



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

**ANÁLISIS DE FALLAS FRECUENTES DE UN VEHÍCULO
HÍBRIDO CON EL ESTUDIO DE CORRECCIONES Y
REALIZACIÓN DE UNA GUÍA PARA PRÁCTICAS SOBRE
UN TOYOTA PRIUS**

**TRABAJO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
DE INGENIERO AUTOMOTRIZ**

HERNÁN SANTIAGO QUINTANA GORDILLO

DIRECTOR: ING. DIEGO LÓPEZ

Quito, Agosto 2014

© Universidad Tecnológica Equinoccial.2014
Reservados todos los derechos de reproducción

DECLARACIÓN

Yo **HERNÁN SANTIAGO QUINTANA GORDILLO**, 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.

La Universidad Tecnológica Equinoccial 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.

Hernán Santiago Quintana Gordillo

C.I. 172246254-4

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo que lleva por título “**Análisis de fallas frecuentes de un vehículo híbrido con el estudio de correcciones y realización de una guía para prácticas sobre un Toyota Prius**”, que, para aspirar al título de **Ingeniero Automotriz** fue desarrollado por **Hernán Santiago Quintana Gordillo**, bajo mi dirección y supervisión, en la Facultad de Ciencias de la Ingeniería; y cumple con las condiciones requeridas por el reglamento de Trabajos de Titulación artículos 18 y 25

Ing. Diego López

DIRECTOR DEL TRABAJO

C.I. 171136224-2

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi Madre por haber confiado en mi y a haber invertido su dinero para que yo pueda estudiar y lograr este gran objetivo y dedico a Dios que me dio la oportunidad de estudiar esta carrera tan hermosa.

AGRADECIMIENTO

Agradezco el apoyo dado por parte de mi madre, mi hermano y mi prima por haber estado ahí apoyándome en todo momento, también doy un agradecimiento a los miembros de Cise Electronics por haberme abierto las puertas de su establecimiento con herramientas e información para yo poder realizar las pruebas que me correspondían, agradezco también a la gente de Toyota Importadora Tomebamba por el apoyo y los consejos recibidos y por supuesto a Dios que siempre estuvo conmigo.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	PÁGINA
RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xiv
1. INTRODUCCIÓN	1
2. MARCO TEÓRICO	3
2.1.VEHÍCULOS HÍBRIDO	3
2.1.1.VENTAJAS Y DESVENTAJAS	3
2.1.1.1.Desventajas	3
2.1.1.2.Ventajas	4
2.1.2.Configuración del Vehículo Híbrido	5
2.1.2.1. Sistemas Híbridos En Serie	6
2.1.2.2. Sistemas Híbridos En Paralelo	6
2.1.2.3. Sistemas Híbridos Combinado O Mixto	7
2.1.3.Impacto Ambiental	8
2.1.4.Vehículos Híbridos en Ecuador	9
2.1.4.1.Toyota Prius	13
2.1.4.2.Toyota Highlander Hybrid	14
2.1.4.3.Toyota Prius C Sport	15
2.1.4.4.Toyota Camry Híbrido	16
2.1.4.5.Lexus	16
2.1.4.6.Chevrolet	17
2.1.4.7.Ford	19
2.1.4.8.Otros modelos	20
2.2.TOYOTA PRIUS	24

2.2.1.Funcionamiento del sistema Hybrid Synergy Drive	25
2.2.2.Componentes y sistemas	30
2.2.2.1.Motor de combustión interna	32
2.2.2.2.Inversor	33
2.2.2.3.Transmisión	35
2.2.2.4.Moto-generadores	36
2.2.2.4.1.MG1	37
2.2.2.4.2.MG2	38
2.2.2.5.Cables eléctricos	39
2.2.2.6.Conjunto de la Batería HV (High Voltage)	39
2.2.2.7.Sistema Multiplexado	42
2.2.2.7.2.Redes de comunicación	42
2.2.2.7.3.Protocolos de comunicación	43
2.2.3. Módulos utilizados en el Toyota Prius	44
2.2.4. Diagnósis	45
2.2.4.1. Análisis de Datos OBD II mediante el Scanner	46
2.2.4.2. Conector de Diagnóstico OBD II	46
2.2.4.3. Simbología de los Códigos de Diagnóstico OBD II	47
2.2.5.Consumo de combustible	48
2.2.6.Seguridad y Confort	49
2.3.Modelos	52
2.3.1. PRIUS 1ra generación	53
2.3.2. PRIUS 2da generación	53
2.3.3. PRIUS 3ra generación	54
2.3.4. PRIUS C Sport	55
2.3.5. El Futuro de PRIUS	55

3. METODOLOGÍA	57
3.1. Fallas frecuentes de el Toyota Prius	57
3.1.1. Precauciones a tomar en el manejo del sistema híbrido	59
3.1.2. Mantenimiento Preventivo	61
3.1.3. Modo de Mantenimiento	61
3.1.4. Mantenimiento de la Batería HV	62
3.1.4.1. Limpieza de Láminas de Bronce o "Chapitas"	63
3.1.4.2. Limpieza de conductos y del soplador	65
3.1.5. Mantenimiento del Inversor	67
3.1.6. Mantenimiento de la Transmisión Híbrida	68
3.1.7. Presentación y proceso correctivo Fallas en Batería HV	68
3.1.7.1. DTC P0A7F (Pack de baterías deterioradas)	69
3.1.7.2. Procedimiento correctivo del DTC P0A7F	70
3.1.7.3. DTC P0A80 (Reemplace Paquete de Batería Híbrida)	74
3.1.7.4. Procedimiento correctivo del DTC P0A80	75
3.1.7.5. DTC P0A0D (Circuito alto del sistema de alta tensión)	79
3.1.7.6. Procedimiento correctivo del DTC P0A0D	80
3.1.7.7. DTC P0A0F (El motor no arranca)	83
3.1.7.8. Procedimiento correctivo del DTC P0A0F	83
3.1.7.9. DTC P0A84 (Ventilador del conjunto de batería HV)	84
3.1.7.10. Procedimiento correctivo del DTC P0A84	86
3.1.7.11. DTC P0ADC (Falta en la alimentación de alta tensión)	86
3.1.7.12. Procedimiento correctivo del DTC P0ADC	88
3.1.7.13. DTC U029A (Perdida de comunicación baterías HV)	90
3.1.7.14. Procedimiento correctivo del DTC U029A	91
3.1.8. Presentación de Fallas en la comunicación de Red	92

3.1.8.1. DTC U0100 (Pérdida de comunicación con ECM/PCM)	93
3.1.8.2. Procedimiento correctivo del DTC U0100	94
3.1.8.3. DTC U0129 (Pérdida comunicación sistema de frenos)	95
3.1.8.4. Procedimiento correctivo del DTC U0129	96
3.1.8.5. DTC U0293 (Pérdida comunicación con ECU HV)	97
3.1.8.6. Procedimiento correctivo del DTC U0293	99
3.1.9. Presentación y proceso correctivo de otros sistemas	99
3.1.9.1. Falla en el sistema electrónico de servodirección	99
3.1.9.2. Procedimiento correctivo del DTC C1525	100
3.1.9.3. Falla en el sistema electrónico Transmisión Híbrida	101
3.1.9.4. Procedimiento correctivo del DTC C2309	102
4. ANÁLISIS DE RESULTADOS	104
4.1. Análisis correctivo de fallas en Batería HV	104
4.2. Análisis correctivo de fallas en la comunicación de Red	106
4.3. Análisis correctivo de fallas de otros sistemas	107
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	108
5.1. Conclusiones	108
5.2. Recomendaciones	110
NOMENCLATURA O GLOSARIO	112
BIBLIOGRAFÍA	114

ÍNDICE DE TABLAS

	PÁGINA
Tabla 1. Comparación de emisión de gases	4
Tabla 2. Comparación de consumo de combustible combinado	5
Tabla 3. Niveles de emisión en Decibeles	8
Tabla 4. Venta de vehículos híbridos por marca (unidades)	10
Tabla 5. Importación de vehículos híbridos al Ecuador (unidades)	11
Tabla 6. Fichas Técnicas de Toyota Prius y Toyota Corolla	32
Tabla 7. Ficha Técnica MG1 en Toyota Prius 2010	38
Tabla 8. Ficha Técnica MG2 en Toyota Prius 2010	39
Tabla 9. Especificaciones Conjunto Batería HV Toyota Prius 2010	40
Tabla 10. Descripción de los dígitos de los códigos de diagnóstico	48
Tabla 11. Pruebas de consumo de combustible realizadas en Quito	49
Tabla 12. Voltajes obtenidos de la prueba activa	70
Tabla 13. Tiempos de carga para la batería de alto voltaje	72
Tabla 14. Datos obtenidos antes y después del proceso de descarga	73
Tabla 15. Datos obtenidos presentados durante la falla	75
Tabla 16. Prueba de revoluciones de la aceleración del MG1	84
Tabla 17. Resistencia existente en el Soplador de la Batería HV	86
Tabla 18. Secuencia de activación de relevadores	89
Tabla 19. Medición de resistencia en el empalme de relevadores	90

ÍNDICE DE FIGURAS

	PÁGINA
Figura 1. Configuración del Sistema en serie	6
Figura 2. Configuración del Sistema en paralelo	7
Figura 3. Configuración del Sistema Combinado o Mixto	8
Figura 4. Ventas de vehículos híbridos por marca en Ecuador	10
Figura 5. Importación de vehículos híbridos 2010	12
Figura 6. Importación de vehículos híbridos 2012	12
Figura 7. Toyota Prius	13
Figura 8. Toyota Highlander	14
Figura 9. Toyota Prius C Sport	15
Figura 10. Toyota Camry Hybrid	16
Figura 11. Lexus RX 450 Híbrido	17
Figura 12. Lexus HS250h	17
Figura 13. Chevrolet Silverado Híbrida	18
Figura 14. Chevrolet Tahoe Híbrida	18
Figura 15. Ford Escape Hybrid	19
Figura 16. Ford Fusion Hybrid	19
Figura 17. Honda CR-Z Híbrido	20
Figura 18. BMW X6 ActiveHybrid	20
Figura 19. BMW 7 Hybrid	21

Figura 20. Mercedes Benz S400 Hybrid	21
Figura 21. Nissan Altima Hybrid	21
Figura 22. Volkswagen Touareg Hybrid	22
Figura 23. Kia Optima Hybrid	22
Figura 24. Porsche Panamera S Hybrid	22
Figura 25. Porsche Cayenne S Hybrid	23
Figura 26. Cadillac Escalade Hybrid	23
Figura 27. GMC Yukon Hybrid	23
Figura 28. Toyota Prius 2010	24
Figura 29. Funcionamiento del HSD en aceleración inicial	25
Figura 30. Funcionamiento del HSD en conducción normal	26
Figura 31. Funcionamiento del HSD en aceleración fuerte	27
Figura 32. Funcionamiento del HSD en desaceleración y frenado	27
Figura 33. Funcionamiento del HSD en marcha atrás	28
Figura 34. Funcionamiento del HSD en detención	29
Figura 35. Control de mando de modos de conducción	30
Figura 36. Componentes principales del Toyota Prius	31
Figura 37. Diagrama del control del sistema híbrido	31
Figura 38. Motor Toyota Prius 2010	33
Figura 39. Inversor de Toyota Prius con sus respectivos cables	34
Figura 40. Transmisión de Toyota Prius	35

Figura 41. Distribución del tren epicicloidal	36
Figura 42. Moto-generadores	37
Figura 43. Ubicación del Conjunto de Baterías HV en Toyota Prius	41
Figura 44. Conjunto de la batería HV desmontada del vehículo	41
Figura 45. Conjunto de batería HV sin carcasa metálica protectora	42
Figura 46. CAN Bus con sus cables High y Low	44
Figura 47. Conector de Diagnóstico (DLC3)	46
Figura 48. Airbags de el conductor y su acompañante	50
Figura 49. Interior del Toyota Prius 2010	51
Figura 50. Control velocidad crucero y el Sistema HUD	51
Figura 51. Controles de funciones de pantalla multifuncional	52
Figura 52. Sistema SmartKey para apertura y conducción sin llave	52
Figura 53. Toyota Prius 1era Generación	53
Figura 54. Toyota Prius 2da Generación	54
Figura 55. Toyota Prius 3ra Generación	54
Figura 56. Toyota Prius C Sport	55
Figura 57. Presentación de falla en el tablero de instrumentos	57
Figura 58. Scanner Automotriz G-Scan	58
Figura 59. Software Techstream de Toyota al conectar con el vehículo	58
Figura 60. Cable interfaz Mongoose	59
Figura 61. Guantes Aislantes	60

Figura 62. Toma de servicio o Jumper y ubicación en el vehículo	60
Figura 63. Mensaje del "Modo de Mantenimiento"	62
Figura 64. Láminas de Bronce de la batería HV	63
Figura 65. Mezcla de Agua, bicarbonato de sodio y limón	64
Figura 66. Lijado de las láminas de bronce	64
Figura 67. Láminas de bronce limpias después del mantenimiento	65
Figura 68. Soplador de refrigeración desarmado	65
Figura 69. Soplador de refrigeración obstruido de pelusas	66
Figura 70. Soplador de refrigeración después de limpieza	67
Figura 71. Depósito de refrigerante del conjunto inversor	68
Figura 72. Código P0A7F presentado en el Software Techstream	69
Figura 73. Cargador y Comprobador de Baterías de Alta Tensión	71
Figura 74. El proceso de descarga utilizando el cargador	72
Figura 75. Código P0A80 presentado en el Software Techstream	74
Figura 76. Lámpara con foco Halógeno H7 y Multímetro	76
Figura 77. Proceso de diagnóstico de las celdas individualmente	76
Figura 78. Bloque de celdas sin armazón	77
Figura 79. Bloque de celdas con Prensa mecánica	77
Figura 80. Bloque de celdas desarmadas	78
Figura 81. Celda del paquete de batería de alto voltaje	78
Figura 82. Bloque de baterías comprimido y armado	79

Figura 83. Código P0A0D presentado en el Software Techstream	80
Figura 84. Enganchado de la toma de servicio o Jumper	81
Figura 85. Desarmado de la cubierta de conjunto inversor	81
Figura 86. Vista del conector de la cubierta del conjunto inversor	82
Figura 87. Conexión del cable del bastidor de alto voltaje	82
Figura 88. Código P0A0F presentado en el Software Techstream	83
Figura 89. Soplador del conjunto de baterías híbridas HV	85
Figura 90. Código P0A84 presentado en el Software Techstream	85
Figura 91. Códigos DTC P0ADC presentado en el Techstream	87
Figura 92. Sistema principal de relevadores (SMR)	87
Figura 93. Verificación del bloque de empalme de la batería HV	88
Figura 94. Diagrama del Sistema Principal de relevadores (SMR)	89
Figura 95. Conector de bloques de empalmes de relevadores	90
Figura 96. ECU del paquete de baterías de alta tensión	91
Figura 97. Código U029A presentado en el Software Techstream	91
Figura 98. Batería de alto voltaje HV	92
Figura 99. Código U0100 presentado en el Software Techstream	93
Figura 100. Ubicación de la ECM en el vehículo	94
Figura 101. Pines a medir del mazo de cables de la ECM	95
Figura 102. Código U0129 presentado en el Software Techstream	96
Figura 103. Pines a medir de la ECU de control de derrape	97

Figura 104. Código U0293 presentado en el Software Techstream	98
Figura 105. Ubicación de las ECUs en el vehículo	98
Figura 106. Luz testigo de servodirección en el tablero del vehículo	100
Figura 107. Mensaje presentado en el panel de instrumentos	102
Figura 108. Fusible IGCT dentro de la caja de fusibles	103

ÍNDICE DE ANEXOS

	PÁGINA
ANEXO # 1	I
Guía para prácticas sobre vehículos híbridos en un Toyota Prius	

RESUMEN

Este trabajo se realizó tomando en cuenta la importancia que existe en empezar a analizar los nuevos sistemas híbridos que están entrando al mundo y al país tanto en forma general como en conocer cuáles son sus fallas más comunes, debido a eso y también la falta de información e investigación sobre las nuevas tecnologías híbridas y todos los sistemas que abarcan estas tecnologías se realizó este trabajo en donde se explica el funcionamiento de los componentes del sistema híbrido del Toyota Prius, también como se debe proceder a realizar un correcto análisis utilizando herramientas de diagnóstico automotriz especializadas de la marca Toyota, al igual que conocer las fallas más frecuentes que puede presentar sus principales componentes de alto voltaje, se describe cómo se comporta y reacciona el vehículo al momento de presentar dichas averías, además se comprende la importancia de realizar los mantenimientos preventivos periódicos al paquete de baterías y se describe la importancia de usar equipos de protección para los especialistas al momento de manipular los sistemas de alto voltaje; también se realizó un instructivo o guía en donde se orienta a profesores y alumnos, para que sigan un programa de realización de prácticas en los vehículos híbridos y así puedan orientarse al momento de estudiar los diferentes componentes eléctricos de los vehículos híbridos.

ABSTRACT

This work was realized taking into account the importance of exist in to start analyzing the new hybrid's systems are entering the world and the country both in general form and know what are their most common faults of these systems with new technologies, because of those and the poor information about the new technologies and hybrid's systems, in this work has realized the study of the components and the operation of Toyota Prius hybrid system, also how to proceed to do a correct analysis using Toyota's specialized automotive diagnostic tools, this work also explains the most common faults that the vehicle can show and describes how the vehicle reacts when showing these faults, this work also explains the importance of making the periodic preventative maintenance to the battery pack and explains the importance of wearing protective equipment when the specialists handle those high voltage systems; and this work presents an instructional guide where teachers and students can follow a program of hybrid's practices in hybrid vehicles so that they can orient themselves when studying the electrical components of the hybrid's vehicles.

1. INTRODUCCIÓN

Las fallas que presentan los vehículos híbridos son muy distintas a un vehículo con motor convencional, en donde se necesita de gente especializada con conocimiento de las nuevas tecnologías para poder realizar sus diagnósticos y reparaciones.

Es por eso que se realiza esta investigación de las fallas que puede presentar un vehículo híbrido con sus respectivas correcciones, debido que la ciencia y el mundo tecnológico avanzan a pasos gigantescos y los futuros profesionales tienen la obligación de estudiar, investigar y actualizarse sobre estos temas para que logren ser profesionales capacitados y conozcan sobre lo que va a ser el futuro de la industria automotriz.

En la Universidad Tecnológica Equinoccial hacen falta instrumentos de estudio de estas características tecnológicas en las cuales los estudiantes de la Universidad puedan conocer y familiarizarse con las nuevas tecnologías híbridas que cada vez van acaparando mas y mas las industrias automotrices del país y del mundo entero ya que en corto plazo requerirán de profesionales sumamente capacitados para su mantenimiento y reparación.

Por esta razón se plantea esta investigación de forma exploratoria para conocer las partes de los vehículos híbridos y las fallas más frecuentes que pueden llegar a presentar y así fijándonos los siguientes objetivos en los cuales queremos llegar a: determinar las posibles fallas que puede presentar un Toyota Prius híbrido dentro de sus principales sistemas ya sea de tecnología híbrida, eléctrica y mecánica, para conocer como se debe proceder a realizar para sus respectivas correcciones tomando en cuenta las respectivas precauciones al momento de manipular los sistemas de alto voltaje del vehículo híbrido.

Incluyendo desarrollar una guía para prácticas para los estudiantes de la carrera de Ingeniería Automotriz de la Universidad Tecnológica Equinoccial para que puedan adentrarse y conocer sobre esta nueva tecnología que está ganando espacio en el Ecuador.

En donde logren comprender el manejo de las herramientas de diagnóstico automotriz especializadas de la marca Toyota y como proceder a realizar un correcto diagnóstico utilizando el manual de reparaciones de dicha marca.

2. MARCO TEÓRICO

2.1.VEHÍCULOS HÍBRIDO

Los vehículos híbridos son automóviles que trabajan con dos motores: Un motor de combustión interna y un motor eléctrico alimentado por baterías, sus principales características son menor consumo de combustible y menor emisión de gases nocivos al medio ambiente dentro del perímetro urbano, son vehículos que aprovechan la energía desperdiciada en el momento de la desaceleración y frenado en el cual los vehículos convencionales desechan en forma de calor. (Pellicer, 1997) (Centro de tecnología y transporte, 2012)

2.1.1.VENTAJAS Y DESVENTAJAS

Los vehículos híbridos tienen varias ventajas como la disminución de consumo de combustible y la menor emisión de gases nocivos al medio ambiente ya antes nombrados; también tiene desventajas (menos en comparación con las ventajas) como el que no se encuentran muchos talleres con la capacidad de poder dar mantenimiento a este tipo de vehículo y el precio de sus repuestos son elevados en comparación de un vehículo convencional , a continuación se detalla lo dicho.

2.1.1.1.Desventajas

-A pesar de que suelen ser confiables las baterías, si se llegara a averiar se gastaría aproximadamente \$2000 (Precio establecido en 2013), así como los costos de mantenimiento y reparación, como dice Francisco Javier Díaz, "A pesar de que pruebas sobre la durabilidad de las baterías utilizadas en la mayoría de los autos híbridos han superado la década, todavía es una tecnología que está en pleno proceso de evolución, mejora y desarrollo." (Díaz, 2012)

-Su peso es mayor en comparación a un auto convencional de similares dimensiones, incluyendo los motores eléctricos y las baterías; es un inconveniente en trayectos más largos ya que el vehículo tiene que incrementar la energía para poder desplazarlo. (Sociedad de Técnicos de Automoción (STA), 2011)

-Las compañías usan recursos muy escasos para fabricarlas, tales como el neodimio y lantano. (Miscocheselectricos.com, 2013)

-Tienen un elevado costo, no accesible para personas de clase media baja.

