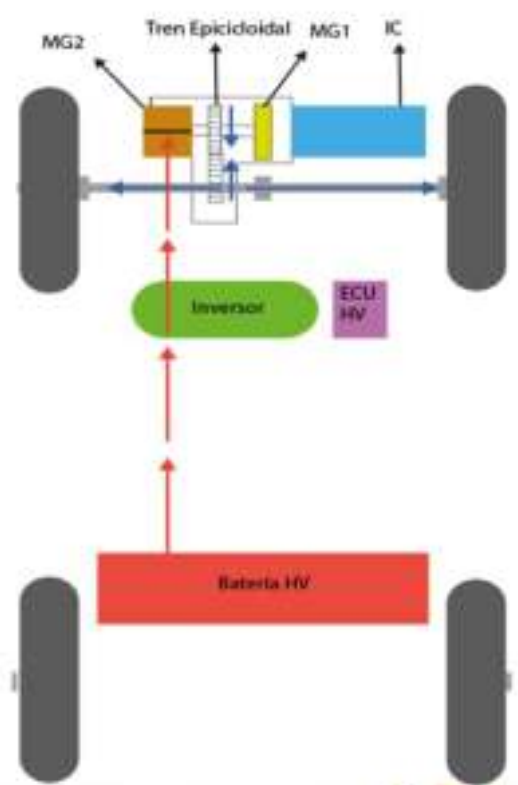
PROCESOS DE OPERACIÓN



Condición vehículo detenido *Parking*.



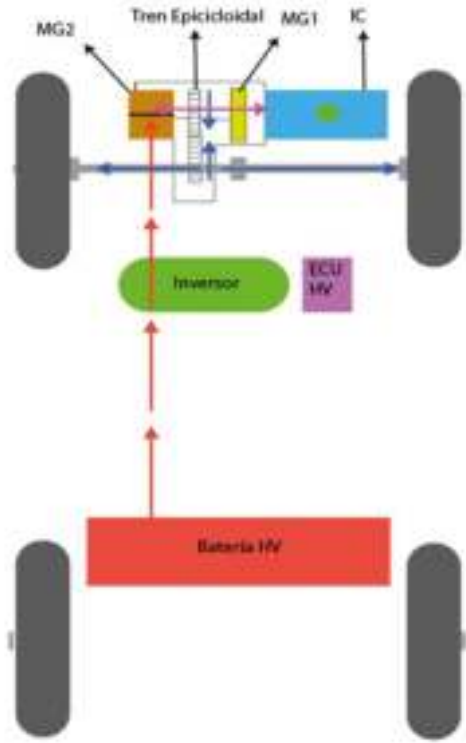
Modo Operativo de Arranque .



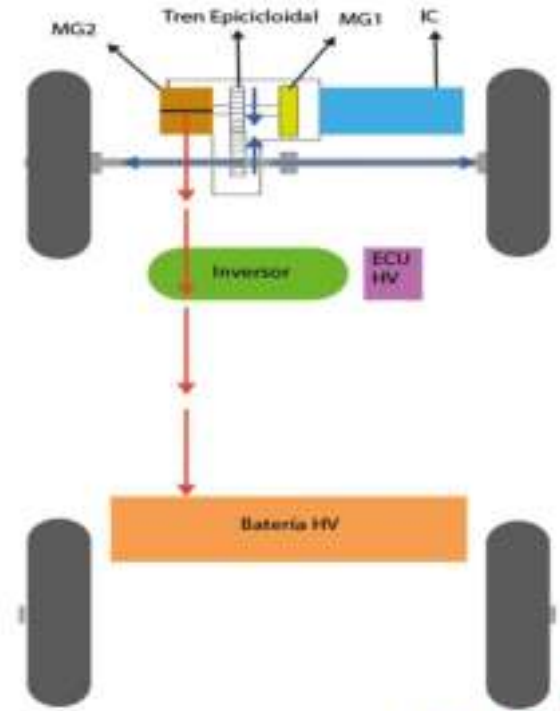
PROCESOS DE OPERACIÓN



Modo operativo en conducción normal.