2.1.1.2.Ventajas

-Las emisiones de gases nocivos son mucho menor a diferencia de los autos con motores de combustión interna a gasolina, los vehículos híbridos no lanzan tanta cantidad de monóxido de carbono (CO) y dióxido de carbono (CO₂) al ambiente. (Díaz, 2012)

Tabla 1. Comparación de emisión de gases

(Instituto para la diversificación y ahorro de la energía, 2013)

Modelo	Emisiones gCO₂/Km
TOYOTA PRIUS 1.8L	92
CHEVROLET CRUZE 1.8L	151
MAZDA 6 1.8L	155

-El consumo de combustible es muy inferior a un automóvil con motor de combustión interna a gasolina que puede llegar a consumir 20 L/100 km, mientras que el vehículo híbrido puede llegar a consumir 8L/100km (Comparación entre vehículos con motores de similar cilindrada). (Instituto para la diversificación y ahorro de la energía, 2013)

Tabla 2. Comparación de consumo de combustible combinado (carretera-urbano) (Instituto para la diversificación y ahorro de la energía, 2013)

Modelo	Consumo L/Km
TOYOTA PRIUS 1.8L	4.0
CHEVROLET CRUZE 1.8L	6.4
MAZDA 6 1.8L	6.7

-La regeneración de energía que produce al momento de frenar el vehículo y de la desaceleración al momento de bajar la velocidad sin el uso de los frenos. Los vehículos híbridos aprovechan este tipo de energía para energizar componentes dentro del auto y al motor eléctrico. (Díaz, 2012)

- Es mucho menos ruidoso que un coche convencional ya que su motor eléctrico es extremadamente silencioso. Lo mismo sucede cuando se produce el cambio de un motor a otro, ya que también el motor de gasolina, al estar complementado por el motor eléctrico se ve menos forzado y así funcionando más silencioso que el motor de un coche convencional. (Sociedad de Técnicos de Automoción (STA), 2011)

2.1.2. Configuración del Vehículo Híbrido

-Los vehículos híbridos tienen diferentes disposiciones de los elementos que los componen por lo que se clasifican en sistemas híbridos en serie, sistemas híbridos en paralelo y sistemas híbridos combinados o mixtos.

2.1.2.1. Sistemas Híbridos En Serie

-Los vehículos híbridos en serie son impulsados solamente por el motor eléctrico que es alimentado por un generador movido por el motor de combustión interna el cual a su vez carga las baterías como se muestra en la Figura 1. El vehículo con mayor autonomía eléctrica utiliza esta configuración, estamos hablando del Chevrolet Volt de General Motors. (meganeboy, 2012) (Pellicer, 1997) (Sociedad de Técnicos de Automoción (STA), 2011)

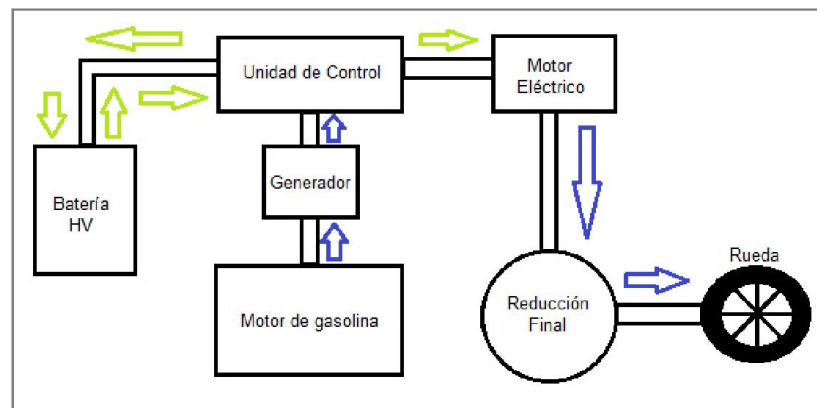


Figura 1. Configuración del Sistema en serie

2.1.2.2. Sistemas Híbridos En Paralelo

-A pesar de que en este sistema las ruedas son accionadas por el motor de combustión interna y el motor eléctrico, la fuente de propulsión principal es el motor térmico debido a la poca autonomía que presentan la batería híbrida, mientras que el motor eléctrico es un apoyo de potencia en la aceleración y potencia al motor como se muestra en la Figura 2 y al frenar o desacelerar aprovecha esa energía para cargar las baterías. (Concepcion, 2006) (e-auto.com.mx, 2013).El transporte público con

mayor demanda en la ciudad de Quito es un vehículo híbrido con este sistema, hablamos del Trolebús-Q.

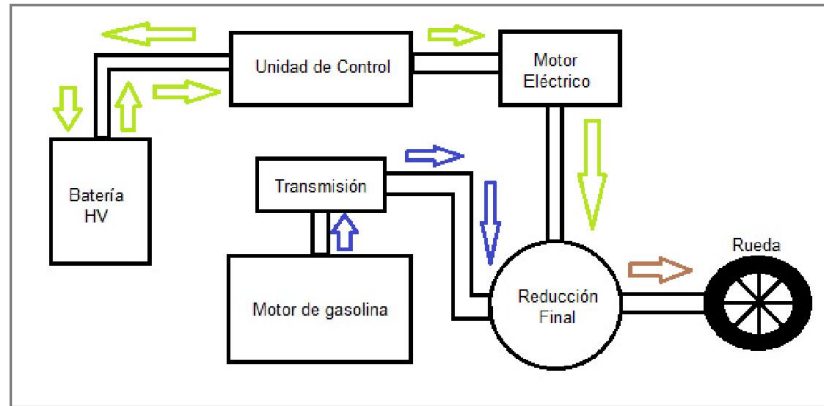


Figura 2. Configuración del Sistema en paralelo

2.1.2.3. Sistemas Híbridos Combinado O Mixto

-Este sistema funciona con el motor eléctrico a baja velocidad y a alta velocidad, el motor de combustión interna trabaja en conjunto con el motor eléctrico para tener mayor rendimiento del vehículo como se muestra en la Figura 3, en este sistema el motor térmico puede dar propulsión a las ruedas y generar energía a las baterías mediante el generador. El vehículo híbrido más vendido en el mundo tiene este sistema, estamos hablando del Toyota Prius. (Concepcion, 2006) (Benjamin, 2010)

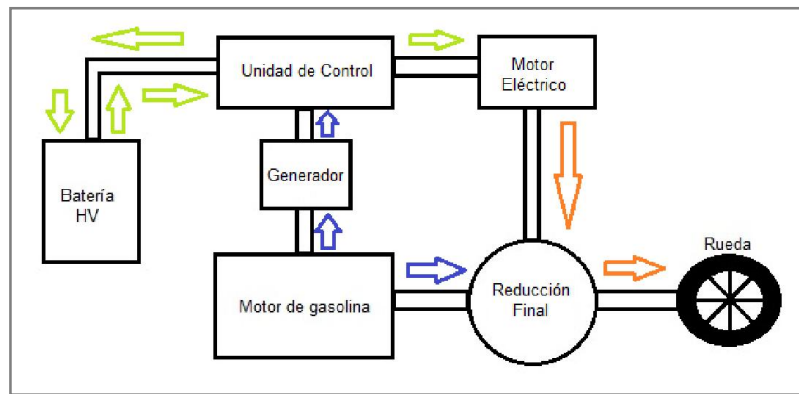


Figura 3. Configuración del Sistema Combinado o Mixto

2.1.3. Impacto Ambiental

-Los vehículos convencionales (solamente vehículos con motores de combustión interna) han sido un gran impacto contaminante en el ambiente; desde su fase de fabricación hasta los gases emitidos han sido una enorme importancia negativa en la contaminación del aire atmosférico, la emisión de ruidos (como se muestran en la Tabla 3), en el daño a la capa de ozono y por lo tanto en el calentamiento global. (Gutierrez, 2011)

Tabla 3. Niveles de emisión en Decibeles

(Castells, 2012)

Fuente de ruido	Niveles de emisión en dB(A)
Vehículo Híbrido	69-73
Vehículo de turismo	70-77
Tractor	77-85
Camión	80-90
Discoteca	90-110
Avión	110-130

-A pesar de que las compañías automotrices han estado en la pelea de ser mas lo mas ecológicas posibles pero con la mentalidad de no perder

eficiencia y performance de los automóviles; Toyota es una de las compañías más grandes que invierte en estudios para crear nuevas tecnologías y vehículos más limpios o que menos impacto ambiental tienen, por eso Toyota desarrollo el sistema híbrido con modelo Prius.

-Los vehículos híbridos son mas amigables con el medio ambiente ya que estos coches pueden recorrer hasta 2 km a 40 km/h, velocidad máxima, con el uso exclusivo del motor eléctrico, sin utilizar ni una gota de combustible o emitir CO₂, y cuando se acelera el vehículo para obtener mayor velocidad se activa el motor térmico, la tecnología híbrida equilibra el consumo de combustible con el motor eléctrico para minimizar las emisiones, estos vehículos también son extraordinariamente silenciosos, incluso cuando se frena y funciona como generador para cargar las baterías el ruido es casi imperceptible, lo mismo sucede cuando se enciende el motor térmico ya que al estar complementado por el motor eléctrico se ve menos forzado, teniendo un funcionamiento mucho menos ruidoso que el de un vehículo convencional. (Castells, 2012) (Ludevid, 2009)

2.1.4.Vehículos Híbridos en Ecuador

-Los vehículos híbridos en el Ecuador cada día van ganando mas campo, se espera que hasta el 2020 el 20% de su parque automotor esté compuesto por vehículos híbridos. Así, lo informó en el 2010 el subsecretario de energía alternativa Eduardo Rosero.

-A pesar de que la venta de vehículos híbridos en el país ha decrecido considerablemente debido al retiro de la exoneración de impuestos y aranceles que tenían estos vehículos según el Anuario 2012 de la Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador (AEADE), el 2010 fue el año con mas ventas de vehículos con tecnología híbrida en el Ecuador. Toyota es la marca con mas ventas en el año 2012 con el 97% como se muestran en la Tabla 4 e Figura 4. (AEADE, 2012)

Tabla 4. Venta de vehículos híbridos por marca (unidades)

(AEADE, 2012)

*En comparación con el año de mayor ventas en el país

Marca	Número de vehículos vendidos 2010*	Número de vehículos vendidos 2012
TOYOTA	1 840	1 352
FORD	1 056	3
CHEVROLET	711	3
LEXUS	500	2
BMW	154	5
MERCEDES BENZ	86	0
PORSCHE	54	25
GMC	53	3
OTRAS	55	7
Total	4 509	1 400

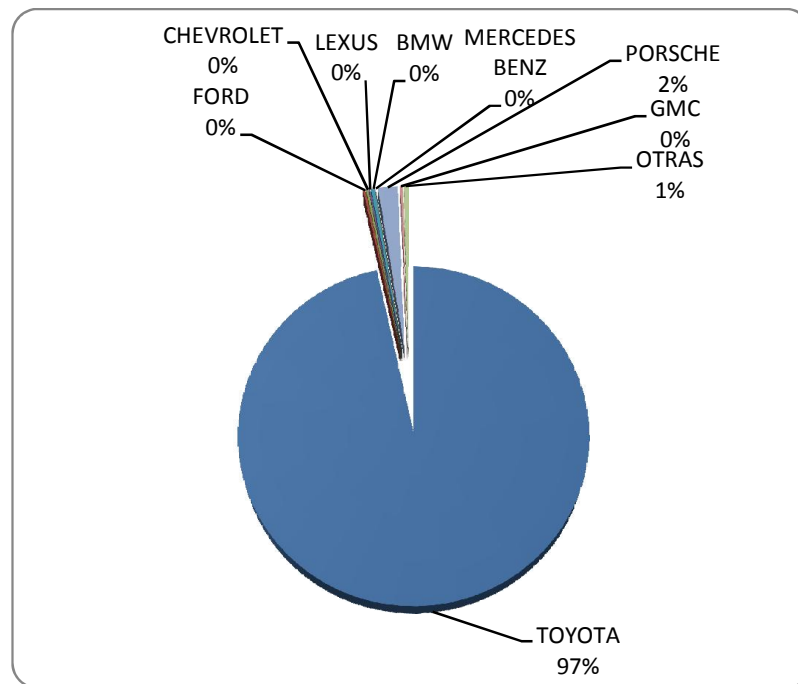


Figura 4. Ventas de vehículos híbridos por marca en Ecuador, año 2012

(AEADE, 2012)

-En el Ecuador hasta mediados del 2010, el ingreso de vehículos híbridos estaban exonerados el 35% de aranceles, pero el Gobierno dio marcha atrás y estableció un cobro en función de la cilindrada, solo los vehículos con motor de hasta 2.0 litros de capacidad están exentos de dichos aranceles, en cambio, los vehículos con mayor capacidad pagan entre 10% y 35%, un valor que los volvió más costosos, debido a esto Toyota ya no comercializa su modelo SUV el Toyota Highlander Hybrid, pero mantiene sus dos modelos livianos en el mercado: el Toyota Prius C Sport y el Toyota Prius 3G, el resto de marcas que reportaron alguna importación en el 2011 prácticamente han disminuido totalmente sus pedidos al exterior para el año 2012 como se pueden observar en la Tabla 5, Figura 5 e Figura 6 que se muestran a continuación. (El Universo, 2013)

Tabla 5. Importación de vehículos híbridos al Ecuador (unidades)

(AEADE, 2012)

Marca	2009	2010	2011	2012
TOYOTA	1 545	1 994	319	1 387
PORSCHE	0	75	82	26
MERCEDES BENZ	16	116	69	0
LEXUS	434	424	29	3
GMC	53	50	5	4
FORD	206	1 669	19	4
CHEVROLET	96	858	174	4
CADILLAC	39	27	1	0
BMW	38	183	61	6
OTRAS	7	55	42	10
Total	2 434	5 451	801	1 444

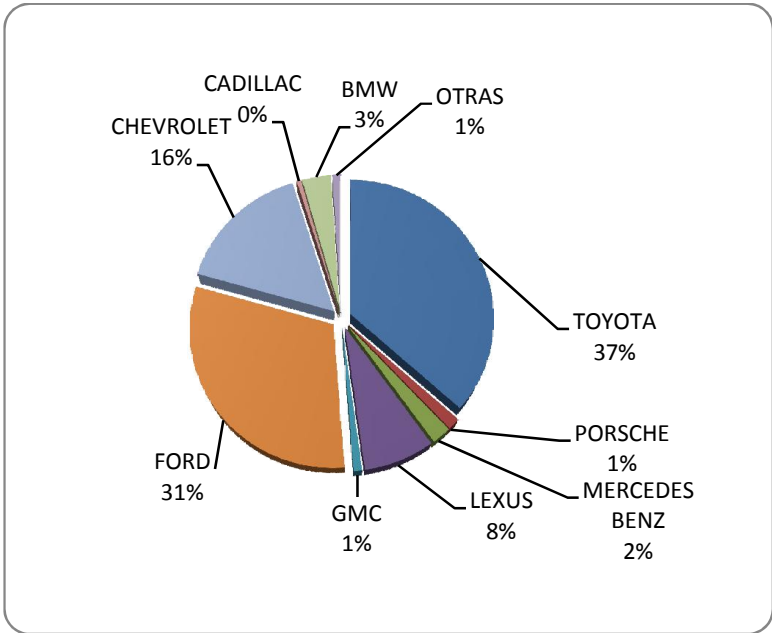


Figura 5. Importación de vehículos híbridos 2010
(AEADE, 2012)

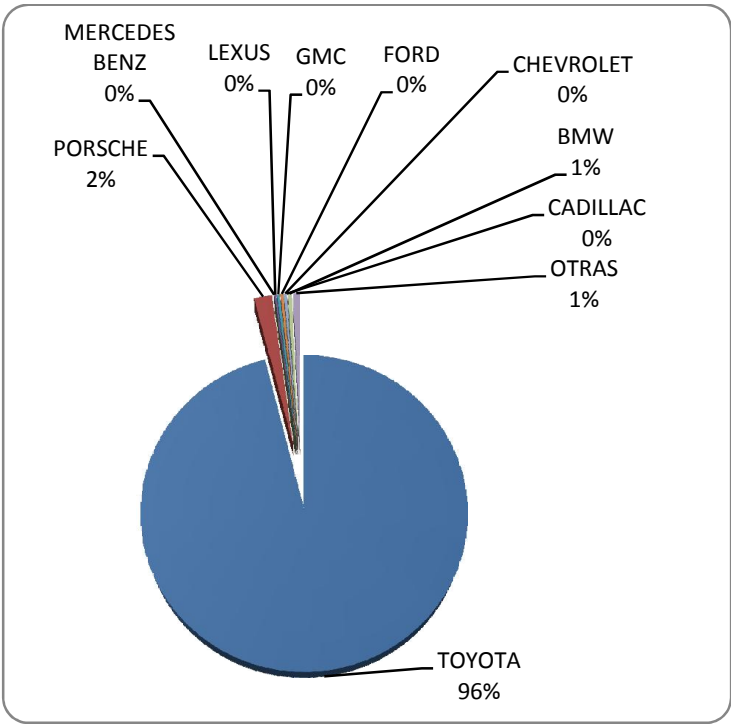


Figura 6. Importación de vehículos híbridos 2012
(AEADE, 2012)

-Los modelos de vehículos híbridos ahora en nuestro país es limitada a un reducido número de modelos o versiones, sin embargo los modelos que están circulando al momento en el país son:

2.1.4.1. Toyota Prius

-En 2005 se importó para el Ecuador el primer vehículo Toyota híbrido, con el propósito de iniciar estudios del desempeño del modelo Prius en el país. En 2007, el Ministerio de Energía y Electricidad Renovable, realizó pruebas comparativas entre el Toyota Prius y un vehículo de similares características, en su afán de velar por el ambiente, por medio de la reducción de consumo de combustible y de emisiones de CO₂, los resultados de este estudio fueron positivos y se confirmó los beneficios que brinda la tecnología híbrida a favor del ambiente. Con estos antecedentes, Toyota del Ecuador S.A. inició su gestión de negociación ante Japón para que Ecuador se convierta en el primer país en Sudamérica en introducir esta nueva tecnología. (Silva, 2010)



Figura 7. Toyota Prius

(Catalogo Toyota Prius 3ra Generación, 2010)

2.1.4.2. Toyota Highlander Hybrid

El Toyota Highlander Hybrid es el primer SUV híbrido para 7 pasajeros, es un vehículo que tiene la potencia de un motor V6 3300cc pero sin dejar de ser económico de combustible, además es un vehículo que cuenta con tracción en las ruedas delanteras y conducción eléctrica en las 4 ruedas, con un sistema de inteligencia llamado 4WD-I que está equipado con motor eléctrico anterior y posterior que brinda una mayor y balanceada energía en sus ruedas, con una aceleración casi inmediata, este vehículo se comercializaba en el país desde el 2009 hasta 2013 que bajaron sus ventas y se decidió dejar de importarlo debido a los aranceles impuestos a los vehículos con más de 2000cc. (Silva, 2010) (AEADE, 2012)



Figura 8. Toyota Highlander

(Guia Toyota, 2009)

2.1.4.3. Toyota Prius C Sport

El Toyota Prius C Sport es un vehículo con motor de 1.5 litros de gasolina y motor eléctrico, este vehículo es un hatchback de cinco puertas y cinco asientos, según Toyokasu Tanaka, Presidente Ejecutivo Toyota del Ecuador, los consumidores del Toyota Prius C Sport disfrutarán la tecnología del año 2020 en este vehículo, en Ecuador fue presentado en el jueves 15 de marzo del 2012 en el Palacio de Cristal en el parque del Itchimbía. (Revista acelerando, 2012) (Tanaka, 2012)

"Toyota del Ecuador decidió homologar estas pruebas mundiales en el país, para lo cual solicitó la intervención de la Secretaría de Ambiente del Distrito Metropolitano de Quito, quien en enero de este año, realizó una serie de pruebas que demuestran una reducción contundente en las emisiones de CO2 y en consumo de combustible al comparar el Prius C Sport con otros autos de venta en el país". (Automagazine.ec, 2012)



Figura 9. Toyota Prius C Sport

(Automagazine.ec, 2012)

2.1.4.4. Toyota Camry Híbrido

El Toyota Camry Híbrido se encuentra en el Ecuador a partir del 2009, existen dos versiones, uno con un motor V6 de 3.5 litros y 268 caballos de fuerza disponibles, y el otro con un motor de 4 cilindros de 2.5 litros y 156 caballos de fuerza. (Toyota.com, 2013)



Figura 10. Toyota Camry Hybrid

(Durán, 2012)

2.1.4.5. Lexus

La marca Lexus es una marca creada por la compañía Toyota para competir con los modelos de alta gama de BMW y Mercedes Benz, en el país podemos encontrar modelos Lexus con tecnología Híbrida desde el 2010 el cual son Lexus RX 450 Híbrido y Lexus HS250h como se pueden observar en las Figuras 11 y 12 respectivamente.



Figura 11. Lexus RX 450 Híbrido

(Park Place , 2013)



Figura 12. Lexus HS250h

(Ecoreserv.com, 2012)

2.1.4.6. Chevrolet

La empresa automotriz Chevrolet en el año 2010 realizó la presentación para Ecuador de sus modelos con tecnología híbrida, la Chevrolet Silverado Híbrida y la Chevrolet Tahoe Híbrida que se pueden observar en las Figura 13 y 14 respectivamente; la Chevrolet Silverado Híbrida es la primera pick up híbrida del mundo, tiene características de una

camioneta grande con capacidad de remolque de aproximadamente 2700 Kg, la Chevrolet Tahoe Híbrida es un vehículo utilitario todo terreno, el motor que tiene este vehículo es un V8 de 6 litros sin embargo proporciona un ahorro de un 40% frente a los modelos no híbridos de similares características. (Patiodeautos.com, 2010)



Figura 13. Chevrolet Silverado Híbrida

(PatioTuerca.com, 2010)



Figura 14. Chevrolet Tahoe Híbrida

(Carsfolia.com, 2013)

2.1.4.7.Ford

Ford en Ecuador representada por Quito Motors introdujo al país sus modelo Ford Escape Hybrid (Figura 15) en el año 2009 y el modelo Ford Fusion Hybrid en 2010 (Figura 16), aunque la concesionaria Orgu Costa, de la Provincia de Manabí, dejó de ofrecer los modelos híbridos a sus clientes el año pasado, dijo una empleada. (Patiodeautos.com, 2009) (El Universo, 2013)



Figura 15. Ford Escape Hybrid

(Aol Automoviles, 2009)



Figura 16. Ford Fusion Hybrid

(Listadecarros.com, 2012)

2.1.4.8.Otros modelos

En el Ecuador también podemos ver unos pocos modelos híbridos de otras marcas automotrices que circulan en el país tales como Honda, BMW, Mercedes Benz, Nissan, Volkswagen, Kia, Porsche, Cadillac y GMC, con sus modelos los cuales se muestran en las siguientes Figuras.