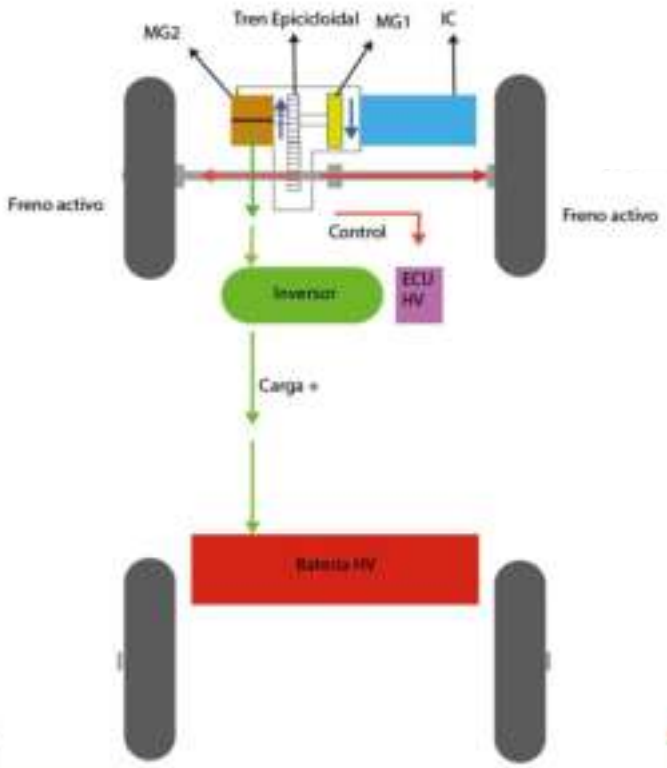
Modo operación condiciones de aceleración fuerte y velocidad crucero.



PROCESOS DE OPERACIÓN

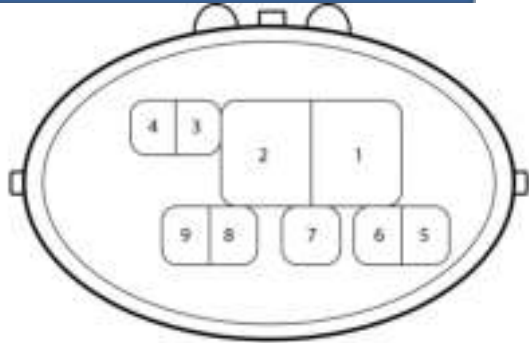


Modo operativo en desaceleración y frenado.



VERIFICACIÓN DEL SENSOR DE LA PALANCA DE CAMBIOS

DATOS RECOPIRADOS



GRÁFICA OBTENIDA



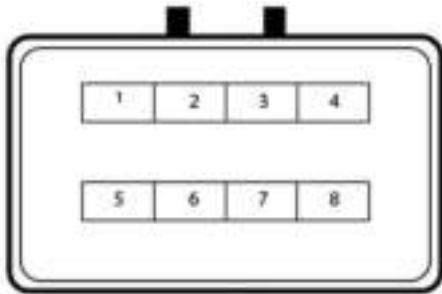
	S (-B) - 1 (D)	S (-B) - 2 (Norta)	S (-B) - 3 (P)	S (-B) - 4 (R)	S (-B) - 5 (MJ)	S (-B) - 6 (FD)	S (-B) - 7 (B)	S (-B) - 9 (RV)
posición P	10 ohmios o más	4,2 a 5,1 ohmios	Por debajo de 1 ohmio	10 ohmios o más	Por debajo de 1 ohmio	10 ohmios o más	10 ohmios o más	10 ohmios o más
posición R	10 ohmios o más	4,2 a 5,1 ohmios	10 ohmios o más	Por debajo de 1 ohmio	Por debajo de 1 ohmio	10 ohmios o más	10 ohmios o más	Por debajo de 1 ohmio
posición N	10 ohmios o más	Por debajo de 1 ohmio	10 ohmios o más	10 ohmios o más	Por debajo de 1 ohmio	10 ohmios o más	10 ohmios o más	10 ohmios o más
posición D	Por debajo de 1 ohmio	4,2 a 5,1 ohmios	10 ohmios o más	10 ohmios o más	Por debajo de 1 ohmio	Por debajo de 1 ohmio	10 ohmios o más	10 ohmios o más
posición B	10 ohmios o más	4,2 a 5,1 ohmios	10 ohmios o más	10 ohmios o más	Por debajo de 1 ohmio	Por debajo de 1 ohmio	Por debajo de 1 ohmio	0 ohmios o superior

- 1.- Drive D
- 2.- Neutro N
- 3.- Parking P
- 4.- Retro R
- 5.- MJ
- 6.- FD
- 7.- Freno regenerativo B
- 8.- Alimentación B+
- 9.- RV

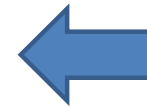
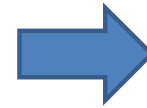


VERIFICACIÓN DEL SENSOR DE VELOCIDAD Y TEMPERATURA MG1

DATOS RECOPIRADOS



- | | |
|---------------------------------|----------------|
| 1.- Coil A in | 5.- Coil A out |
| 2.- Coil B in | 6.- Coil B out |
| 3.- Coil C in | 7.- Coil C out |
| 4.- Voltaje Refe. y Señal Temp. | 8.- Masa |

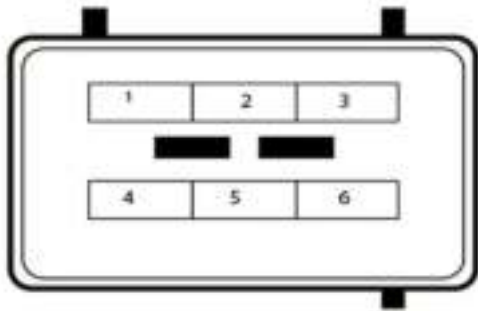


GRÁFICA OBTENIDA



VERIFICACIÓN DEL SENSOR DE VELOCIDAD MG2

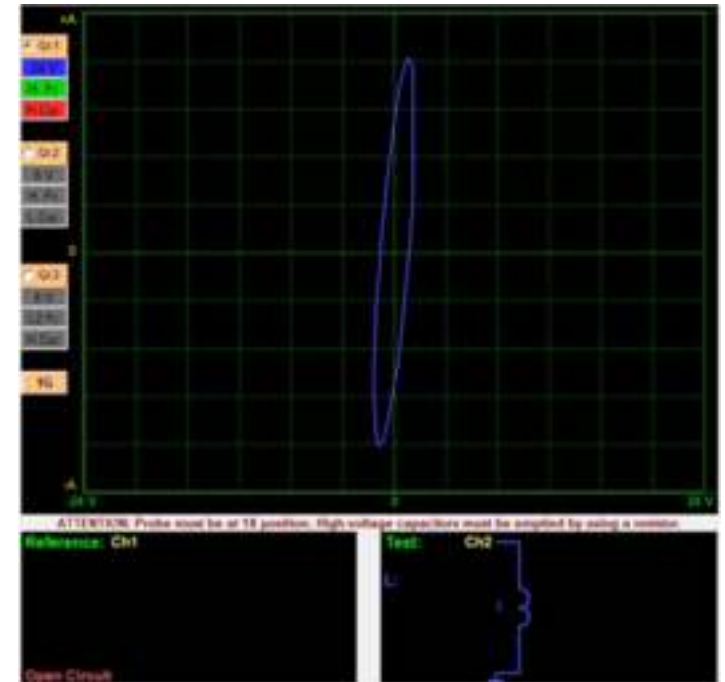
DATOS RECOPIRADOS



- 1.- Coil A in
- 2.- Coil B in
- 3.- Coil C in
- 4.- Coil A out
- 5.- Coil B out
- 6.- Coil C out