Figura 17. Honda CR-Z Híbrido

(Motorpasion.com, 2010)



Figura 18. BMW X6 ActiveHybrid

(Bravocars.es, 2009)



Figura 19. BMW 7 Hybrid

(Motorpasion.com, 2009)



Figura 20. Mercedes Benz S400 Hybrid

(Autobloguruguay.com.uy, 2011)



Figura 21. Nissan Altima Hybrid

(Listadecarros.com, 2012)



Figura 22. Volkswagen Touareg Hybrid

(Importrpm.com, 2010)



Figura 23. Kia Optima Hybrid

(Fabio, 2011)



Figura 24. Porsche Panamera S Hybrid

(Motorpasion.com, 2011)



Figura 25. Porsche Cayenne S Hybrid

(luxuo.com, 2009)



Figura 26. Cadillac Escalade Hybrid

(autoblog.com, 2011)



Figura 27. GMC Yukon Hybrid

(Listadecarros.com, 2012)

2.2.TOYOTA PRIUS

El Toyota Prius es el vehículo híbrido más emblemático de todos los tiempos, es el pionero y el más claro representante de los vehículos híbridos, este vehículo fue creado e impulsado por la creencia de que los vehículos respetuosos con el medio ambiente pueden tener un impacto positivo en la sociedad, el Toyota Prius fue lanzado en el mercado japonés en 1997 y fue el primer vehículo híbrido producido en serie, en 2001 fue lanzado en otros mercados a nivel mundial, el Toyota Prius se vende en más de 70 países en el cual Japón y Estados Unidos son sus mayores mercados, el Toyota Prius ha sido nombrado el " Mejor modelo de Coche Verde a Comprar el 2012", los Toyota Prius (Figura 28) se basan en tecnología Hybrid Synergy Drive de Toyota el cual se detalla a continuación. (Coches Híbridos Toyota, 2013) (Los tecnológicos, 2012)



Figura 28. Toyota Prius 2010

2.2.1. 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, el cual funciona de la siguiente manera:

- 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. (Ferrer & Domínguez, 2008) (Urdiales & Limón, 2012) (Blanco, 2013)

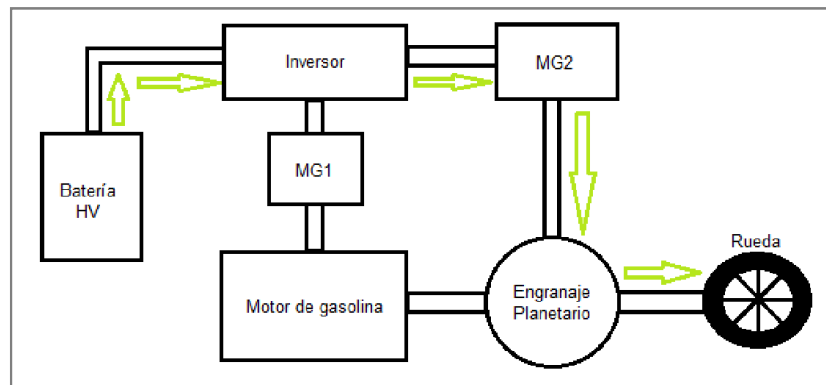


Figura 29. Funcionamiento del Hybrid Synergy Drive en aceleración inicial

-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. (Urdiales & Limón, 2012) (Ferrer & Domínguez, 2008) (Erjavec, 2010)

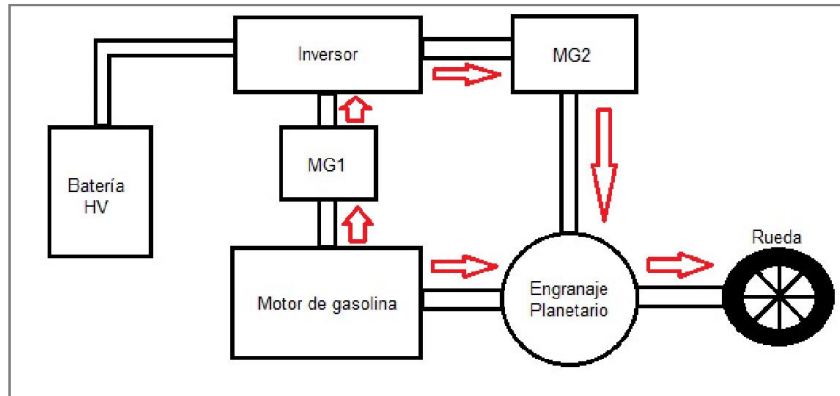


Figura 30. Funcionamiento del Hybrid Synergy Drive en conducción normal

-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. (Urdiales & Limón, 2012) (Manual Toyota Motor Corporation, 2009) (Erjavec, 2010)

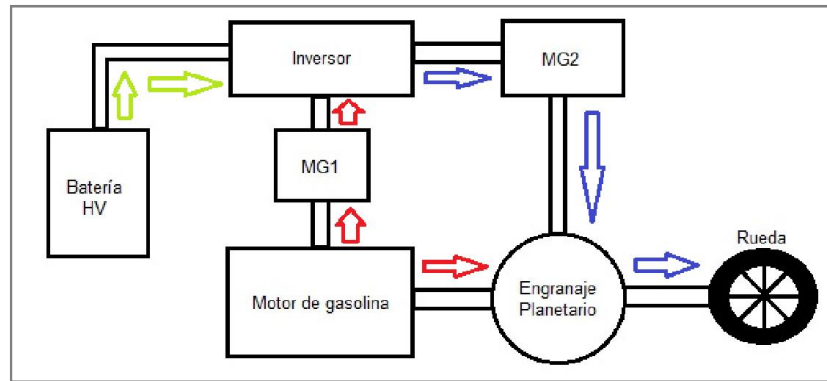


Figura 31. Funcionamiento del Hybrid Synergy Drive en aceleración fuerte

-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. (Urdiales & Limón, 2012) (Sanz, 2007) (Manual Toyota Motor Corporation, 2009)

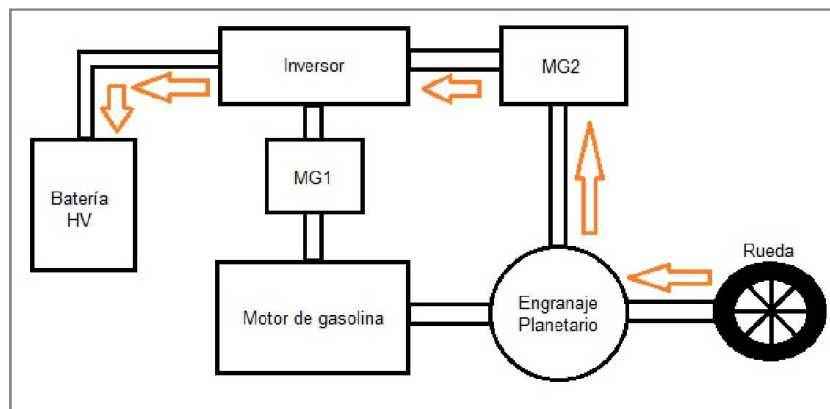


Figura 32. Funcionamiento del Hybrid Synergy Drive en desaceleración y frenado

-Marcha atrás o Retro

Al colocar la palanca de cambios en posición R cuando se requiere un retroceso del vehículo, es netamente impulsado por el motor eléctrico (MG2) y el motor de combustión interna se enciende cuando es requerido para cargar la batería HV, caso contrario permanece apagado hasta el momento que sea requerido de nuevo. (Urdiales & Limón, 2012)

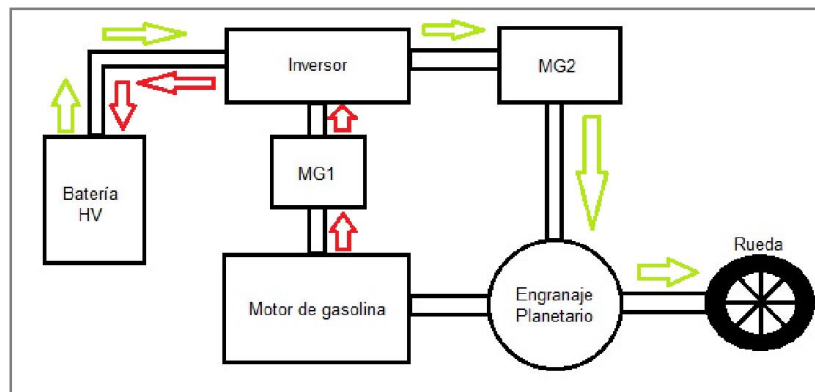


Figura 33. Funcionamiento del Hybrid Synergy Drive en marcha atrás

-Detención o parada

Al momento de detener por completo el vehículo como por ejemplo esperando un semáforo o en el tráfico de la ciudad, el motor de combustión interna se apaga para no consumir combustible y se enciende solamente si es necesario para cargar la batería HV y aumentar su temperatura. (Urdiales & Limón, 2012) (Sanz, 2007)

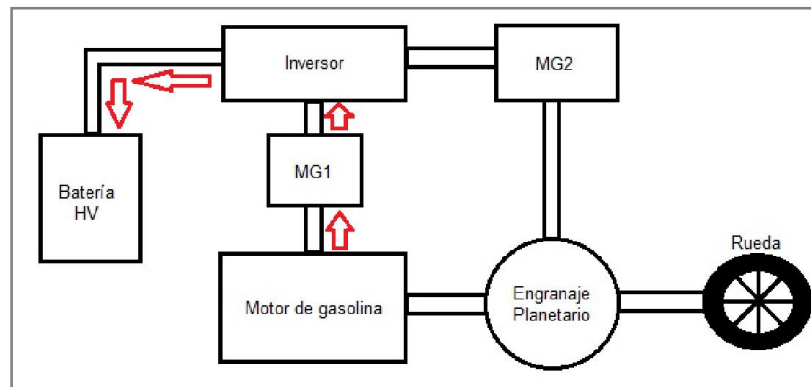


Figura 34. Funcionamiento del Hybrid Synergy Drive en detención

-A pesar de que función de conducción y presión del acelerador aplicada por el conductor sea; el eficiente sistema Hybrid Synergy Drive (HSD) del Toyota Prius decide si bien debe funcionar en modo eléctrico, modo motor de combustión interna o ambos; el conductor también puede decidir uno de los tres modos solamente presionando un botón de la consola central como se muestra en la Figura 35:

Modo Normal: En este modo el sistema Hybrid Synergy Drive (HSD) optimiza el uso de todos los componentes ya sea eléctrico o mecánico alternando el control de funcionamiento entre el motor de combustión interna, el motor eléctrico, o una combinación de ambos, de acuerdo a las condiciones de manejo requerida por el conductor. (Urdiales & Limón, 2012)

Modo EV: En este modo es utilizado para situaciones de tráfico denso de horas pico, en el cual el vehículo se coloca en conducción modo eléctrico y se puede desplazar una distancia de 2 km hasta una velocidad máxima de 50 km/h en camino recto, ya que si toma una pendiente encendería el motor de combustión interna para tener mayor par motor y si toma una bajada puede superar los 50 km/h en modo eléctrico, ya que desaceleraría, sin consumir combustible, ni emitir CO₂ al ambiente; el modo EV se cancela automáticamente si esta bajo el nivel de carga de la batería HV o se supera los 50 km/h. (Urdiales & Limón, 2012) (Sanz, 2007)

Modo PWR: En este modo es ideal para las autopistas o carreteras, aquí la respuesta del sistema híbrido al pisar el pedal del acelerador es inmediata e incrementa notablemente la agilidad de marcha y respuesta del vehículo. (Blanco, 2013)

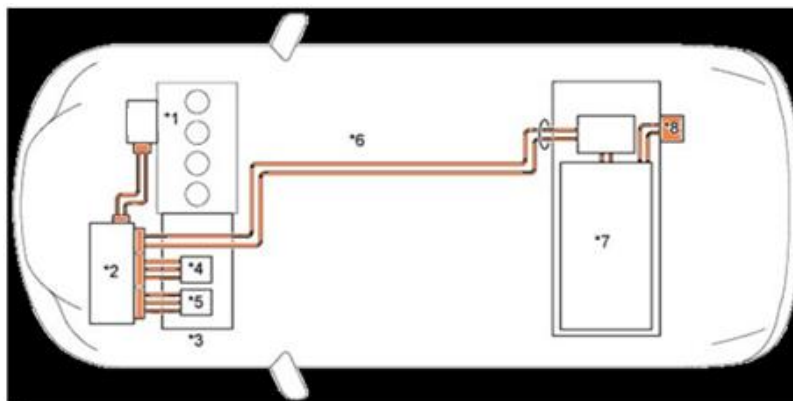
Modo ECO: En este modo es ideal para optimizar el consumo de combustible en el día a día, el cual al pisar el pedal del acelerador se obtiene una respuesta más suave, lo cual hace que reduzca el consumo de combustible y las emisiones al ambiente. (Blanco, 2013)



Figura 35. Control de mando de modos de conducción

2.2.2. Componentes y sistemas

A pesar de que se dividen los componentes en dos partes fundamentales, los componentes mecánicos y los componentes eléctricos; los dos trabajan en conjunto para lograr el mejor desempeño y performance del Toyota Prius, las partes y sistemas se detallan a continuación.



1	Motor de combustión interna con conjunto compresor de refrigeración	5	Moto-generator MG2
2	Conjunto Inversor	6	Cables Eléctricos
3	Conjunto de Transmisión	7	Batería HV
4	Moto-generator MG1	8	Manipulador para servicio (Jumper)

Figura 36. Componentes principales del Toyota Prius

(Urdiales & Limón, 2012)

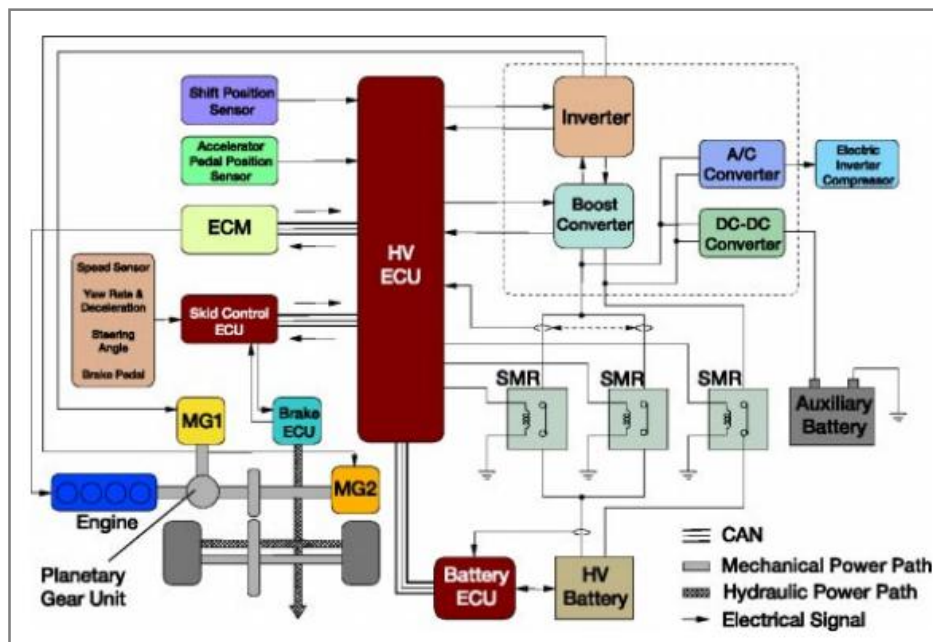


Figura 37. Diagrama del control del sistema híbrido

(Informe Toyota Technical Training, 2005)

2.2.2.1. Motor de combustión interna

El motor de combustión interna que lleva el Toyota Prius es un motor de 4 cilindros ciclo Atkinson de 1.8 litros que proporciona 98 HP de potencia y posee una distribución variable VVT-i, como se muestran en la Ficha Técnica en la Tabla 6, es el primer motor el cual no tiene correas de accesorios ya que su bomba agua y compresor aire acondicionado son eléctricos, la dirección asistida también es eléctrica y no posee alternador, ni motor de arranque; si bien es cierto que el motor ciclo Atkinson es el motor de menor emisión de HC y NOx del mundo y más eficiencia en lo que se respecta al consumo de combustible; es mucho menos la potencia entregada en comparación con un motor ciclo Otto de mismas características, sin embargo trabajando el motor ciclo Atkinson conjuntamente con el motor eléctrico, la potencia combinada del Toyota Prius se eleva a 136 HP, sus principales funciones son impulsar el vehículo y alimentar el generador (MG1) para recargar la batería HV, el motor se arranca y se detiene bajo el control de la ECU principal del vehículo. (Manual Toyota Motor Corporation, 2009) (Mendez, 2008)

Tabla 6. Fichas Técnicas de Toyota Prius y Toyota Corolla

(cochesyconcesionarios.com, 2013)

		Toyota Prius 1.8L 2010	Toyota Corolla 1.8L vvt-i 2012
Tipo de motor		2ZR-FXE	1ZZ-FE
Nº de cilindros		4 cilindros en línea	4 cilindros en línea
Mecanismo de válvulas		16 válvulas DOHC vvt-i	16 válvulas DOHC vvt-i
Carrera	mm	88.3	91.5
Cilindrada	cc	1798	1794
Relación de compresión		13:1	10:1
Octanaje		95 o más	95 o más
Potencia máxima	HP	98 @ 5200	128 @ 5200
Par Máximo	Nm	142 @ 4000	170 @ 4000
Consumo de combustible	L/Km	3.9	7.5
Emisiones de CO2	g/Km	92	179



Figura 38. Motor Toyota Prius 2010

(Graham, 2010)

2.2.2.2. Inversor

Este componente con varios elementos y sistemas electrónicos y eléctricos, es parte fundamental de los vehículos híbridos, es controlada por la unidad de control del sistema híbrido (ECU HV) que esta encarga de mandar ordenes al inversor para el correcto funcionamiento del vehículo y generar diagnósticos del sistema híbrido incluido si encuentra fallas y presenta códigos de falla (DTC), sus funciones son:

-Convertir 201.6 V corriente continua (DC) en 201.6 V corriente alterna trifásica (AC) para poder controlar y dar energía al compresor eléctrico del aire acondicionado (A/C).

-Multiplicar y transformar 201.6 V corriente continua (DC) que recibe de la batería HV en 650 V corriente alterna trifásica (AC) para poder controlar y dar energía al moto-generator MG2 para poder mover el vehículo cuando sale de la inercia y envía energía al moto-generator MG1 cuando requiere que este encienda el motor de combustión interna supliendo al motor de arranque que usa un vehículo convencional.

-Transformar la alta tensión, corriente alterna (AC), recibida del moto-
generador MG2, cuando el vehículo regenera energía al momento de la
desaceleración y frenado, en corriente continua (DC) y así mismo de
parte del moto-generador MG1 genera energía producida por el motor de
combustión interna y de este modo cargar la batería HV cuando se lo
requiera o el conductor coloque la palanca en B en una desaceleración en
el cual el moto-generador MG1 también acompaña en esa condición.