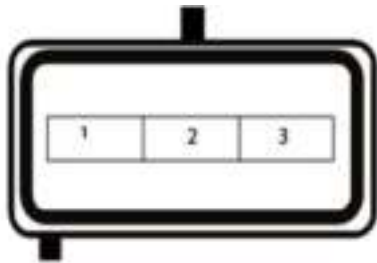
GRÁFICA OBTENIDA



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

VERIFICACIÓN DEL SENSOR DE TEMPERATURA MG2

DATOS RECOPIRADOS



1.- Voltaje Señal/ Referencia
2.- Masa



GRÁFICA OBTENIDA



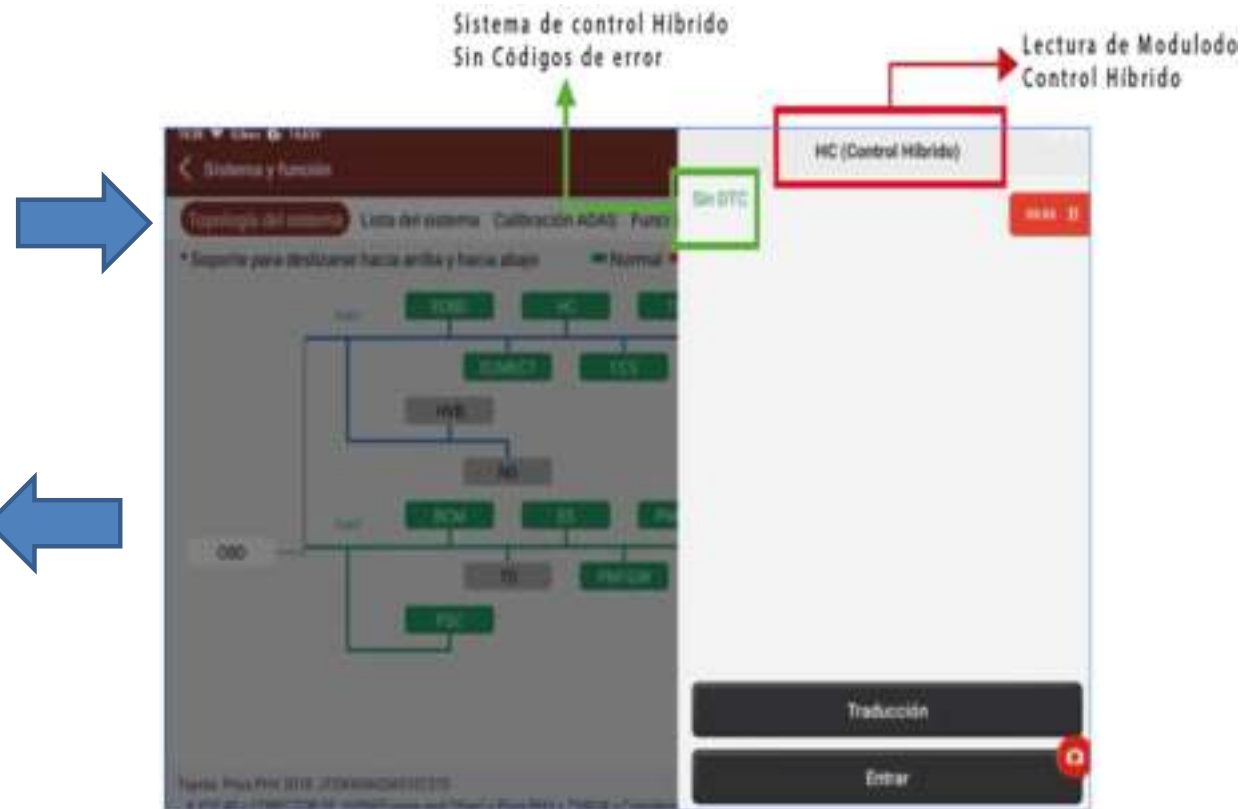
ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

FLUJO DE DATOS Y VERIFICACIÓN DE PIDS-DTC DE LOS MG

Parámetros y valores obtenidos con ayuda del escáner THINKCAR para observar el comportamiento de las magnitudes físicas externas en el proceso de los datos.

Verificación de DTC de los MG sin códigos fallas

P0A1A MÓDULO DE CONTROL DEL MG
P0A1B MÓDULO DE CONTROL "A" MG2
P0A1C MÓDULO DE CONTROL "B" MG1
P0A1D MÓDULO DE CONTROL TREN MOTRIZ

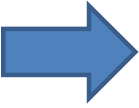


FLUJO DE DATOS Y VERIFICACIÓN DE PIDS-DTC DE LOS MG



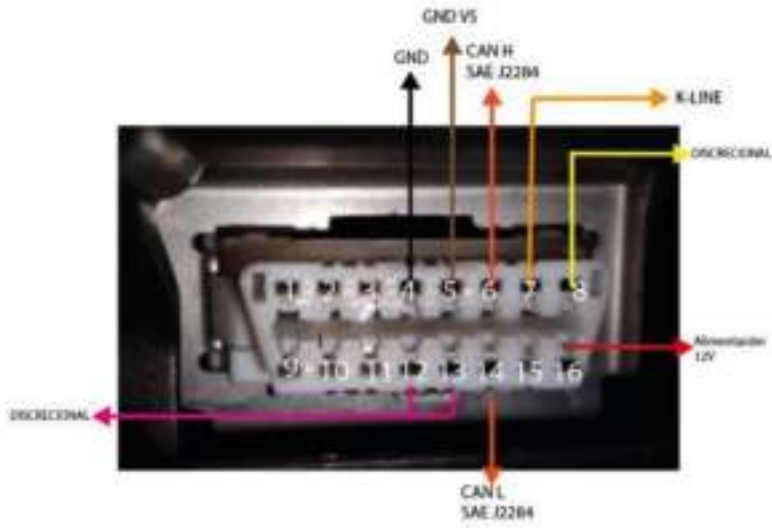
FLUJO DE DATOS Y VERIFICACIÓN DE PIDS-DTC DE LOS MG

Lectura de Flujo de Datos



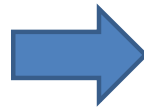
Flujo de Datos de MG1 y MG2 TOYOTA PRIUS

17	Revolución motor (MG2)	1rpm
18	Temperatura Alta del Invertidor MG2 (Motor)-Operación antes del último	0
19	Temperatura Alta del Invertidor MG2 (Motor)-Viaje antes del último	0
20	Temperatura de Agua del Refrigerante del Invertidor	32degree C
21	Temperatura del Invertidor (MG1) Después de Encendido Conectado	24degree C
22	Temperatura del Invertidor (MG2) Después de Encendido Conectado	25degree C
23	Temperatura del Invertidor MG1 (Generador) Alta-	0



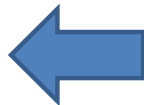
FLUJO DE DATOS Y VERIFICACIÓN DE PIDS-DTC DE LOS MG

Lectura de Flujo de Datos



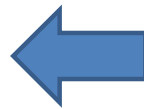
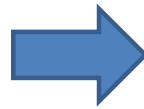
Flujo de Datos de MG1 y MG2 TOYOTA PRIUS

Nro.	Parámetro	Unidades
1	M (MG2) Valor Excelente de Par	0.625Nm
2	Mal Funcionamiento de Petición P (Control de T/M)	Normal
3	MAP (Presión absoluta colector)	73kPa
4	MG1 Cierre de Invertidor	APAGADO
5	MG1 Estado de Puerta	APAGADO
6	MG1 Fallo de Invertidor	APAGADO
7	MG1 Frecuencia de Transportador	3.750kHz
8	MG1 Modo de Control	0
9	MG2 Cierre de Invertidor	APAGADO
10	MG2 Estado de Puerta	APAGADO
11	MG2 Fallo de Invertidor	APAGADO
12	MG2 Frecuencia de Transportador	2.500kHz
13	Par generador (MG1)	0Nm



FLUJO DE DATOS Y VERIFICACIÓN DE PIDS-DTC DE LOS MG

Lectura de Flujo de Datos



Flujo de Datos de MG1 y MG2 TOYOTA PRIUS C

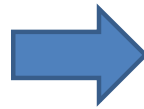
Flujo de datos de tensión y corriente en motor generador Prius C	
Código de motor	P510
Temperatura del MG1 después del encendido	34° C
Temperatura del MG2 después de encendido	23° C
Tiempo de funcionamiento	58 seg
Voltaje MG1	299.5 V
Voltaje MG2	167 V
Corriente de MG1 y MG2	No se presenta en valores del flujo de datos



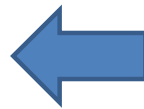
ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

FLUJO DE DATOS Y VERIFICACIÓN DE PIDS-DTC DE LOS MG

Lectura de Flujo de Datos



Flujo de Datos de MG1 y MG2 TOYOTA CROSS



Flujo de datos de tensión y corriente en motor generador Corolla Cross	
Código de motor	-
Temperatura del MG1 después del encendido	25° C
Temperatura del MG2 después de encendido	28° C
Tiempo de funcionamiento	739 seg
Voltaje MG1	216 V
Voltaje MG2	216.5 V