-Permitir convertir los 201.6 V corriente continua (DC) provenientes de la
batería HV a 12 V corriente continua (DC) para cargar la batería 12 V y
así suplir la ausencia de un alternador en el vehículo y lograr enviar
energía a todos los accesorios que se utilizan dentro del vehículo.
(Mendez, 2008) (Augeri, 2012)

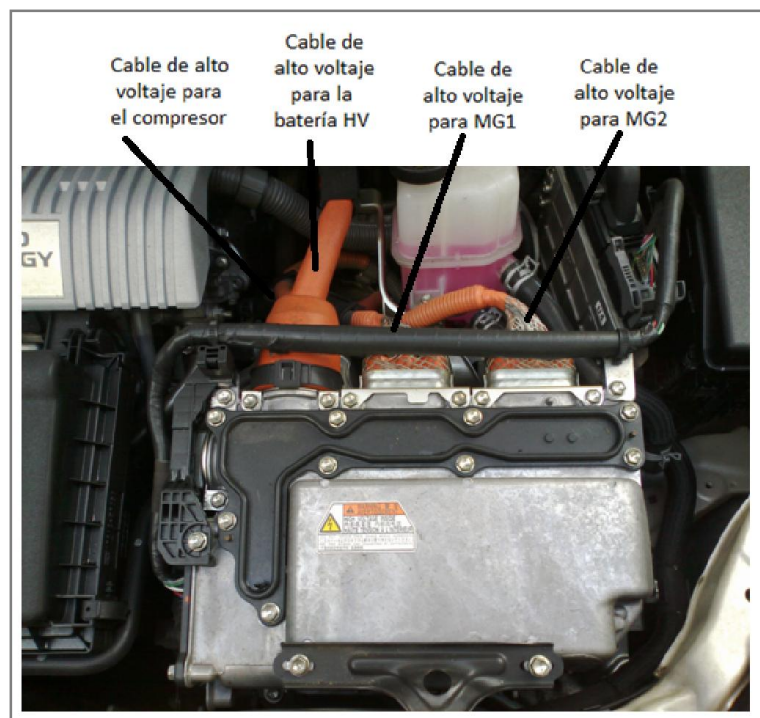


Figura 39. Inversor de Toyota Prius con sus respectivos cables

2.2.2.3. Transmisión

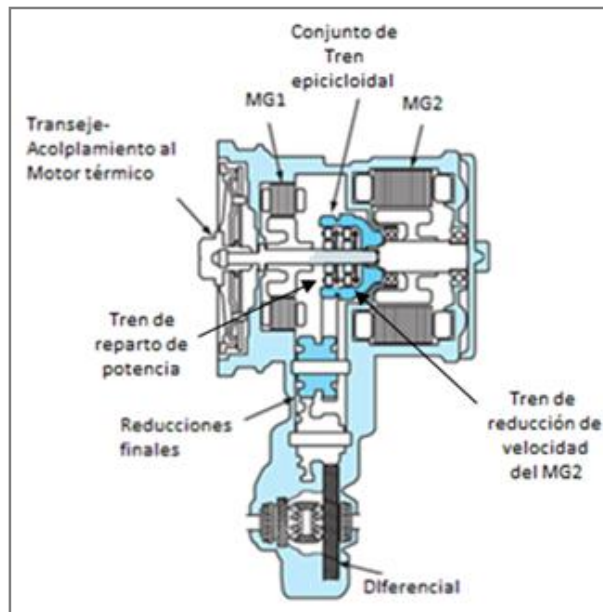


Figura 40. Transmisión de Toyota Prius

(Erjavec, 2010)

La transmisión del Toyota Prius está compuesta por los dos moto-generadores MG1 y MG2; estos trabajan combinados mediante dos conjuntos de engranajes planetarios o conjuntos de tren epicycloidales (como se muestra en la Figura 40), los cuales son el corazón de este sistema y Toyota lo llamó "dispositivo repartidor de potencia" que en inglés se escribe Power Split Device (PSD), el primer tren epicycloidal es de reducción de velocidad del moto-generador MG2, este reduce la elevada velocidad del moto-generador MG2 aumentando su par y tiene una relación de transmisión de 2.64; el segundo tren epicycloidal es el tren de reparto de potencia el cual funciona unificando el esfuerzo de cada uno de motores (Motor de combustión interna, Moto-generador MG1 y Moto-generador MG2) y sus componentes se encuentran acoplados de la siguiente forma (como se muestra en la Figura 41): (Concepcion, 2006) (Erjavec, 2010)

- El engranaje central o planeta (verde) está unido al moto- generador MG1.
 - El porta-satélites (azul) está unido al motor de combustión interna.
 - La corona (rojo) está unida al moto- generador MG2.
- (traslapersiana.blogspot.com, 2008)

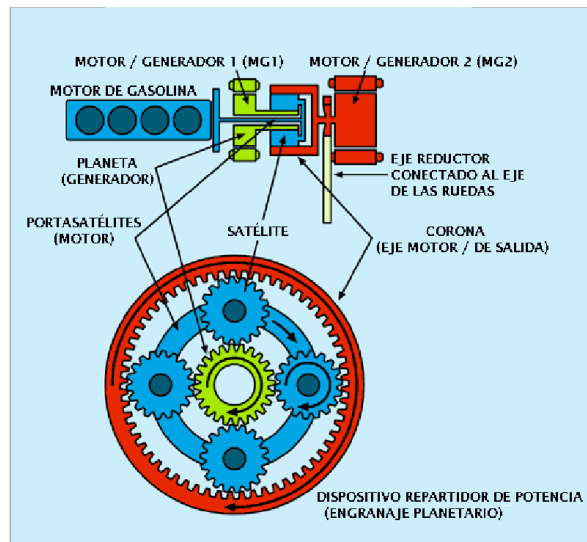


Figura 41. Distribución del tren epicycloidal con los motores de un vehículo híbrido

(traslapersiana.blogspot.com, 2008)

2.2.2.4.Moto-generadores

Los moto-generadores son motores eléctricos trifásicos de imán permanente que trabajan con un voltaje nominal de 650 V y sus ventajas dentro del vehículo híbrido son su compacidad, su fácil refrigeración, su bajo mantenimiento, su baja sonoridad tal como lo indican los catálogos Toyota; también tienen desventajas como su posibilidad de desmagnetización, riesgo de averías en el inversor, su limitada entrega de par a alta velocidad y por supuesto su alto costo en caso de avería y requiera ser reemplazado, estos motores son parte fundamental para que el sistema híbrido del Toyota Prius funcione; son dos los que utiliza este

vehículo que se detallan a continuación: (Catalogo Toyota Prius 3ra Generación, 2010) (Castillo & Torres, 2011)



Figura 42. Moto-generadores

(motorpasion.com, 2011)

2.2.2.4.1.MG1

A pesar de que el moto-generator MG1 tiene su principal función de generar corriente alterna (AC) trifásica para recargar la batería HV; tiene también funciones como dar energía al moto-generator MG2 como apoyo y reemplazar el motor de arranque para encender el motor de combustión interna, sus especificaciones se muestran a continuación en la Tabla 7: (Urdiales & Limón, 2012) (Castillo & Torres, 2011)

Tabla 7. Ficha Técnica MG1 en Toyota Prius 2010

(Urdiales & Limón, 2012)

	Generador MG1
Tipo	Motor AC trifásico
Funciones	Generador, arrancador del motor de combustión interna
Voltaje Nominal (V)	AC 650
Máxima Potencia (Kw/RPM)	37.8/9500
Par Máximo (Nm/RPM)	45/0-6000
Amperaje a par máximo (A)	75
Máximo Régimen (RPM)	10 000
Sistema de enfriamiento	Refrigeración líquida con anticongelante

2.2.2.4.2.MG2

El moto-generador MG2 es más conocido como motor eléctrico por generar propulsión al vehículo de forma eléctrica hasta 50 km/h o ayudar al motor de combustión interna para alcanzar 100 km/h en 10.9 segundos; también tiene funciones de generador eléctrico al momento de frenadas y desaceleraciones y aportando a la carga de la batería HV, este moto-generador tiene una potencia máxima de 60 Kw y un Par máximo de 207 Nm pero acoplado al reductor de velocidad (mencionado anteriormente) este se eleva a 546 Nm; 146 Nm mas que el Moto-generador incluido en la anterior versión del Toyota Prius el cual entregaba 400 Nm (Mendez, 2008) (Manual Toyota Motor Corporation, 2009); sus especificaciones se muestran a continuación en la Tabla 8:

Tabla 8. Ficha Técnica MG2 en Toyota Prius 2010

(Urdiales & Limón, 2012)

	Motor Eléctrico MG2
Tipo	Motor AC trifásico
Funciones	Mover el vehículo, freno regenerativo
Voltaje Nominal (V)	AC 650
Máxima Potencia (Kw/RPM)	60/1200-1540
Par Máximo (Nm/RPM)	546/0-1200
Amperaje a par máximo (A)	230
Máximo Régimen (RPM)	13 000
Sistema de enfriamiento	Refrigeración por aire

2.2.2.5. Cables eléctricos

Los cables eléctricos de alta tensión del sistema híbrido de los Toyota son de color naranja y su función es conducir corriente continua (DC) de alta tensión desde la batería HV hasta el inversor y viceversa, también transportan corriente alterna trifásica (AC) desde el inversor hasta el moto-generador MG1, el moto-generador MG2 y el compresor eléctrico de aire acondicionado (A/C). (Manual Toyota Motor Corporation, 2009)

2.2.2.6. Conjunto de la Batería HV (High Voltage)

El conjunto de la batería HV es de tipo níquel-hidruro metálico (NiMH) con 201.6 Voltios de corriente continua (DC), conformado por 28 celdas de 7.2 Voltios conectadas en serie, el conjunto de batería HV está colocada

en la parte trasera del vehículo debajo del asiento trasero para tener menor riesgo de deformación en caso de un impacto o choque del vehículo, el electrolito que contiene las celdas del conjunto de baterías es en gel para minimizar cualquier riesgo de fugas, también está protegida por carcasas metálicas, el conjunto de la batería HV cuenta con una ECU HV, situada junto a la batería HV, para poder controlar y conocer el estado de carga y temperatura de la batería, para poder realizar diagnósticos y crear códigos de falla (DTC) si es el caso (Augeri, 2012) (Amaguaya & Cachupud, 2011) (Urdiales & Limón, 2012), a continuación se muestran las especificaciones en la Tabla 9:

Tabla 9. Especificaciones Conjunto Batería HV Toyota Prius 2010
(Catalogo Toyota Prius 3ra Generación, 2010)

Conjunto de la Batería HV	
Tipo	Níquel - hidruro metálico
Cantidad de módulos	28
Voltaje por modulo	7.2 V
Voltaje Nominal	201.6 V
Capacidad	6.5 A/h
Tipo de Refrigeración	Refrigeración por aire
Numero de sensores de temperatura	Para ingreso de aire = 1 Para modulo de batería = 3



Figura 43. Ubicación del Conjunto de Baterías HV en el Toyota Prius

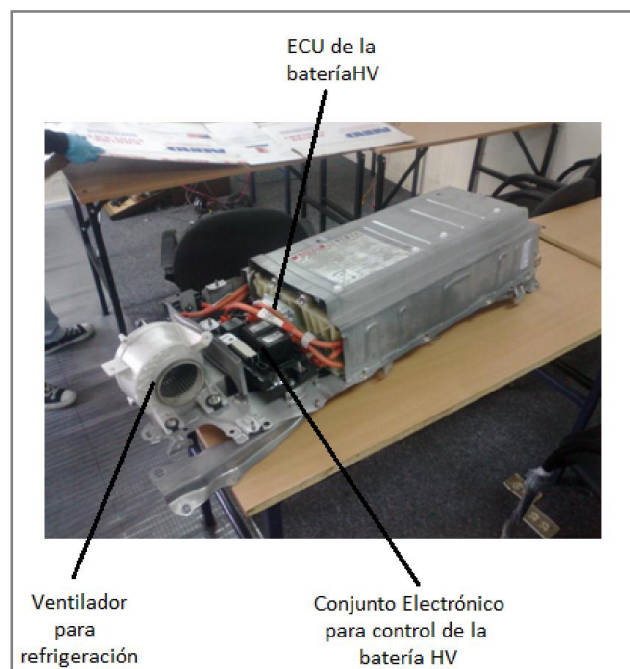


Figura 44. Conjunto de la batería HV desmontada del vehículo

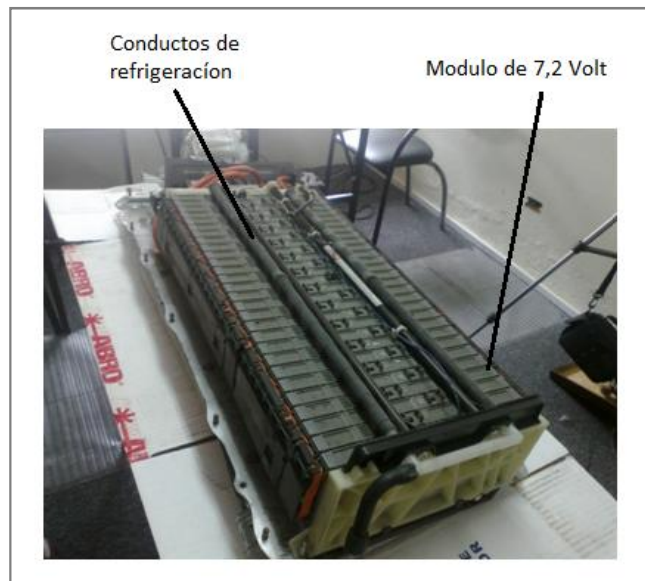


Figura 45. Conjunto de batería HV sin carcasa metálica protectora

2.2.2.7.Sistema Multiplexado

Los vehículos actuales ya sea convencional o híbrido llevan un gran número de unidades de control electrónicas (ECU) las cuales realizan un intercambio permanente de datos e información para que el vehículo pueda tener mayor equipamiento en seguridad, confort y se pueda realizar un diagnóstico más preciso. (Valencia, 2010)

2.2.2.7.2.Redes de comunicación

Las redes en los vehículos se presentan de diferentes configuraciones de acuerdo al fabricante o la marca del vehículo, al igual que el diseño de su electrónica y la ubicación de sus módulos o ECUs instalados en el automóvil. (Valencia, 2010)

Las diferentes configuraciones que existen en las diferentes marcas de vehículos son:

- Configuración punto a punto
- Configuración en anillo
- Configuración en estrella
- Configuración lineal
- Configuración maestro/esclavo
- Configuración Daisy Chain

2.2.2.7.3. Protocolos de comunicación

Los protocolos de comunicación son el lenguaje y normas con las que se comunican los módulos o ECUs, clasificados según sus fabricante se dividen en:

- Protocolo VAN, que utilizan marcas francesas como Renault, Citroën y Peugeot.
- Protocolo SAE-1850, que utilizan marcas estadounidenses como Chrysler, General Motors y Ford.
- Protocolo CAN, la que utiliza el Toyota Prius que se va a estudiar fue creado por la marca Bosch y utilizan varias marcas como Toyota, Mazda, Mercedes Benz, BMW y otras más en el mundo. (Carcelen, 2009)

El Protocolo CAN es un bus de comunicaciones que permite compartir una gran cantidad de información entre las unidades de control (ECU) incluidas al sistema a una mayor velocidad de transmisión, la cual es de 500 Kb/s y 1Mb/s; este protocolo conlleva la función de los dispositivos de gestión electrónica del motor, del sistema híbrido, alimentación, encendido y antibloqueo de frenos. (Valencia, 2010)

El protocolo CAN tiene dos cables para su comunicación, el un cable lleva valores de tensión que oscilan entre 0V y 2.25V, por lo que se denomina cable L (Low Speed) y el otro, el cable H (High Speed) lo hace con valores entre 2.75V. y 5V, si se interrumpiese la línea H o hiciera

contacto a masa, el sistema trabajaría con la señal de Low, en el caso de que se interrumpa la línea L, ocurrirá lo mismo pero viceversa, este caso permite que el sistema siga trabajando con uno de los cables. (Valencia, 2010)

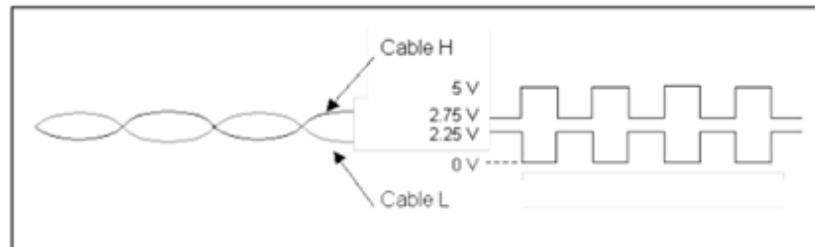


Figura 46. CAN Bus con sus cables High y Low

(Valencia, 2010)

A pesar de que el Protocolo CAN Bus conlleva varias funciones en varios dispositivos a alta velocidad (hasta 1 Mbps), también se creó una red de baja velocidad (menor o igual a 125 Kbps), dedicada a la comunicación de los dispositivos electrónicos internos del vehículo como son control de puertas, luces, asientos y levanta cristales, este protocolo lleva el nombre de LIN Bus. (Mesa, 2008)

2.2.3. Módulos utilizados en el Toyota Prius

El Toyota Prius cuenta con un gran número de módulos o ECUs los cuales vienen distribuidos en todo el vehículo; el modelo del vehículo que se importa al país presenta las ECUs siguientes:

- ECU de control del motor de combustión interna (ECM)
- ECU de control de gestión de alimentación (ECU HV)
- ECU de control de la transmisión (TCM)
- ECU principal de la carrocería (BCM)

- ECU de control de la batería HV
- ECU de la llave inteligente
- Módulo de cuadro de instrumentos (IPC)
- ECU de control del cinturón de seguridad
- ECU de control del conjunto del Airbag central
- ECU de la servodirección
- ECU de control de derrape

Sin embargo el modelo del Toyota Prius que se encuentra en Estados Unidos, Japón y Europa posee módulos adicionales enfocados a la seguridad y confort de los ocupantes, los cuales los tenemos a continuación:

- ECU de asistencia a la conducción
- ECU de de asistencia al estacionamiento
- ECU de navegación

(Manual de reparaciones Toyota, 2010)

2.2.4. Diagnósis

En el sistema de la tecnología híbrida de Toyota, cuando la ECU HV, la ECM o la ECU de la batería HV detectan un mal funcionamiento en sus sistemas, la ECU HV efectúa un diagnóstico y memoriza las secciones a las que la avería pertenece, para informar al conductor sobre el mal funcionamiento, establece que se encienda la luz de aviso de comprobación de motor (Luz testigo MIL) y la luz de aviso del sistema híbrido si es el caso. (Gil Martínez, 2008)

2.2.4.1. Análisis de Datos OBD II mediante el Scanner Automotriz

Para comprobar los códigos de diagnóstico (DTC) se debe colocar el Scanner Automotriz al conector de transmisión de datos (DLC3) del vehículo, véase en la Figura 47, esta se encuentra en la parte inferior izquierda del volante, el Scanner Automotriz (en este caso se utilizara el Scanner G-scan) le permite borrar el DTC y comprobar los datos de voltajes, temperaturas de los sistemas del vehículo, ya sea inmediatos o congelados del momento en el que se produjo el DTC. (Gil Martínez, 2008)

2.2.4.2. Conector de Diagnóstico OBD II

El conector de diagnóstico o DLC3 tiene sus terminales sujetos a los ajustes de la norma SAEJ1962, que se detalla en la siguiente Figura, y cumple con el formato ISO 14230 en la cual las unidades de control o módulos de los vehículo producidos desde el año 1996 se rigen para la comunicación y para el diagnóstico. (Gil Martínez, 2008)

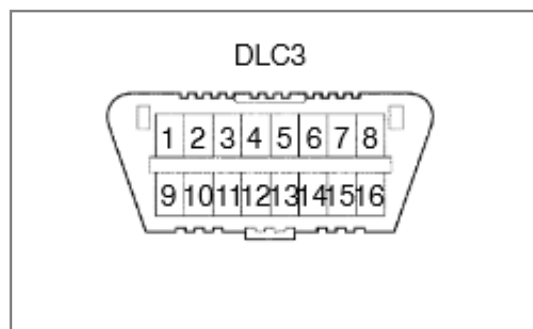


Figura 47. Conector de Diagnóstico (DLC3)

(andriuz.skynet.lt, 2012)

Los terminales del conector se encuentran distribuidos de la siguiente forma:

- Pin N° 2 - Comunicación SAE VPW/PWM, SAE J1850
- Pin N° 4 - Masa del Vehículo
- Pin N° 5 - Masa de Señal
- Pin N° 6 - CAN, Línea alta, SAE J2284 (CAN HIGH)
- Pin N° 7 - Comunicación ISO 9141-2 (Línea K)
- Pin N° 10 - Comunicación PWM, SAE J1850
- Pin N° 14 - CAN, Línea baja, SAE J2284 (CAN LOW)
- Pin N° 15 - Comunicación ISO 9141-2 (Línea L)
- Pin N° 16 - Positivo de Batería

(Augeri, 2012)

2.2.4.3. Simbología de los Códigos de Diagnóstico OBD II

Una vez presentados los códigos de diagnóstico (DTCs) se puede observar que cada uno de los dígitos presentados del código tienen un significado específico de diagnóstico, detallados en la siguiente tabla:

Tabla 10. Descripción de los dígitos de los códigos de diagnóstico (DTC) de Toyota

(Manual de reparaciones Toyota, 2010)

Significados de los dígitos de los Códigos de Diagnóstico		
Primer Dígito		
P	Powertrain	Motor, Transmisión
B	Body	Carrocería, Confort e Inmovilizador
C	Chassis	Chasis, ABS y Airbag
U	Communication/Networking	Módulos y transmisión de datos
Segundo Dígito		
0	SAE	DTCs Estandarizados
1 - 3	Toyota	DTCs Específicos de Toyota
Tercer Dígito		
0	Sistema Total	
1	Ingreso Aire / Combustible	
2	Inyección de Combustible	
3	Sistema de Encendido	
4	Control de emisión de gases	
5	Velocidad Vehículo, Control de ralentí	
6	ECM	
7	Tracción	
8, 9, A - F	Toyota	DTCs Específicos de Toyota
Cuarto y Quinto Dígito		
0 - 9, A - F	Componentes de circuitos individuales	

2.2.5. Consumo de combustible

El consumo de combustible del Toyota Prius, según las especificaciones descritas en el catalogo del Toyota Prius para el vehículo con ruedas Rin 15 , es de 3.9 litros/100km con una conducción combinada (Catalogo Toyota Prius 3ra Generación, 2010); se procedió hacer unas pruebas de

consumo de combustible dentro de la ciudad de Quito y se obtuvieron los siguientes resultados, descritas en la siguiente Tabla:

Tabla 11. Pruebas de consumo de combustible realizadas en Quito

Datos obtenidos del panel de instrumentos del vehículo

Distancia	10 km	10 km	10 km
Velocidad Promedio	15 km/h	24 km/h	20 km/h
Consumo de Combustible	5.7 L/100km	7.1 L/100km	5.5 L/100km
Tipo de Conducción	Tranquila	Brusca	Normal
Promedio de consumo	6.1 L/100km		

-A pesar de los resultados de consumo de combustible dados en las pruebas es de promedio de 6.1 L/100km con diferentes tipos de conducción; el resultado más efectivo en el cual hubo un consumo más óptimo fue con conducción tipo normal a una velocidad promedio de 20 km/h.