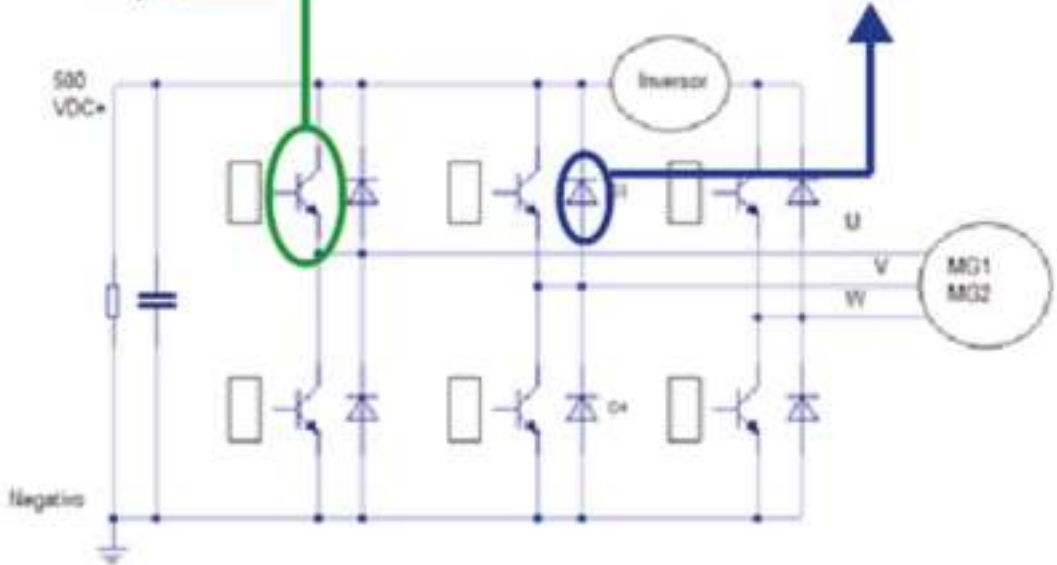


ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DIAGRAMA DEL SISTEMA DE CONTROL ELECTRÓNICO DE LOS MG

Transistor IGBT
(Interruptor controlado)

Diodos de proteccion de los
transistores contra cargas
Inductivas.



PROCESO DE MANTENIMIENTO DE MOTORES GENERADORES.

Transeje Híbrido



Mantenimiento Preventivo

Mantenimiento Preventivo	Tarea	Frecuencia
Inspección Visual	Consiste en una revisión de suciedad y fugas fluidos a todo alrededor de los motores generadores	5000 km
Revisión de cableado y bornes	Con las debidas medidas de seguridad, se realiza una inspección de los cables que van del inversor al motor generador, conjuntamente los bornes de los cables.	50.000km
Control computarizado	Se realiza una comprobación dinámica con Scanner automotriz, para verificar si existe alguna anomalía	15.000km
Cambio de lubricante Dieléctrico	Se realiza el Cambio de lubricante dieléctrico.	30.000km

Mantenimiento Correctivo



CONCLUSIONES

1

Se investigó los procesos de operación, diagnóstico y mantenimiento de motores generadores en vehículos de propulsión eléctrica obtenida de información referente a mecanismos utilizados en movilidad eléctrica.

2

Realizado el armado y desarmado de un motor generador se observó que el mecanismo de transmisión de movimiento utiliza una unidad de engranes planetarios, en el cual el engrane solar 1 de 24 dientes y el engrane solar 2 de 34 dientes se conectan y comunican al MG1, la corona de 78 dientes conecta el MG2 y el porta-satélites con el eje de salida.



CONCLUSIONES

3

El flujo de datos obtenidos con el escáner nos ayuda a determinar códigos de error con designación P04 que corresponden a los motores generadores y su comunicación con el sistema híbrido, los sensores en buen estado manejan voltajes en un rango entre 0.5 V-5V, si no se encuentran en estos rangos se definirá como un DTC de baja, si se acerca a 0V o de alta si supera los 5V, por lo cual deberemos comprobar la continuidad de los cables, la correcta ubicación y ensamble de cada uno de los sensores, para una correcta lectura de los parámetros que tienen los motores generadores.