2.2.6. Seguridad y Confort

El Toyota Prius ha obtenido la máxima calificación en las pruebas de EuroNCAP, el cual el vehículo cuenta con una alta capacidad de absorción de impactos y protección a los pasajeros ya que el chasis fue diseñado para desempeñarse efectivamente ante impactos frontales, laterales y traseros además que viene incorporado con varios sistemas para optimizar la seguridad de los pasajeros dentro del vehículo; algunos de sus sistemas son el StartSafetySystem que incluye Sistema de frenado antibloqueo, Distribución Electrónica de la Fuerza de Frenado (EBD), Asistente de Frenado (BA), Control de Tracción (TRAC); también posee

faros halógenos, retrovisores con desempañador electrónico y neblineros delanteros para que el conductor tenga la mejor visibilidad al momento de conducir en condiciones climáticas extremas como por ejemplo lluvias intensas con granizo en el caso de la ciudad de Quito y neblina "espesa" como el caso de las carreteras del país; asimismo cuenta con 9 Airbags distribuidos en todo el vehículo con 2 Airbags para el conductor y su acompañante, 2 Airbags laterales montados en los asientos delanteros (como se muestra en la Figura inferior), 4 Airbags de cortina en las dos filas de asientos y 1 Airbag de rodilla para el conductor, incluyendo sensores de colisión para desactivar la batería de alto voltaje HV e inmovilizador del motor. (Catalogo Toyota Prius 3ra Generación, 2010) (Carvallo, 2011)



Figura 48. Airbags de el conductor y su acompañante

Este vehículo está muy bien equipado para que el conductor se sienta seguro al momento de conducir; también cuenta con equipamiento para que los pasajeros se sientan cómodos y confortables dentro del vehículo por eso cuenta con Radio JBL, Climatizador automático, Sistema SmartKey para apertura y conducción sin llave, Controles de audio, climatizador y funciones de pantalla multifuncional integradas al volante, sensores de lluvia con activación de limpia parabrisas automáticos, volante y asientos regulables en altura y profundidad, luz superior enfocada en la palanca de cambios, control velocidad crucero y el

Sistema HUD (Head up display) en el cual se proyecta el kilometraje y el indicador del sistema híbrido como se muestran en las siguientes Figuras.
(Catalogo Toyota Prius 3ra Generación, 2010)



Figura 49. Interior del Toyota Prius 2010



Figura 50. Control velocidad crucero y el Sistema HUD (Head up display)



Figura 51. Controles de audio, climatizador y funciones de pantalla multifuncional integradas al volante



Figura 52. Sistema SmartKey para apertura y conducción sin llave

2.3.Modelos

El Toyota Prius desde que salió al mercado hace 16 años ha sido el pionero de las nuevas tecnologías híbridas con bastantes recursos dedicados al desarrollo de este vehículo y ahora ya cuenta con tres generaciones en su historial y otra versión del Toyota Prius más deportiva, a continuación se detalla cada uno de estos:

2.3.1. PRIUS 1ra generación

En 1994 cuando se presentó en el Tokyo Motor Show el primer concepto del Toyota Prius pero aun no tenía el nombre oficial de Prius, se llamaba XW10, en 1997 se lanza al mercado japonés el primer Toyota Prius y posteriormente en 2000 sale el modelo que sería conocido como la primera generación del Toyota Prius con más potencia y velocidades más altas contando con un motor 1.5 L de ciclo Atkinson de 71 HP y 45 HP en el motor eléctrico, además de disponer de aire acondicionado y dirección asistida, esta sería la primera generación se extendería hasta 2003. (motorpasion.com, 2012)



Figura 53. Toyota Prius 1era Generación

(Rodriguez, 2010)

2.3.2. PRIUS 2da generación

En el 2003 se rediseño del Toyota Prius, el modelo se renovaba estéticamente para volverlo más aerodinámico llegando a un coeficiente de resistencia aerodinámica de 0.26 y con una distribución notoria del espacio interior para conseguir más espacio de carga, en esta generación se incluía ya una garantía de 160 000 km u ocho años para todo el sistema híbrido, incluido la batería HV. (motorpasion.com, 2012)



Figura 54. Toyota Prius 2da Generación

(Cutuli, 2009)

2.3.3. PRIUS 3ra generación

Esta es la generación del presente, está en el mercado desde 2010, en este modelo se aumentó el volumen del motor de combustión interna llegando a 1.8 L, de ciclo Atkinson con 98 HP, esta generación cuenta con más par motor y cambiando estéticamente de nuevo para mejorar, aún más, el coeficiente de resistencia aerodinámica a 0.25 y logrando una imagen más futurista, en general el coche presentó importantes mejoras en eficiencia de consumos de combustible y cantidad de gases nocivos emitidos. (motorpasion.com, 2012)



Figura 55. Toyota Prius 3ra Generación

(hoymotor.com, 2011)

2.3.4. PRIUS C Sport

Este modelo se lanzó en el 2011 en Japón y Estados Unidos es más compacto y más ligero que el Prius 3ra generación así como más barato, el Prius C Sport no se comercializó en Europa, y a Ecuador llegó en 2012. (Revista acelerando, 2012) (motorpasion.com, 2012)



Figura 56. Toyota Prius C Sport

(Durán M. , 2012)

2.3.5. El Futuro de PRIUS

Toyota en Estados Unidos, destacó a través de su vicepresidente estratégico Chris Hostetter, que "el Toyota Prius lucirá mejor que nunca con el fin de ampliar su mercado, los ingenieros poseen una difícil tarea de mejorar su aspecto sin perder la esencia del tan aclamado vehículo, esperando así tenga el vehículo una vida más útil y larga, aseguro que su lanzamiento será en el año 2014". (Toyotenado, 2013)

A pesar de que se va a cambiar el aspecto del Prius para el futuro; lo que viene y ya está pisando fuerte es el Toyota Prius Plug-in el cual es estéticamente similar al Toyota Prius 3ra generación pero lo más destacado de este modelo es su tecnología híbrida el cual se puede conectar al toma corriente del hogar y así cargar la batería HV sin

consumir ni una gota de combustible y así al auto llegaría a tener una autonomía de 25 kilómetros cuando se mueve en modo eléctrico (EV) y en este modo puede llegar hasta los 100 km/h de velocidad máxima, pese a que este innovador modelo aun no se comercializa en el país, Toyota del Ecuador lo ha dado a conocer con demostraciones de este modelo para difundir su compromiso como líder de la movilidad hacia el futuro. (Uquillas, 2013)

3. METODOLOGÍA

3.1. Fallas frecuentes de el Toyota Prius

En este capítulo se utiliza un método exploratorio-descriptivo donde se investiga los problemas frecuentes que se puede presentar en el Toyota Prius, observando el desempeño y rendimiento que puede presentar el vehículo al momento de tener alguna avería y conoceremos como se muestran los códigos (DTC) cuando se introduce una herramienta de diagnóstico automotriz en el vehículo.



Figura 57. Presentación de falla del Sistema Híbrido en el tablero de instrumentos

En esta investigación se utiliza dos tipos de herramientas de diagnóstico automotriz como son el Scanner Automotriz G-Scan, presentada en la siguiente Figura.



Figura 58. Scanner Automotriz G-Scan

Además se utiliza el software de diagnóstico automotriz Techstream de Toyota (Véase Figura 59), el cual se comunica con el vehículo por medio del cable interfaz llamado Mongoose que tiene el conector OBD II (Véase Figura 60).

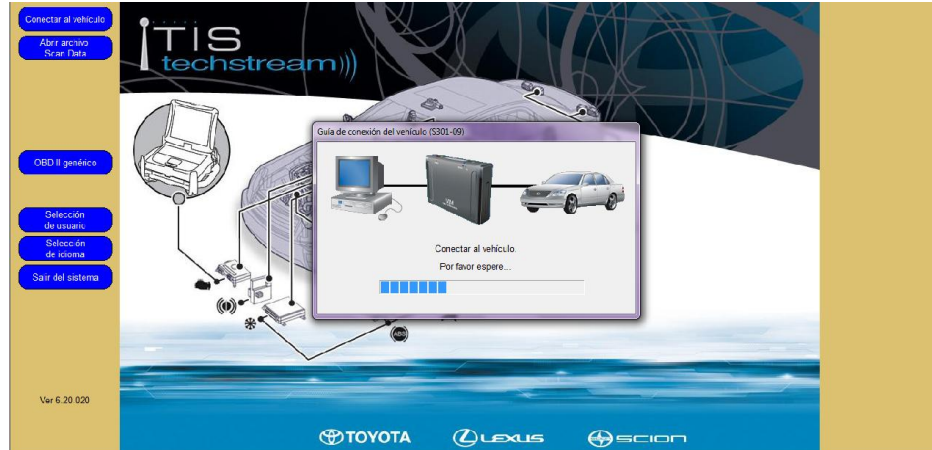


Figura 59. Software de Diagnóstico Automotriz Techstream de Toyota al momento de conectar con el vehículo



Figura 60. Cable interfaz Mongoose

3.1.1. Precauciones a tomar en el manejo del sistema híbrido de Alta Tensión

Al momento de manipular los componentes del sistema híbrido, es muy importante tomar las medidas de precaución para evitar cualquier tipo de lesión por consecuencia de una descarga eléctrica, ya que los componentes del sistema híbrido trabaja con voltajes altos como por ejemplo 201.6 Voltios que utiliza el Toyota Prius.

Antes de revisar el sistema de alta tensión o sistema híbrido se debe utilizar guantes aislantes (Véase siguiente Figura) y desconectar la toma de servicio o Jumper como se muestra en la Figura 62.



Figura 61. Guantes Aislantes



Figura 62. Toma de servicio o Jumper y ubicación en el vehículo

Tras la extracción de la toma de servicio o Jumper se debe esperar por lo menos 10 minutos antes de manipular el sistema, según el Manual de reparaciones Toyota, 2010 se requiere ese tiempo para que se descargue el condensador de alta tensión ubicado en el inversor y así evitar descargas eléctricas.

3.1.2. Mantenimiento Preventivo

Es muy importante realizar en todo vehículo el mantenimiento preventivo cada cierto periodo de tiempo o kilometraje para conservar el vehículo, en los vehículos híbridos es igual de importante realizarlos cada periodo de tiempo, tanto en sus sistemas mecánicos como eléctricos de alto voltaje, a continuación se detalla que debe efectuar en los principales sistemas del Toyota Prius para alargar la vida útil de sus componentes.

3.1.3. Modo de Mantenimiento

El modo de mantenimiento sirve para poder realizar trabajos como limpieza de inyectores, análisis de gases y revisión de ruidos en el motor de combustión interna, ya que en este modo el motor del vehículo enciende y se mantiene prendido hasta volver a apagar el vehículo, en este modo no es recomendable dar tracción al vehículo ya que puede averiar el transeje híbrido, para colocar el modo mantenimiento se requiere seguir un procedimiento descrito a continuación:

- Se coloca en contacto (ON-Ignición) el vehículo
- Estando en la posición Parking (P) se procede a presionar el acelerador 2 veces
- Luego se coloca la palanca de cambios en Neutro (N) y se vuelve a presionar el acelerador 2 veces
- Después se presiona el botón de Parking (P) y se vuelve a presionar el acelerador 2 veces
- Para finalizar se presiona el freno y se presiona el botón "Power" para colocar en READY el vehículo y el motor de combustión interna se enciende y el panel de instrumentos muestra un mensaje que dice "MODO DE MANTENIMIENTO", como se muestra en la siguiente Figura.

-Para detener este modo y que regrese al modo normal híbrido es necesario aplastar el botón "Power" para apagar el vehículo.

-Este procedimiento sirve solamente para el modelo Toyota Prius y Toyota Prius C Sport, para otros modelos híbridos se lleva a cabo otro procedimiento.



Figura 63. Mensaje del "Modo de Mantenimiento" en el tablero de instrumentos

3.1.4. Mantenimiento de la Batería HV

Para proceder a realizar el mantenimiento de la Batería de alta tensión HV se necesitó desmontarla del vehículo para poder realizar los trabajos de limpieza de las láminas de bronce (Véase siguiente Figura), limpieza de los conductos de refrigeración y limpieza del soplador.

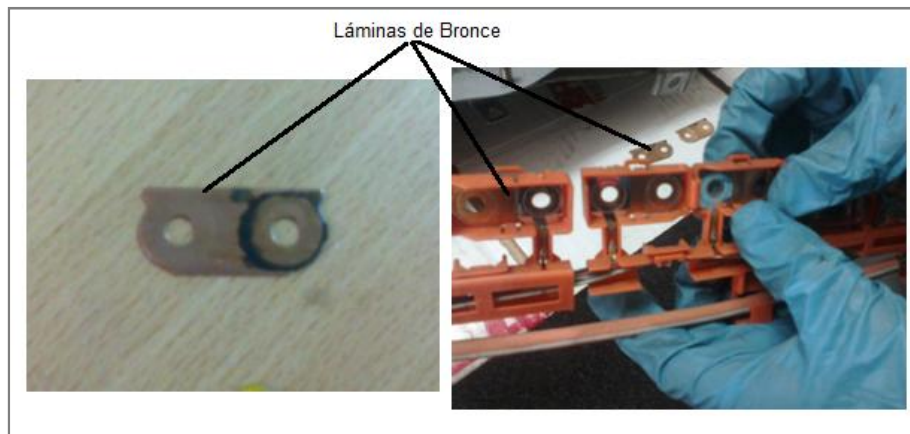


Figura 64. Láminas de Bronce de la batería HV

3.1.4.1. Limpieza de Láminas de Bronce o "Chapitas"

Si las láminas de bronce o "chapitas" se encuentran en mal estado, ósea con oxido lo ideal es cambiarlas, sin embargo limpiarlas es una opción factible ya que no se distribuyen estos repuestos en el país, para limpiarlas se procedió a retirarlas de la batería de alta tensión y se les coloco en una mezcla de agua con bicarbonato de sodio y limón (como se muestra en la siguiente Figura), esto para limpiar el oxido y con esto mejorar el paso de corriente de la batería de alta tensión, ya que el oxido obstruye el paso de corriente aumentando la resistencia de las láminas de bronce.



Figura 65. Mezcla de Agua, bicarbonato de sodio y limón

Luego se procedió a lijar las láminas de bronce o "chapitas", con una lija número 120, realizando una forma de círculos para evitar desgastar en forma desigual (como muestra en la siguiente Figura).



Figura 66. Lijado de las láminas de bronce

Al finalizar este proceso las láminas de bronce quedaron limpias, para poder volver armarlas a la batería de alta tensión (Véase siguiente Figura), este proceso se debe realizar cada 40.000 km o cada 2 años según lo recomienda el Manual de Reparaciones Toyota, 2010.

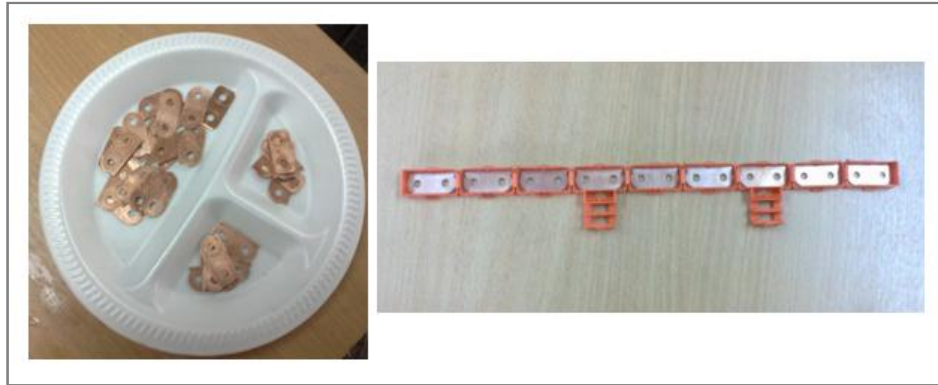


Figura 67. Láminas de bronce limpias después del mantenimiento

3.1.4.2. Limpieza de conductos y del soplador

Para este proceso se necesitó desarmar el conjunto del soplador de refrigeración para poder realizar la limpieza como se muestra en la siguiente Figura.



Figura 68. Soplador de refrigeración desarmado

Para realizar la limpieza del soplador de refrigeración se utilizó el soplete con aire comprimido y se procedió a "sopletear" hasta que salgan todas la partículas que se encontraban dentro del soplador, sin embargo cuando se proceda a "sopletear", se debe tener en consideración de que no se mueva las aspas del soplador ya que puede dañar por sobregiro del motor que contiene dicho elemento.

Debido a las pelusas de animales que se suban al vehículo, el soplador puede llegar a obstruirse por completo (como se muestra en la siguiente Figura) y la batería de alta tensión puede llegar a recalentarse por eso es recomendable realizar la limpieza de los conductos y del soplador de refrigeración cada 40.000 km o cada 2 años tal como lo recomienda el Manual de Reparaciones Toyota, 2010.

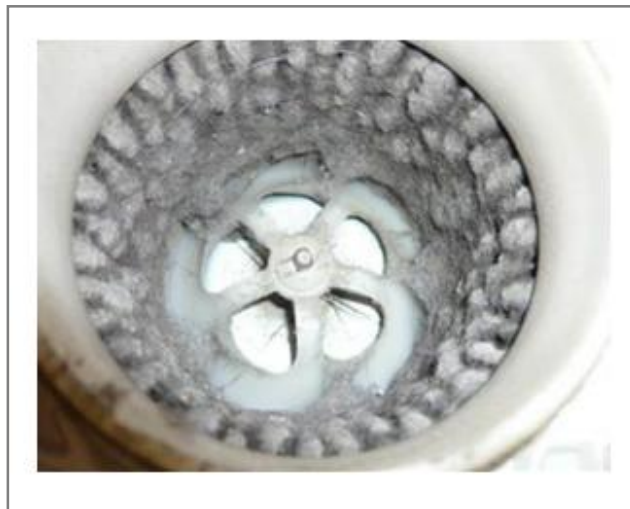


Figura 69. Soplador de refrigeración obstruido de pelusas

(Boletín de servicio Toyota, 2011)



Figura 70. Soplador de refrigeración después de limpieza

(Boletín de servicio Toyota, 2011)

3.1.5. Mantenimiento del Inversor

El mantenimiento que se debe realizar al conjunto inversor es cambiar su refrigerante cada 40.000 Km o 2 años, esto se debe a que con el tiempo el líquido refrigerante se descompone y pierde sus propiedades anticorrosivas, para realizar el cambio de refrigerante se tiene que extraer el tapón del depósito del inversor, retirar el tapón de drenaje y vaciar el refrigerante; Luego se coloca de nuevo el tapón de drenaje y se vierte el líquido refrigerante lentamente, aproximadamente 2,1 litros, hasta llegar a la marca Full (F) del depósito del inversor (como se muestra en la siguiente Figura), después se procede a realizar la purga de aire en el sistema, esto se realiza encendiendo el vehículo y esperando que disminuya el ruido producido por la bomba de agua del inversor y una vez que baje el nivel del depósito se vuelve a rellenar hasta la marca Full (F), si es necesario se repite el proceso hasta que el ruido desaparezca, para finalizar se coloca el tapón del depósito del inversor. (Gil Martínez, 2008)

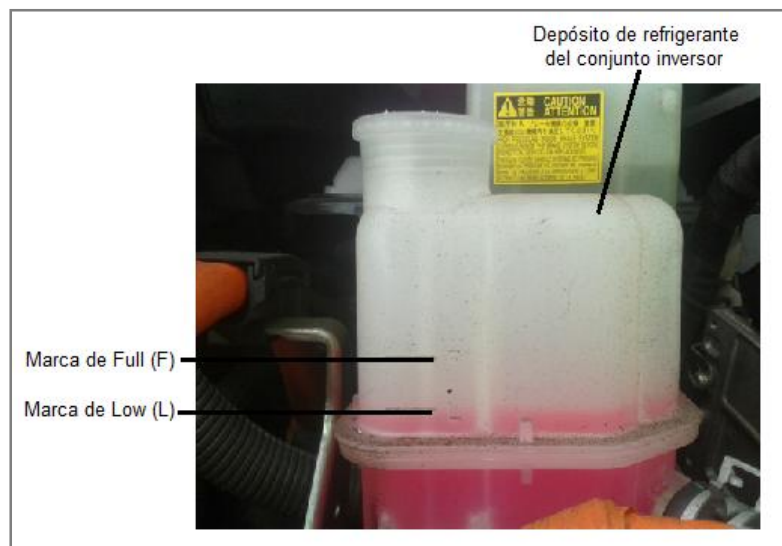


Figura 71. Depósito de refrigerante del conjunto inversor

3.1.6. Mantenimiento de la Transmisión Híbrida

El mantenimiento que se efectúa a la transmisión híbrida cada 40.000 Km o 2 años al igual que el refrigerante del conjunto inversor es el cambio de aceite ya que se deteriora con el tiempo y pierde sus propiedades, para realizar el cambio de aceite se tiene que retirar el tapón de drenaje y extraer el aceite; Luego se coloca de nuevo el tapón de drenaje y se retira el tapón de llenado en donde se añade 4,6 litros de aceite tipo ATF Tipo T-IV, luego se comprueba el nivel del líquido. (Gil Martínez, 2008)

3.1.7. Presentación y proceso correctivo de Fallas en Batería HV

Uno de los componentes del sistema híbrido del Toyota Prius más polémicos en el tema de costos en reparación y en el tema de contaminación al medio ambiente es el paquete de baterías de alto voltaje (HV) el cual puede presentar varios problemas, si la batería HV viene con defectos de fabrica o se termina su vida útil; los problemas más frecuentes se presentan a continuación.

3.1.7.1. DTC P0A7F (Pack de baterías deterioradas)

Este problema se diagnóstico mediante el Software Techstream, el cual presentó el DTC P0A7F, como se muestran en las siguientes Figuras, el cual significa que una o varias celdas del paquete de baterías HV se encuentran defectuosas ya que se están cargando y descargando en exceso, fuera de los rangos establecidos con una amplia diferencia de capacidad con las demás celdas; la Unidad Inteligente del paquete de baterías HV entrará en una etapa de modo de fallos, para evitar dañar a otros componentes del sistema, en la cual el vehículo enciende y puede recorrer, sin embargo comienza a encender y trabajar más con el motor de combustión interna para reducir el trabajo del paquete de baterías HV por lo que conlleva mayores emisiones de gases y mayor consumo de combustible, así mismo el vehículo pierde respuesta al momento de acelerar. (Augeri, 2012)

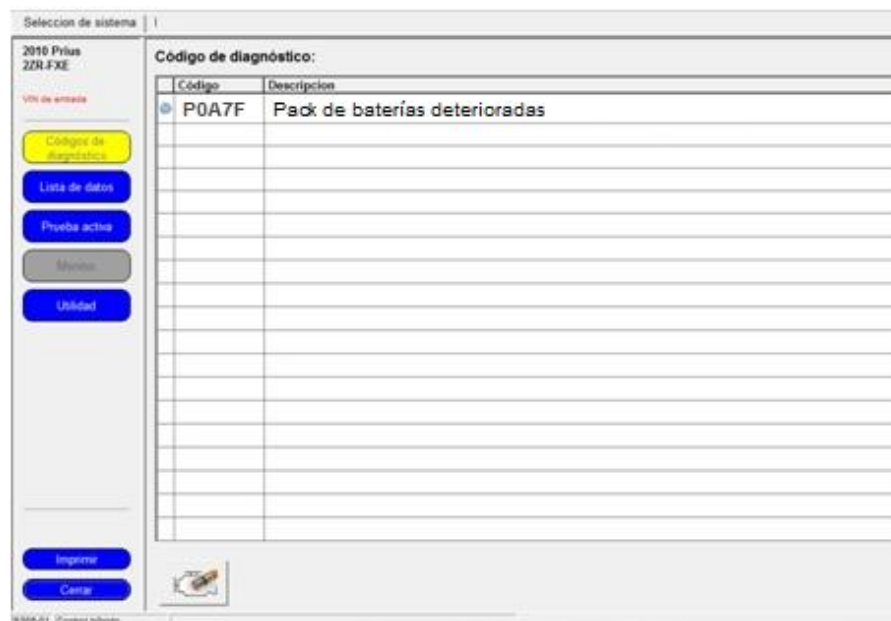


Figura 72. Código P0A7F presentado en el Software Techstream

3.1.7.2. Procedimiento del diagnóstico y corrección del DTC P0A7F (Pack de baterías deterioradas)

Para realizar el diagnóstico de esta avería, se procedió a observar con el Scanner Automotriz G-Scan si presentaba mas códigos o solo el antes mencionado, dado el caso que no presentó mas códigos; con el DTC presentado se procedió a verificar los voltajes de cada pack de baterías HV, para lo cual se llevo a cabo una prueba activa en el vehículo para poder determinar si la falla se encuentra en el paquete de baterías HV o conllevaba a la Unidad Inteligente de la batería HV; Cuando se efectuó la prueba se colocó el vehículo en una superficie llana para evitar que este resbale y colocada la palanca de cambios en la posición D, se prosiguió a acelerar a fondo con el pie derecho y a frenar al mismo tiempo con el pie izquierdo para que el vehículo no tenga tracción hacia delante, los valores obtenidos se detallan en la siguiente Tabla.

Tabla 12. Voltajes obtenidos de la prueba activa

Diferencia de Voltajes	Valor Especifico	Valor Obtenido	Resultado
V1 - V2	< 0.30	18.86 - 18.98	0.12
V3 - V4	< 0.30	19.05 - 19.13	0.10
V5 - V6	< 0.30	19.18 - 19.15	0.03
V7 - V8	< 0.30	19.13 - 19.10	0.03
V9 - V10	< 0.30	19.10 - 19.00	0.10
V11 - V12	< 0.30	19.05 - 18.98	0.07
V13 - V14	< 0.30	18.93 - 18.83	0.10

Si el resultado obtenido de los voltajes es mayor o igual a 0.3 Voltios de diferencia se tiene que proceder a sustituir la unidad inteligente de la batería de alto voltaje (HV) ya que se debe a un error interno de la misma; Si el resultado obtenido de los voltajes es menor a 0.3 Voltios de diferencia se tiene que proceder a desmontar el paquete de batería de alto voltaje (HV) y diagnosticar cada celda en el Cargador y Comprobador de baterías de alta tensión, que se muestra en la siguiente Figura, la cual

nos permite observar voltajes de cada celda y amperajes, además se puede realizar el proceso de cargas y descargas para recuperar las celdas deterioradas.

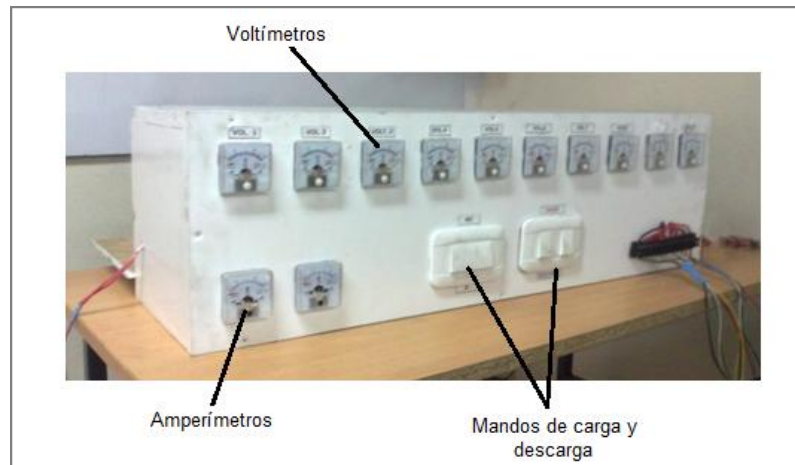


Figura 73. Cargador y Comprobador de Baterías de Alta Tensión

El proceso de carga y descarga se trata de una limpieza interna de las celdas de la batería, ya que se producen calcificaciones dentro de la misma debido a que cuando se encuentran en funcionamiento dentro del vehículo nunca se descargan ni cargan por completo y formando así residuos de calcio en la placas, dando como resultado el mal funcionamiento de las celdas.

Para reparar esta avería utilizando el cargador y comprobador de baterías de alta tensión se procede a descargar por completo el paquete del conjunto de baterías y luego cargarla por completo durante un tiempo específico según la capacidad que se ponga a cargar (Tiempos y Amperajes descritos en siguiente Tabla), para este proceso de carga hay que estar en constante observación de la batería ya que puede recalentarse, si llega a suceder esto se debe detener inmediatamente el proceso; El proceso de descarga y carga se lo debe repetir al menos en 3 ocasiones (Véase en la Figura 74).

Tabla 13. Tiempos de carga según la capacidad de carga para la batería de alto voltaje

(Cálculos realizados para la batería de alto voltaje del Toyota Prius 2010)

Capacidad de carga	Tiempo de Carga	Capacidad de la Batería
1 Amp/hora	6 horas 30 minutos	6.5 Amp/hora
2 Amp/hora	3 horas 15 minutos	6.5 Amp/hora
3 Amp/hora	2 horas	6.5 Amp/hora

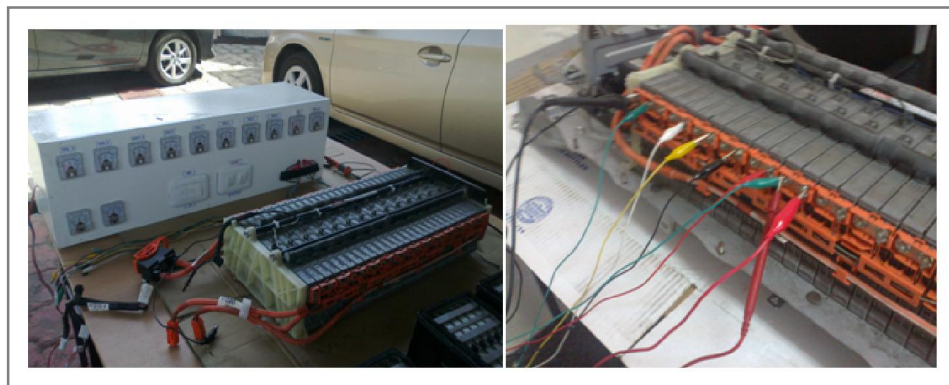


Figura 74. El proceso de descarga y carga utilizando el cargador y comprobador de baterías de alta tensión

En la siguiente Tabla se puede observar los datos obtenidos antes y después del proceso de descarga y carga con el cargador y comprobador de baterías de alta tensión.

Tabla 14. Datos obtenidos antes y después del proceso de descarga

*Bloques de baterías Deteriorados

	Cargada		Descargada	
	Antes	Después	Antes	Después
Estado de carga	69.8%	71.3%	39.9 %	40.2 %
Voltaje máximo de bloques	16.72 V	16.72 V	14.62 V	14.78 V
Voltaje mínimo de bloques	14.32 V	16.43 V	11.38 V	14.46 V
Voltaje Bloque 1	16.69 V	16.72 V	14.62 V	14.78 V
Voltaje Bloque 2	16.72 V	16.70 V	14.31 V	14.69 V
Voltaje Bloque 3	16.72 V	16.69 V	14.28 V	14.70 V
Voltaje Bloque 4	16.69 V	16.62 V	14.30 V	14.65 V
Voltaje Bloque 5*	14.32 V	16.53 V	12.10 V	14.56 V
Voltaje Bloque 6	16.67 V	16.70 V	14.29 V	14.61 V
Voltaje Bloque 7*	14.62 V	16.79 V	11.38 V	14.52 V
Voltaje Bloque 8*	15.54 V	16.54 V	12.05 V	14.56 V
Voltaje Bloque 9*	14.50 V	16.57 V	11.90 V	14.51 V
Voltaje Bloque 10	16.79 V	16.65 V	14.42 V	14.59 V
Voltaje Bloque 11	16.61 V	16.61 V	14.52 V	14.64 V
Voltaje Bloque 12	16.70 V	16.66 V	14.60 V	14.71 V
Voltaje Bloque 13	16.69 V	16.72 V	14.59 V	14.78 V
Voltaje Bloque 14	16.72 V	16.72 V	14.62 V	14.75 V

3.1.7.3. DTC P0A80 (Reemplace Paquete de Batería Híbrida)

Este código se presenta debido a una falla en el paquete de baterías híbridas HV, en donde una o varias celdas tienen una diferencia de voltaje excesiva con respecto a las demás celdas, debido a que se encuentran deterioradas, los voltajes lee la Unidad Inteligente del paquete de baterías HV el cuál manda la información a la Unidad de control del sistema híbrido (ECU HV) para que esta encienda la luz MIL (Check Engine) y emita el DTC P0A80 (Véase en la siguiente Figura), cuando sucede este deterioro el vehículo enciende y puede recorrer, sin embargo el motor de combustión interna permanece encendido o trabajando todo el tiempo así la batería de alto voltaje HV se encuentre cargada, esto para reducir el trabajo del paquete de baterías HV por lo que el vehículo pierde potencia y aceleración con mayores emisiones de gases y mayor consumo de combustible. (Manual de reparaciones Toyota, 2010)

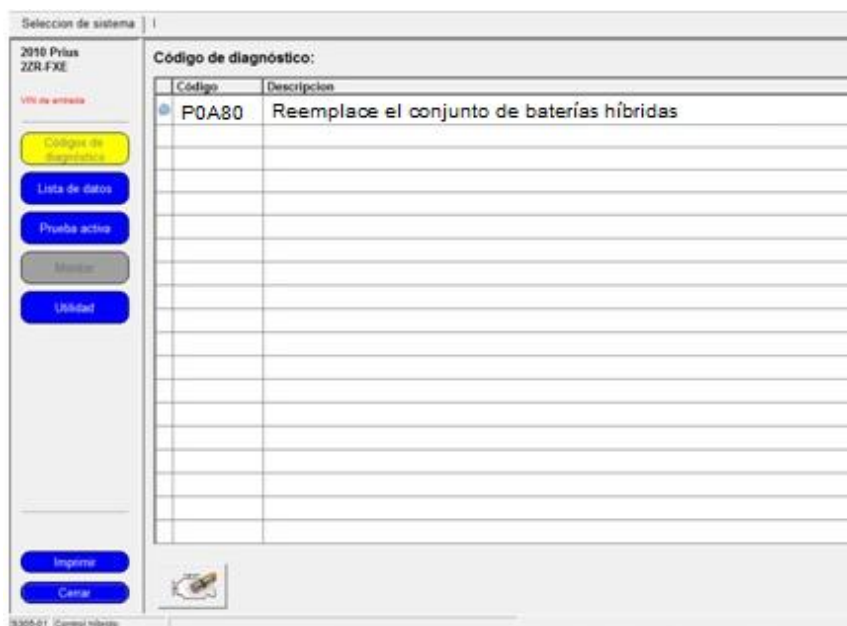


Figura 75. Código P0A80 presentado en el Software Techstream

3.1.7.4. Procedimiento del diagnóstico y corrección del DTC P0A80 (Reemplace Paquete de Batería Híbrida)

Para realizar el diagnóstico de esta avería, se procedió a observar con el Scanner Automotriz G-Scan si presentaba mas códigos o solo el antes mencionado, dado el caso que no presentó mas códigos se procedió a observar los voltajes de cada pack del paquete de batería HV para poder determinar si la falla se encuentra en el paquete de baterías HV o conllevaba a la Unidad Inteligente de la batería HV, después de haber observado los datos se pudo diagnosticar que el problema se encontraba en el paquete de batería de alto voltaje ya que el Manual de Reparaciones Toyota, 2010 dice que si existe una diferencia de voltaje excesiva con respecto a las demás celdas el problema se encuentra en la batería HV, los valores obtenidos se detallan en la siguiente Tabla.

Tabla 15. Datos obtenidos presentados durante la falla

*Bloques de baterías Defectuosas

Estado de carga	70.8%		
Voltaje Bloque 1*	17.25 V	Voltaje Bloque 8	16.63 V
Voltaje Bloque 2*	17.00 V	Voltaje Bloque 9	16.68 V
Voltaje Bloque 3	16.76 V	Voltaje Bloque 10	16.71 V
Voltaje Bloque 4	16.68 V	Voltaje Bloque 11	16.76 V
Voltaje Bloque 5	16.86 V	Voltaje Bloque 12	16.81 V
Voltaje Bloque 6	16.76 V	Voltaje Bloque 13	16.98 V
Voltaje Bloque 7	16.66 V	Voltaje Bloque 14*	17.29 V

Después de haber obtenido los voltajes, se determina proceder a desmontar la batería de alto voltaje del vehículo para realizar el diagnóstico a cada celda individualmente para obtener datos más precisos en cuanto a celdas defectuosas, para realizar este diagnóstico se

utilizo una lámpara con foco halógeno y un multímetro (Véase en la siguiente Figura).

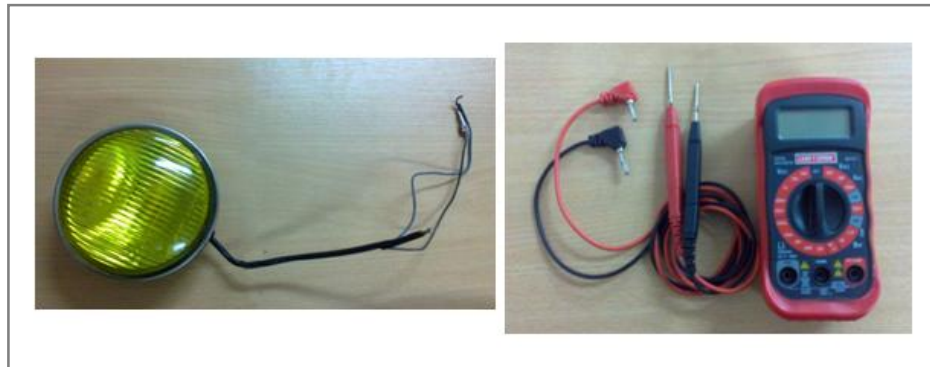


Figura 76. Lámpara con foco Halógeno H7 y Multímetro

Para proceder a diagnosticar cada celda de la batería de alto voltaje se debe retirar las láminas de bronce y los sensores de temperatura para empezar a descargar con la lámpara halógena cada celda y comprobar los datos emitidos durante el proceso de descarga con el multímetro, como se muestra en la siguiente Figura.

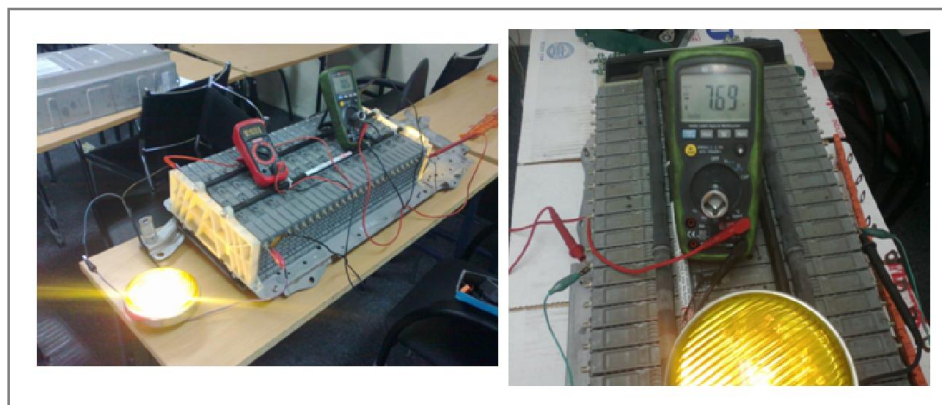


Figura 77. Proceso de diagnóstico de las celdas individualmente

Una vez identificadas las celdas defectuosas para ser reemplazadas, se procede a retirarlas del armazón donde se asientan; para luego proceder a desarmar las varillas las cuales tienen la función de tener a las celdas compactadas en un solo bloque, para retirar las varillas se requiere de una prensa mecánica ya que las celdas se encuentran comprimidas, como se muestra en las siguientes Figuras.



Figura 78. Bloque de celdas sin armazón

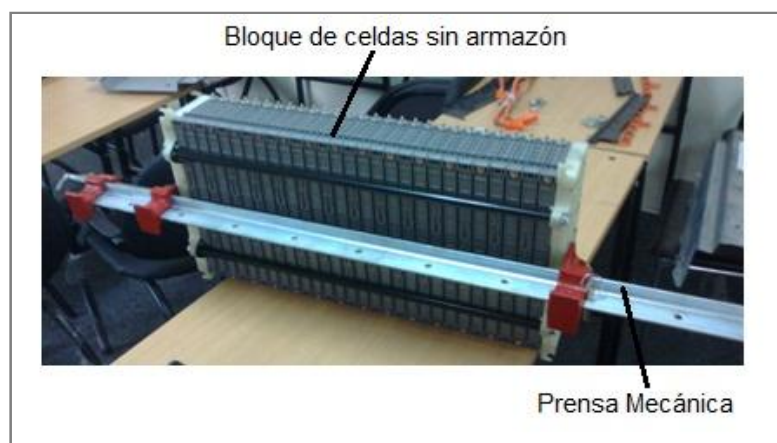


Figura 79. Bloque de celdas con Prensa mecánica

Una vez desacopladas las celdas se procede a separar las defectuosas para ser reemplazadas por otras en buen estado, y proceder a volver a armar el conjunto de celdas con la ayuda de la prensa mecánica para que se ubiquen de forma compacta, tal como se puede observar en las siguientes Figuras.



Figura 80. Bloque de celdas desarmadas

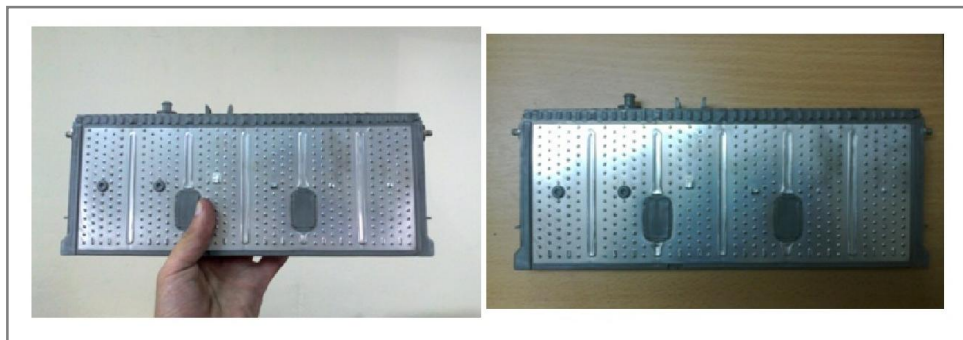


Figura 81. Celda del paquete de batería de alto voltaje

Para finalizar con la reparación, una vez ya armado el paquete de baterías con el armazón, se procede a montarla en el vehículo y a borrar el código DTC para su respectiva prueba de ruta, antes de manipular el paquete de batería de alto voltaje tomar en cuenta las precauciones necesarias en el manejo del sistema de alto voltaje descritas anteriormente.

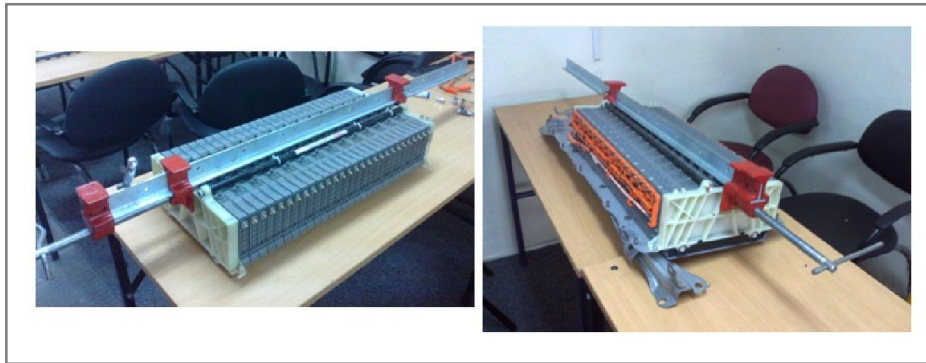


Figura 82. Bloque de baterías comprimido y armado

3.1.7.5. DTC P0A0D (Circuito alto de interbloqueo del sistema de alta tensión)

Observando mediante el Software Techstream, este DTC se presenta como P0A0D, como se muestra en la Figura inferior, el cual se refiere a que se encuentra desconectado o mal encajado algún dispositivo de seguridad del circuito de alto voltaje ya sea de la batería HV o del sistema inversor, el cual la Unidad Inteligente del sistema híbrido (ECU HV) no permitirá encender el vehículo ya que desconecta el relé principal del sistema. (GSIC, 2010)

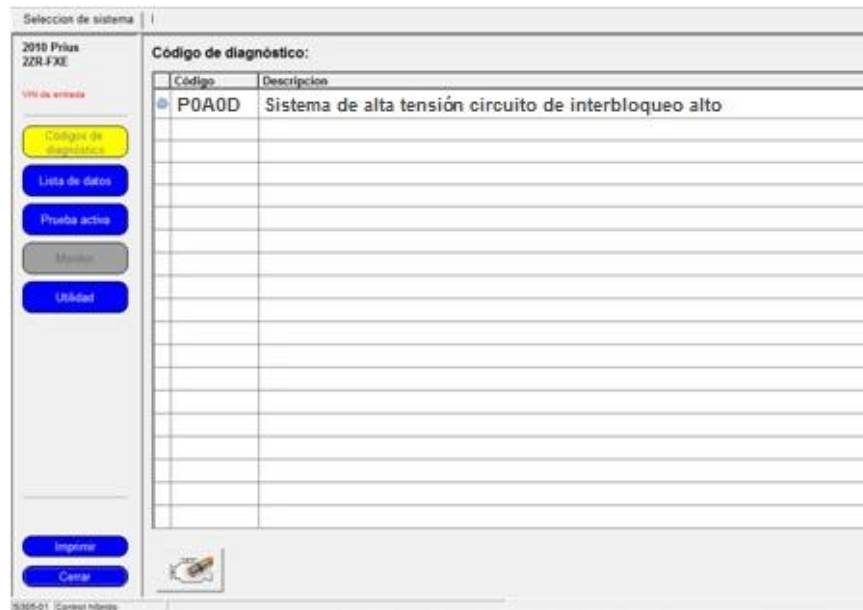


Figura 83. Código P0A0D presentado en el Software Techstream

3.1.7.6. Procedimiento del diagnóstico y corrección del DTC P0A0D (Circuito alto de interbloqueo del sistema de alta tensión)

Esta avería es de aspecto visual ya que es necesario observar que sistema no está bien conectado, para ello se procedió a observar cómo nos recomienda el manual de reparaciones Toyota, 2010 a observar si presenta una mala conexión, primero se debe revisar si está correctamente enganchado el dispositivo de toma de servicio (Jumper) como se muestra en la siguiente Figura, y que no se encuentre con suciedades o partículas extrañas debido a que lo hayan manipulado antes, se debe instalar adecuadamente o sustituir si es el caso de que se encuentre deteriorado.



Figura 84. Enganchado de la toma de servicio o Jumper

Si el problema persiste hay que dirigirse al conjunto inversor y revisar que la cubierta del terminal del inversor este instalada correctamente y que no se encuentre con suciedades, partículas extrañas o en mal estado debido a que lo hayan manipulado antes, para este caso se debe proceder a retirar la cubierta del inversor y observar su conector, como se muestra en las siguientes Figuras.



Figura 85. Desarmado de la cubierta de conjunto inversor



Figura 86. Vista del conector de la cubierta del conjunto inversor

Después de haber revisado el conector de la cubierta del conjunto inversor se procede a verificar que se encuentre correctamente instalado el cable del bastidor de alto voltaje proveniente del paquete de batería de alto voltaje (HV), tal como se muestra en la siguiente Figura.

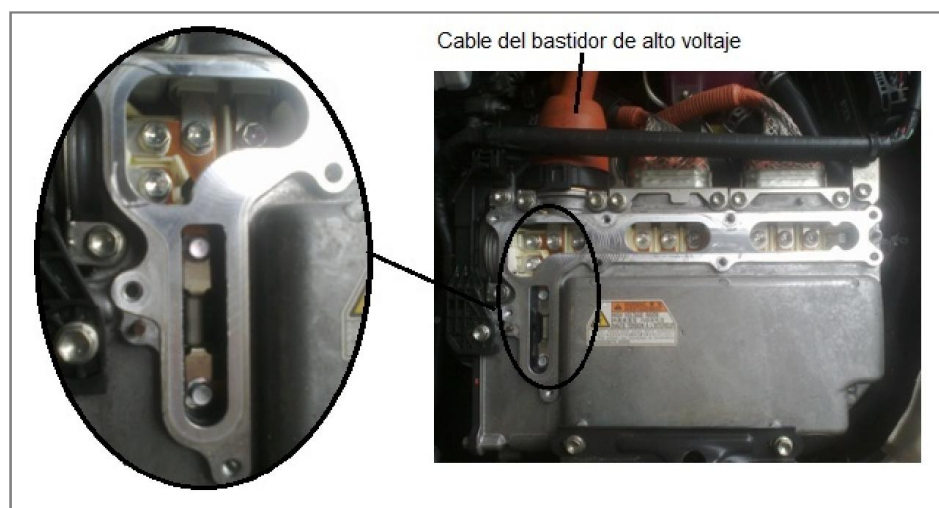


Figura 87. Conexión del cable del bastidor de alto voltaje

Luego de haber revisado los sistemas y haber encontrado la falla se procede a armar y a borrar el código DTC para su respectiva prueba de ruta, antes de manipular el conjunto inversor se requiere tomar en cuenta las precauciones necesarias en el manejo del sistema de alto voltaje descritas anteriormente.

3.1.7.7. DTC P0A0F (El motor no arranca)

Este DTC se presenta cuando el motor de combustión interna no quiere arrancar en donde el Moto-generator 1 (MG1) cumpliendo la función de motor de arranque (utilizados en los vehículos convencionales), este intenta encender el motor durante 10 segundos y girando a una velocidad de 3500 RPM, esta avería se presenta con el DTC P0A0F, como se muestra en la siguiente Figura. (Benjamin, 2010)

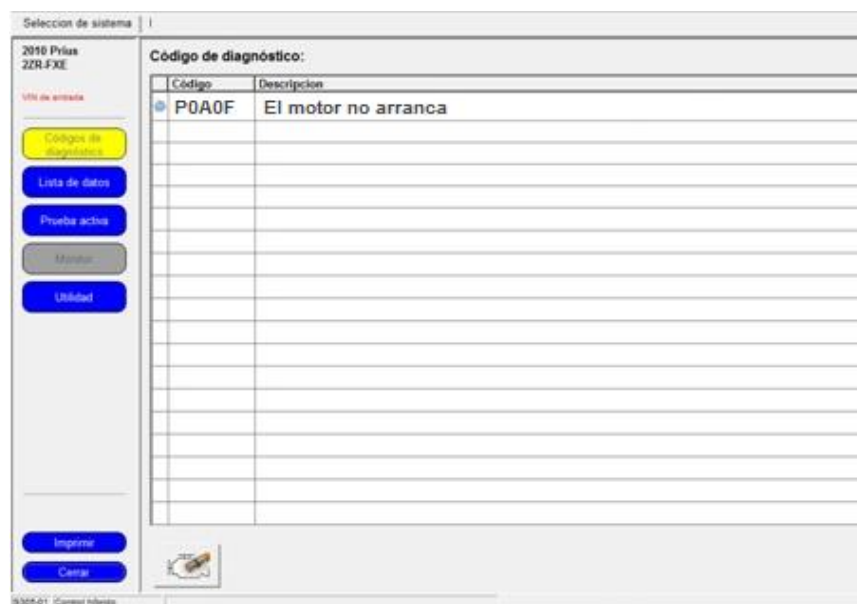


Figura 88. Código P0A0F presentado en el Software Techstream

3.1.7.8. Procedimiento del diagnóstico y corrección del DTC P0A0F (El motor no arranca)

Al momento en el que el vehículo presenta esta falla se realiza el diagnóstico mediante el Scanner Automotriz G-Scan, si presenta más códigos relacionados con el motor de combustión interna, el problema se encuentra en dicho motor y se tiene que realizar un diagnóstico fuera del sistema híbrido, si es el caso en que no presentaba mas códigos, el

problema se puede encontrar en el transeje del vehículo híbrido (transmisión híbrida), si no presenta códigos relacionados con el motor de combustión interna se procede a comprobar la aceleración del Moto-generador 1, observando los regímenes de revoluciones presentados por el Moto-generador 1 (MG1) y el motor de combustión interna en el cual si se encuentran trabajando correctamente el MG1 debe girar aproximadamente 3.6 veces las revoluciones del motor (como se muestra en la siguiente Tabla), si fuese el caso de que no se encuentra trabajando correctamente se debe proceder a reemplazar el conjunto del transeje híbrido.

Tabla 16. Prueba de revoluciones para comprobación de la aceleración del MG1

Revoluciones de motor de combustión interna	Revoluciones Moto-generador 1 (MG1)
1000 RPM	3812 RPM
1500 RPM	5439 RPM
2500 RPM	9160 RPM

Si el transeje híbrido se encuentra trabajando correctamente se procede a comprobar el régimen del motor de combustión interna en la cual se procede a realizar una prueba encendiendo el vehículo, colocando la palanca de cambios en posición Drive (D) y dejando mover el vehículo sin presionar el acelerador, si el vehículo no se desplazara hay que sustituir el regulador de la entrada de la transmisión.

3.1.7.9. DTC P0A84 (Ventilador de refrigeración del conjunto de batería híbridas)

El código se presenta debido a una falla en el soplador de refrigeración del conjunto de baterías híbridas HV (Véase en la siguiente Figura), ya

sea el daño por cortocircuito de los cables conectores o avería en el ventilador causada por suciedad, cuando sucede este deterioro el vehículo no enciende para evitar que el conjunto de batería HV se recaliente, esta DTC se presenta como DTC P0A84, como se muestra en la Figura 68. (GSIC, 2010)

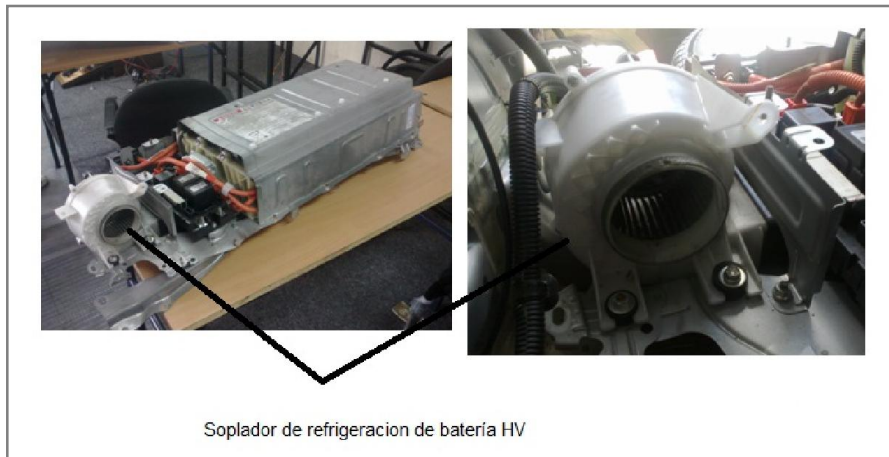


Figura 89. Soplador de refrigeración del conjunto de baterías híbridas HV

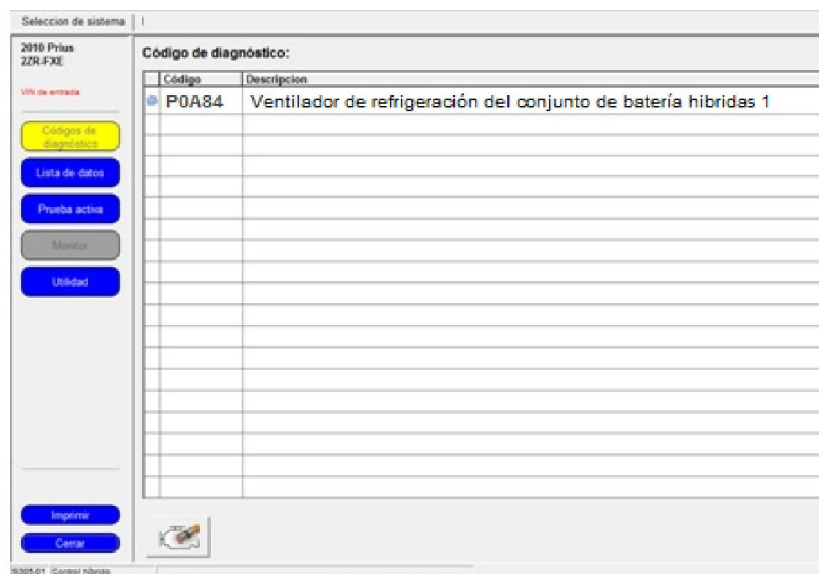


Figura 90. Código P0A84 presentado en el Software Techstream

3.1.7.10. Procedimiento del diagnóstico y corrección del DTC P0A84 (Ventilador de refrigeración del conjunto de batería híbridas)

Cuando se presenta esta avería lo primero que se debe proceder es a inspeccionar el conjunto del soplador de refrigeración, que se encuentre correctamente conectado, si se encuentra el socket instalado correctamente se procede a medir la resistencia existente para conocer si es daño del soplador y es requerido su reemplazo, los valores a medir y medidos se muestran descritos en la siguiente Tabla.

Tabla 17. Resistencia existente en el Soplador de Refrigeración de la Batería HV

(Valores especificados en el manual de reparaciones Toyota)

Valor Especificado	10 K Ω o más
Valor Obtenido	16.78 K Ω
Estado del soplador de refrigeración	Normal

3.1.7.11. DTC P0ADC, DTC P0AE0 y DTC P0AE7 (Falta en la alimentación de alta tensión)

Estos códigos se presentan debido a una falla en la alimentación de alta tensión hacia el inversor, la Unidad de gestión de alimentación híbrida (ECU HV) verifica si el sistema se encuentra trabajando correctamente para que el Sistema principal de relevadores (SMR) (Véase Figura 92), ubicado a un costado del paquete de baterías híbridas HV, permita el paso de alimentación de alta tensión hacia el inversor y el vehículo pueda encender y moverse, si es el caso de fuga de corriente a la carrocería o

algún relevador defectuoso el vehículo no encenderá y emitirá el código que pueden ser DTC P0ADC, DTC P0AE0 o DTC P0AE7 según sea el daño, como se muestra a continuación. (Boletín de servicio Toyota, 2011)

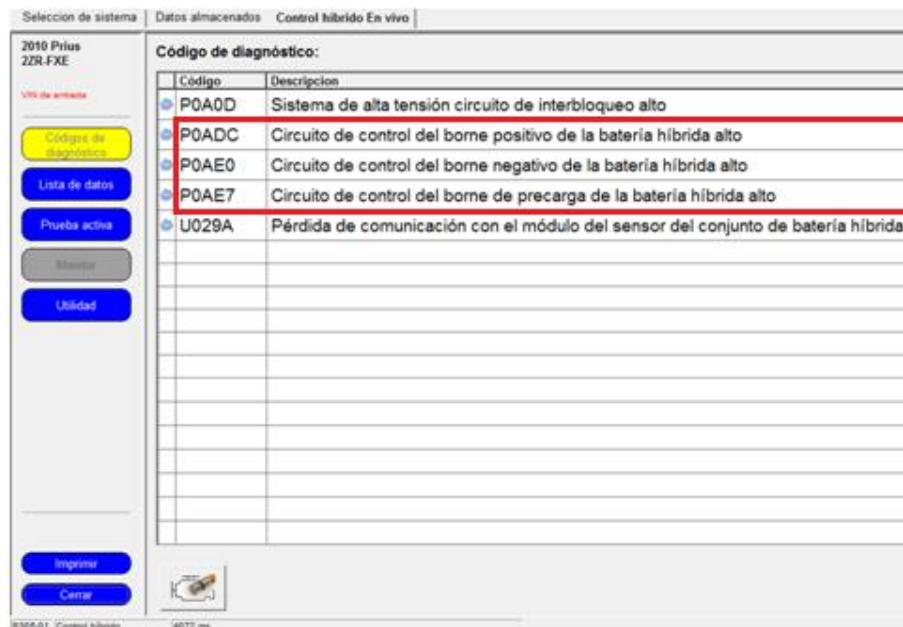


Figura 91. Códigos DTC P0ADC, DTC P0AE0 y DTC P0AE7 presentado en el Software Techstream

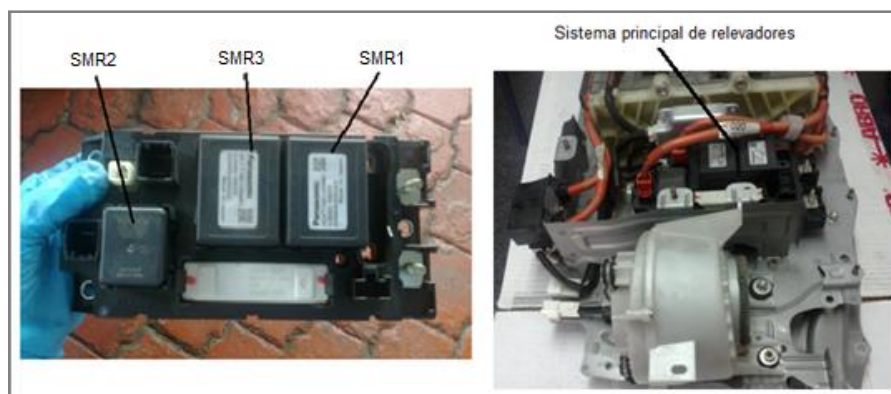


Figura 92. Sistema principal de relevadores (SMR)

3.1.7.12. Procedimiento del diagnóstico y corrección del DTC P0ADC, DTC P0AE0 y DTC P0AE7 (Falta en la alimentación de alta tensión)(Circuito alto en el sistema de control del contactor positivo de la batería híbrida)

Una vez identificados estos códigos es necesario observar físicamente los sockets o conectores del bloque de empalmes de relevadores.y verificar que se encuentren correctamente colocados en la base del sistema principal de relevadores (SMR) y no se hallen con problemas de presión de contacto, como se muestra en la siguiente Figura.



Figura 93. Verificación del bloque de empalme de la batería HV

Cuando se enciende el vehículo el sistema principal de relevadores (SMR) tiene una configuración de encendido para comprobar si existe fuga de corriente hacia la carrocería o existe algún fallo, para esto se activan en un orden determinado, los cuales se encuentran descritos en la siguiente Tabla, así permitiendo o restringiendo el paso de alto voltaje hacia el inversor, la configuración del sistema principal de relevadores (SMR) se puede observar en la Figura 94.

Tabla 18. Secuencia de activación de relevadores al momento de encender el vehículo

(Presentación del caso cuando se encuentra trabajando correctamente y tiene falla)

Correcto	SMRs	Estado	Cortocircuito o defectuoso	SMRs	Estado
1er Paso	SMR 3	ON	1er Paso	SMR 3	ON
2do Paso	SMR 2	ON	2do Paso	SMR 2	ON
3er Paso	SMR 1	ON	3er Paso	SMR 2	OFF
4to Paso	SMR 2	OFF	4to Paso	SMR 3	OFF

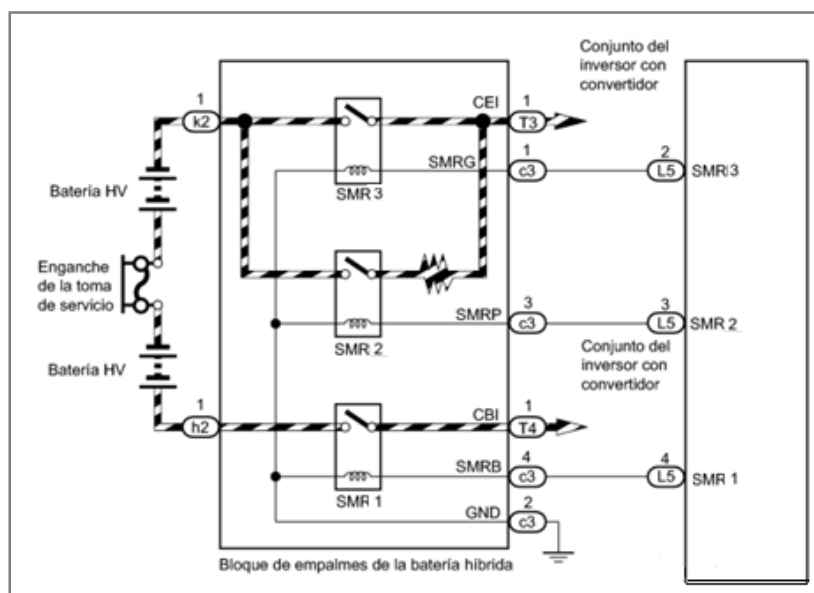


Figura 94. Diagrama del Sistema Principal de relevadores (SMR)

(Manual de reparaciones Toyota, 2010)

Luego si el problema persiste es necesario realizar la medición de resistencia en el bloque de empalmes de relevadores para comprobar si se encuentra bien, los valores se muestran en la siguiente Tabla, si los valores son correctos se debe proceder a sustituir los cables y sockets de conexión a la ECU de la Batería de alto voltaje HV, si los valores se encuentran fuera de rango hay que reemplazar el bloque de empalmes de relevadores.

Tabla 19. Medición de resistencia en el bloque de empalme de relevadores

(Valores especificados en el manual de reparaciones Toyota)

Número de pines a medir	Valor especificado por el manual	Valor obtenido con el Multímetro
Pin 2 - Pin 4	19,0 Ω a 35,5 Ω	28,3 Ω

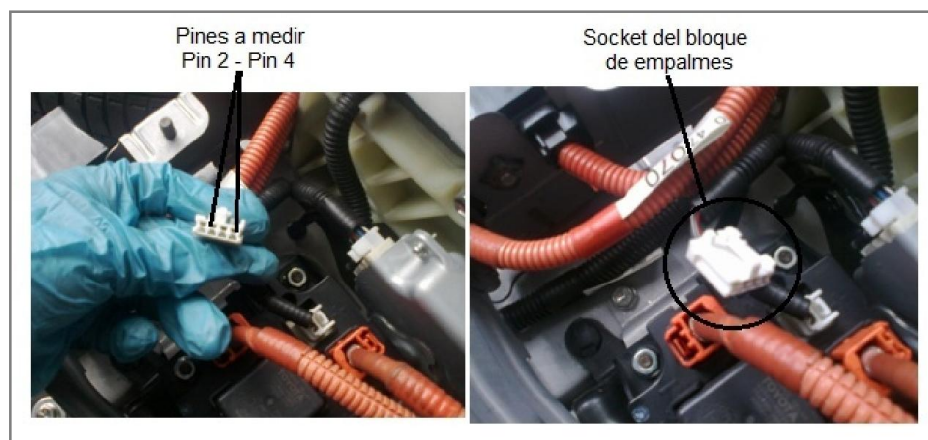


Figura 95. Conector de bloques de empalmes de relevadores

3.1.7.13. DTC U029A (Perdida de comunicación con el modulo del sensor del conjunto de baterías híbridas)

El código se presenta cuando la Unidad Inteligente del paquete de baterías de alta tensión (ECU Batería HV) que se muestra en la siguiente Figura, pierde la comunicación con la Unidad de gestión de alimentación híbrida (ECU HV), ya sea por daño o mala conexión, y cuando sucede este deterioro el vehículo no enciende y este código se emite como DTC U029A, como se muestra en la Figura 97. (GSIC, 2010)

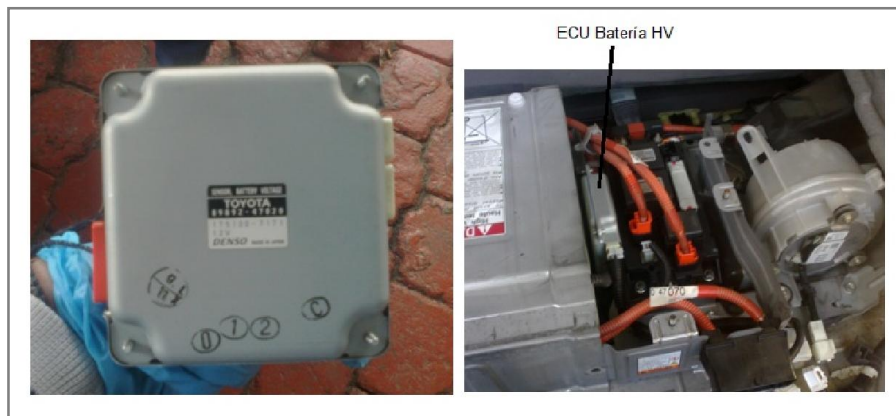


Figura 96. Unidad Inteligente del paquete de baterías de alta tensión (ECU Batería HV)

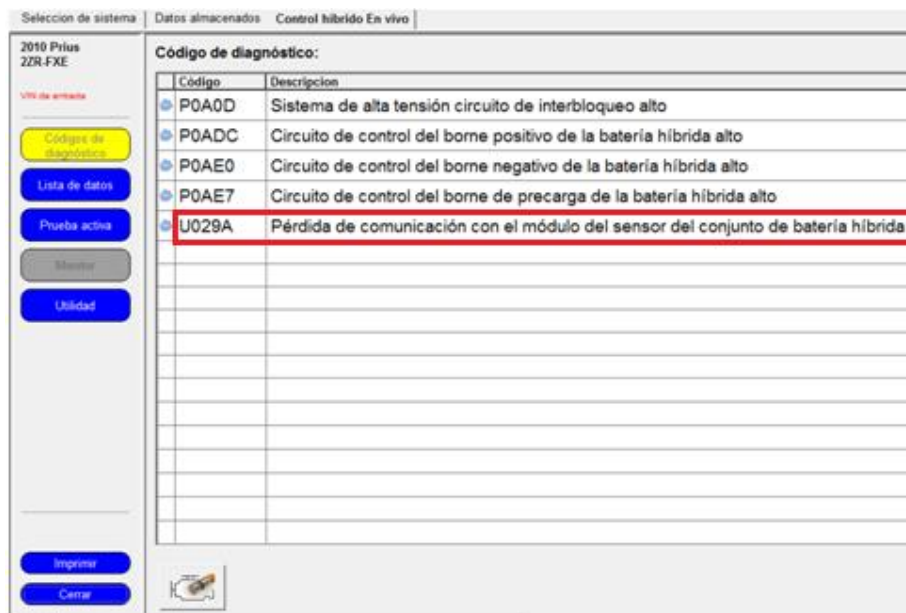


Figura 97. Código U029A presentado en el Software Techstream

3.1.7.14. Procedimiento del diagnóstico y corrección del DTC U029A (Pérdida de comunicación con el módulo del sensor del conjunto de baterías híbridas)

Esta avería es de aspecto visual y se requiere observar que los cables y sockets que conectan la Unidad Inteligente de la batería HV y la Unidad

de gestión de alimentación híbrida (ECU HV) se encuentren correctamente colocados, en el caso que se encuentre alguna anomalía en el cableado este debe ser reemplazado, en el caso de que se haya desmontado la batería de alto voltaje (HV) y esta se encuentre sin tapa, como se muestra en la siguiente Figura, no se debe encender el vehículo ya que puede emitir dicho código.



Figura 98. Batería de alto voltaje HV

(Arriba: Batería con tapa, Abajo: Batería sin tapa)

3.1.8. Presentación y proceso correctivo de Fallas en la comunicación de Red

La comunicación entre las Unidades Inteligentes es muy importante para que el vehículo tenga un control total de sus sistemas y el cual puede presentar varios códigos DTC, los problemas más frecuentes se presentan a continuación.

3.1.8.1. DTC U0100 (Pérdida de comunicación con ECM/PCM)

Este código se emite cuando la Unidad de gestión de alimentación (ECU HV) no detecta a la Unidad inteligente del motor de combustión interna (ECM) (Ubicada en el compartimento del motor de combustión interna como se muestra en la Figura 99), en este caso el vehículo no enciende y se presenta en el software Techstream como DTC U0100 que se muestra en el siguiente Figura. (Manual de reparaciones Toyota, 2010)

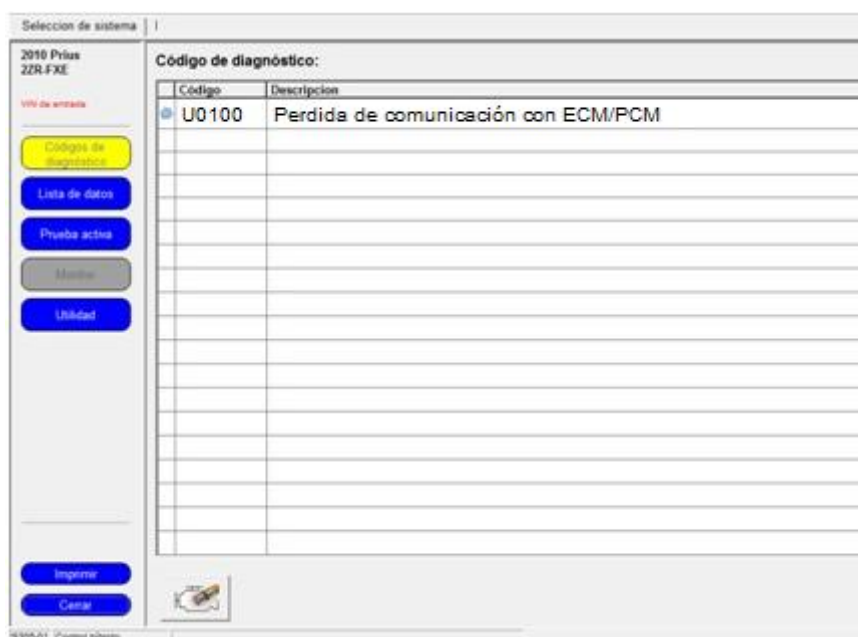


Figura 99. Código U0100 presentado en el Software Techstream



Figura 100. Ubicación de la ECM en el vehículo

3.1.8.2. Procedimiento del diagnóstico y corrección del DTC U0100 (Pérdida de comunicación con ECM/PCM)

Al momento en el que el vehículo presenta esta el DTC es necesario realizar el diagnóstico mediante el Scanner Automotriz G-Scan, para observar de que Unidad de Control Inteligente (ECU) proviene la avería, una vez identificado el origen del problema, en este caso de la Unidad Inteligente del motor (ECM), se prosigue a comprobar si se encuentra insertado correctamente el mazo de cables entre la Unidad Inteligente del motor (ECM) y la Unidad de gestión de alimentación (ECU HV), si se encuentra en correcto estado se procede a medir la resistencia en el mazo de cables de la Unidad Inteligente del motor (ECM) entre los pines que se muestran en la siguiente Figura, el valor que se debe encontrar está entre los 108 Ω y 132 Ω .

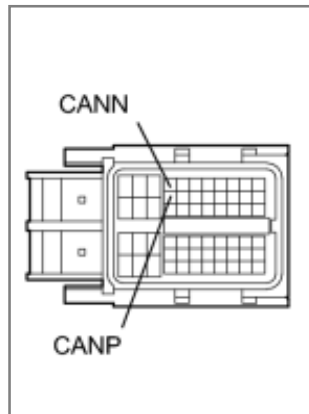


Figura 101. Pines a medir del mazo de cables de la Unidad Inteligente del motor (ECM)

(Manual de reparaciones Toyota, 2010)

En el caso que los valores obtenidos se encuentren fuera del rango específico se tiene que proceder a reemplazar el conector del mazo de cables, si los valores obtenidos se encuentren dentro del rango específico y el problema continúa se debe proceder a reemplazar la Unidad Inteligente del motor (ECM).

3.1.8.3. DTC U0129 (Pérdida de comunicación con el módulo de control del sistema de frenos)

Al igual que el código anterior este se emite cuando la Unidad de gestión de alimentación (ECU HV) no detecta a la Unidad inteligente de control de derrape, pero en este caso el vehículo enciende y se puede movilizar y se presenta en el software Techstream como DTC U0129 como se muestra en el siguiente Figura.

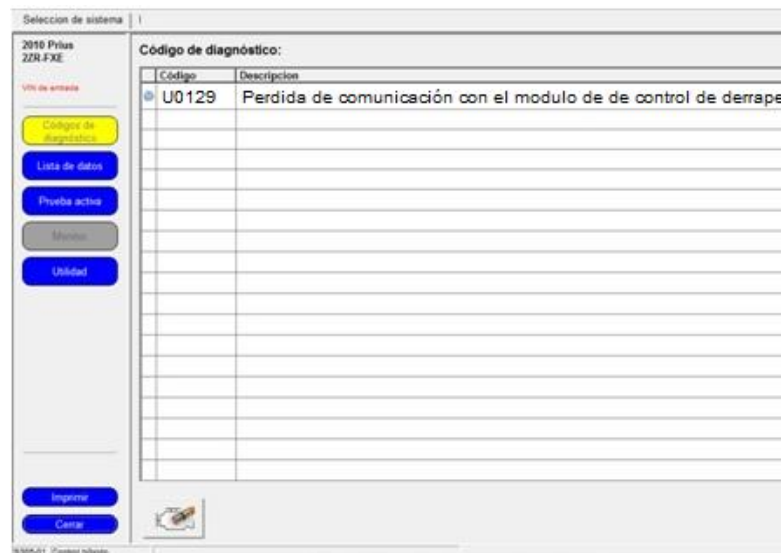


Figura 102. Código U0129 presentado en el Software Techstream

3.1.8.4. Procedimiento del diagnóstico y corrección del DTC U0129 (Perdida de comunicación con el modulo de control del sistema de frenos)

Al igual que en la avería mencionada anteriormente, es necesario realizar el diagnóstico mediante el Scanner Automotriz G-Scan, para observar que Unidad de Control Inteligente (ECU) se encuentra con problemas de comunicación, en este caso con la Unidad Inteligente de control de derrape, para comprobar si se encuentra insertado correctamente el mazo de cables entre la Unidad Inteligente de control de derrape y la Unidad de gestión de alimentación (ECU HV) se debe observar y palpar si se encuentra en correcto estado el conector del mazo de cables, en el caso que este correctamente colocado se procede a medir la resistencia en el mazo de cables de la Unidad Inteligente de control de derrape entre los pines que se muestran en la siguiente Figura, el valor que se debe encontrar está entre los 54 Ω y 59 Ω .

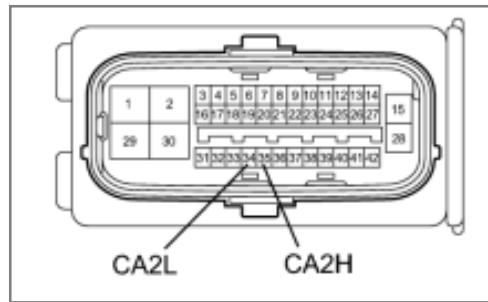


Figura 103. Pines a medir del mazo de cables de la Unidad Inteligente de control de derrape

(Manual de reparaciones Toyota, 2010)

Si los valores obtenidos se encontraran fuera del rango especifico se debe proceder a reemplazar el conector del mazo de cables, en el caso que los valores obtenidos se encuentren dentro del rango especifico y el problema continúe se debe proceder a reemplazar el servofreno con cilindro maestro que contiene a la Unidad Inteligente de control de derrape.

3.1.8.5. DTC U0293 (Perdida de comunicación con la ECU de HV)

En este caso, este código se emite cuando se interrumpió la comunicación con la Unidad de gestión de alimentación (ECU HV) (Ubicada detrás de la guantera como se muestra en la Figura 105), ya sea por avería en el modulo o por daño del mazo de cables que conectan con el modulo, en este caso el vehículo no enciende y se presenta en el software Techstream como DTC U0293 que se muestra en el siguiente Figura. (Augeri, 2012)

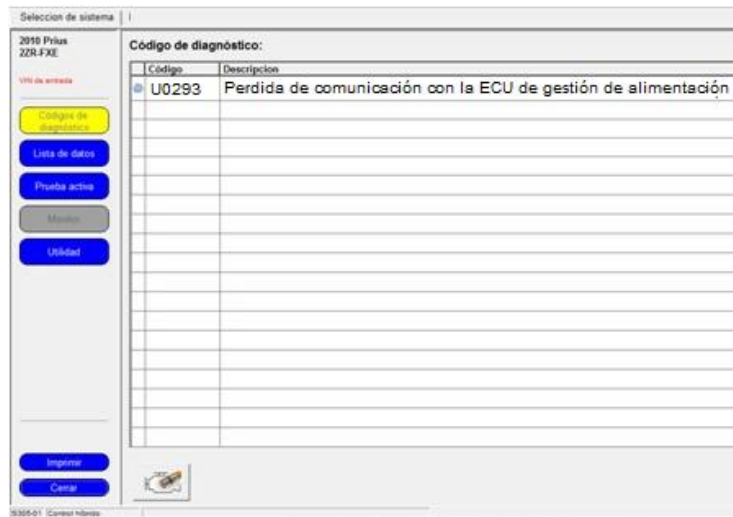


Figura 104. Código U0293 presentado en el Software Techstream

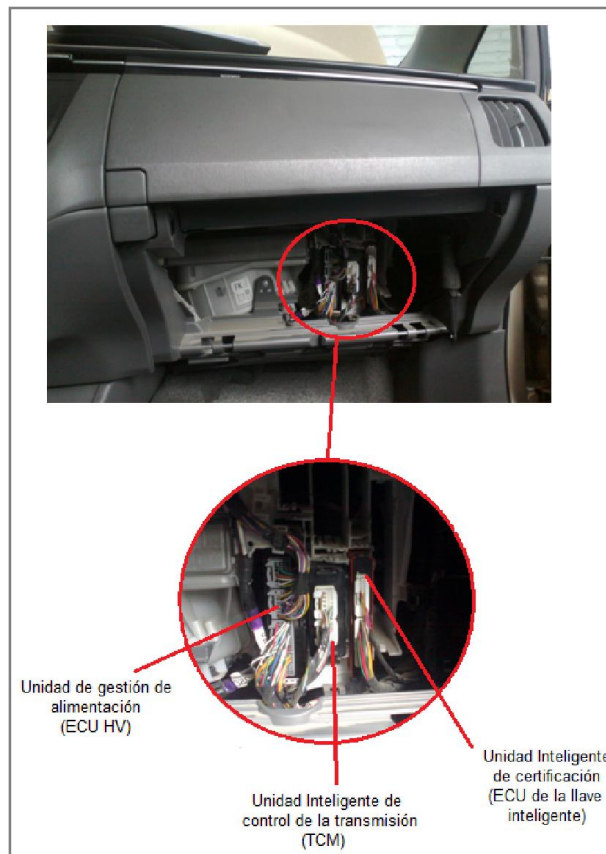


Figura 105. Ubicación de la ECU HV, TCM y ECU de la llave inteligente en el vehículo

3.1.8.6. Procedimiento del diagnóstico y corrección del DTC U0293 (Pérdida de comunicación con la ECU de HV)

Cuando el vehículo presenta este DTC, la Unidad de gestión de alimentación (ECU HV) perdió comunicación con las demás Unidades Inteligentes de control (ECUs) en donde para identificar su problema se debe proceder a comprobar si se encuentra en buen estado el mazo de cables y el conector entre la Unidad de gestión de alimentación (ECU HV) y la Alimentación positiva de la batería auxiliar de 12 Voltios y conexión con la masa de la carrocería, si no se encuentran en correcto estado se debe proceder a reparar o sustituir el mazo de cables de la alimentación positiva de la batería auxiliar de 12 Voltios o la conexión con la masa de la carrocería, si el problema persiste se debe continuar con la sustitución de la Unidad de gestión de alimentación (ECU HV). (Augeri, 2012)

3.1.9. Presentación y proceso correctivo de otros sistemas

3.1.9.1. Falla en el sistema electrónico de servodirección

Este código DTC no indica una anomalía en el funcionamiento del sensor de posición de la servodirección, ni de la Unidad inteligente de la servodirección (ECU de la servodirección), estos códigos DTC se emiten cuando detecta que no se ha inicializado la programación del sensor de posición de la dirección, es decir que dicho sensor se desprogramó y el vehículo se comporta de la siguiente manera: enciende y se puede movilizar, sin embargo la dirección no se encuentra asistida electrónicamente y el volante se dispone rígido, encendiendo en el tablero la luz testigo de la servodirección (Véase siguiente Figura) y emitiendo el DTC C1525 (Sensor de ángulo de giro, reinicio no realizado).

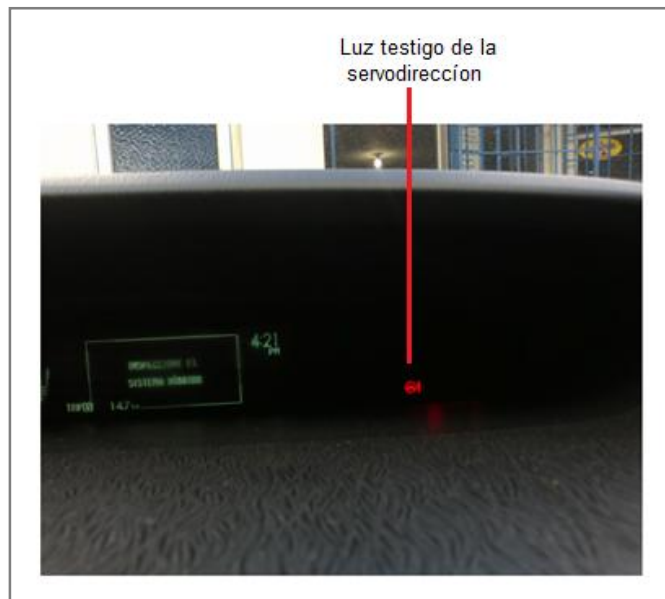


Figura 106. Luz testigo de la servodirección en el tablero del vehículo

3.1.9.2. Procedimiento del diagnóstico y corrección del DTC C1525 (Sensor de ángulo de giro, reinicio no realizado)

Este fallo se trata de una desprogramación de la servodirección, si se hubiese sustituido el conjunto de la columna de dirección o la Unidad Inteligente de la servodirección (ECU de la servodirección) se tiene que llevar a cabo la calibración del sensor de Angulo de giro del volante del vehículo, mediante el Scanner Automotriz G-Scan se realizó la calibración siguiendo los pasos siguiente:

- Centrar el volante y enderezar las ruedas delanteras.
- Colocar el interruptor de encendido en la posición OFF.
- Conectar el Software Techstream de Toyota o el Scanner Automotriz al conector de diagnóstico OBD II (DLC3).
- Encender el interruptor de encendido en Ignición (IG).
- Encender el Software Techstream de Toyota o el Scanner Automotriz

- Acceder a los menús de la servodirección y colocar en Calibración del par de apriete o Torque Sensor Adjustment.

Una vez realizado lo antes descrito el volante vuelve a trabajar con normalidad, en el caso que no se repare el fallo se debe proceder a sustituir la Unidad Inteligente de la servodirección (ECU de la servodirección) y volver a realizar el proceso de calibración de dicho sensor. (Manual de reparaciones Toyota, 2010)

3.1.9.3. Falla en el sistema electrónico de la palanca de cambios (Transmisión Híbrida)

El código se presenta debido a que la palanca de cambios no se acciona debido a una falta de voltaje, ya que es controlada electrónicamente, o a una avería de la transmisión híbrida, cuando sucede este daño el vehículo no enciende, sin embargo si la avería sucede cuando el vehículo estaba en marcha o desplazándose le permite conducir hasta que pueda estacionarse y mostrando un mensaje en el panel de instrumentos el cual dice: "Avería bloqueo en P aparque en lugar llano y accione firmemente el freno de estacionamiento" (Véase en la siguiente Figura), y emite el DTC C2309 (Circuito abierto en B+).

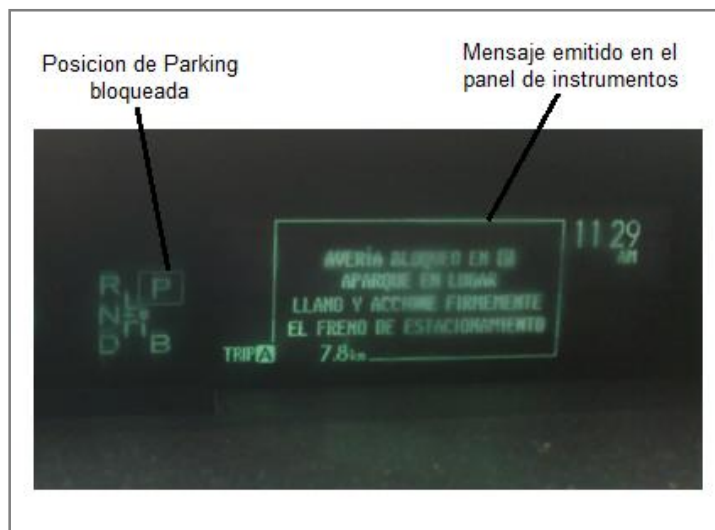


Figura 107. Mensaje presentado en el panel de instrumentos con el DTC C2309 (Circuito abierto en B+)

3.1.9.4. Procedimiento del diagnóstico y corrección del DTC C2309 (Circuito abierto en B+)

Al momento en el que el vehículo presenta esta el DTC es necesario realizar la medición de la tensión de la batería auxiliar, el valor específico que debe presentar es de 9 Voltios o más, en el caso que no presente ese voltaje se debe proceder a sustituir la Batería Auxiliar del vehículo, debido a que la batería auxiliar no proporciona suficiente tensión al actuador de control de cambios de la transmisión para poder realizar los cambios de velocidades, si el valor de la tensión de la batería auxiliar se encontrara correcto se debe proceder a revisar la caja de fusible y verificar que se encuentre en buen estado el fusible IGCT número 2 (como se muestra en la siguiente Figura), en el caso que se encuentre averiado el fusible se procede a reemplazarlo con uno del mismo amperaje, en el caso que se encuentre trabajando normalmente se debe proceder a revisar el mazo de cables y conector de la Unidad Inteligente de Control de la Transmisión electrónica (ECU de la Transmisión), en el caso que se encuentren

correctamente instalados se debe proceder a sustituir la Unidad Inteligente de Control de la Transmisión electrónica (ECU de la Transmisión). (GSIC, 2010)