4

La operación normal después del encendido del vehículo se puede definir por los valores de temperatura de los motores generadores, el rango de operación normal es de 20°C a 40°C, si supera el rango descrito podría existir fricción o fallos en el bobinado, el cual debe poseer valores de resistencia de 0.4 MΩ, y no poseer continuidad entre los bobinados, ni masa evitando sobrecalentamientos en los conjuntos MG1 y MG2.

CONCLUSIONES

5

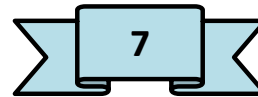
Los procesos de operación y modos de operación de los motores generadores, se ven influenciados por el régimen de giro que presentan los conjuntos MG1 y MG2, los valores de giro se miden en revoluciones por minuto y pueden ser positivos o negativos, indicando el sentido del giro que ejecutan para completar una operación, los rangos registrados van desde los 9000 rpm hasta los -4000 rpm, cuya combinatoria de valores representarán si el vehículo se encuentra detenido, en movimiento o en reversa.

6

El uso e implementación de diagramas de los motores generadores permitieron generar planes de mantenimiento preventivo, bajo la designación de inspección visual cada 5000 km, revisión de cableado, bornes y su continuidad cada 50000 km, control computarizado con equipo de diagnóstico profesional cada 15000 km y cambios del lubricante dieléctrico del sistema motor generador cada 30000 km.



CONCLUSIONES



El flujo de datos nos permite observar una extensa cantidad de valores y parámetros que se registran durante el funcionamiento de los motores generadores, entre los cuales se encontraron valor de par 0.625 Nm en MG1, presión dentro del sistema de lubricación 73 KPa, frecuencia de comunicación 3.750 KHz, par 5.875 Nm en MG2, valores de temperatura que oscilan los 20°C a 50°C; si el sistema de control híbrido detecta problemas en la recopilación de datos, entregará un *Check Engine* y por ende códigos DTC, que se pueden designar por el prefijo P0A que determina la ubicación del problema en algún sistema híbrido.



RECOMENDACIONES

1

Al momento de operar con estos componentes como el motor generador o realizar un diagnóstico se debe utilizar el equipo adecuado de protección personal, ya que, los imanes permanentes de los conjuntos MG1 y MG2 poseen una gran atracción magnética hacia el estator, lo cual puede provocar accidentes a los que realicen el proceso de mantenimiento, diagnóstico y puesta a punto.

2

En los motores generadores producidos por TOYOTA existen varias similitudes en sus sistemas de transmisión de movimiento, motores eléctricos y mecanismos de parqueo; debajo del mecanismo de parqueo se encuentra un filtro que recoge cualquier impureza que se encuentre en el líquido dieléctrico; siempre examinar y limpiar con cuidado para otorgar más vida útil al sistema motor generador.



RECOMENDACIONES

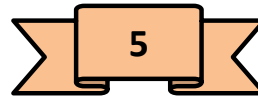
3

Al tomar medidas se debe verificar de manera correcta cada uno de los parámetros que se señalan en los procesos de verificación, especialmente a lo que refiere a bobinado, comprobando que no exista ninguna comunicación de los diferentes bobinados con masa, que no se presente continuidad entre bobinados y verificando que los valores de resistencia mantengan un aproximado de 0.4 MΩ.

4

Asegurarse de verificar valores de carga de la batería híbrida para generar comparación de operación del motor generador al momento de arrancar; como primer escenario, el motor eléctrico realiza el arranque inicial y funciona como motor impulsando al vehículo, tomar datos de voltaje de 200V a 300V dependiendo del modelo del vehículo; o en el segundo escenario en el cual no existe suficiente carga, verificar los datos de funcionamiento en los cuales los valores de voltaje presentaran 200 V a 250 V y un amperaje de 20 A, denotando una carga de la batería, que se ve asistida por el motor de combustión interna ya que el motor generador se encuentra produciendo carga.

RECOMENDACIONES



Comprobar el estado de los sockets de sensores, conexiones a los elementos que conforman el sistema híbrido, cables de conexión trifásicos, ya que, se puede detectar un *Check Engine* por parte de la computadora híbrida debidos los códigos de falla P0A2C, P0A3F, P0A32; como ejemplos de mala comunicación de señales y alimentación del sistema.



¡Gracias!



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA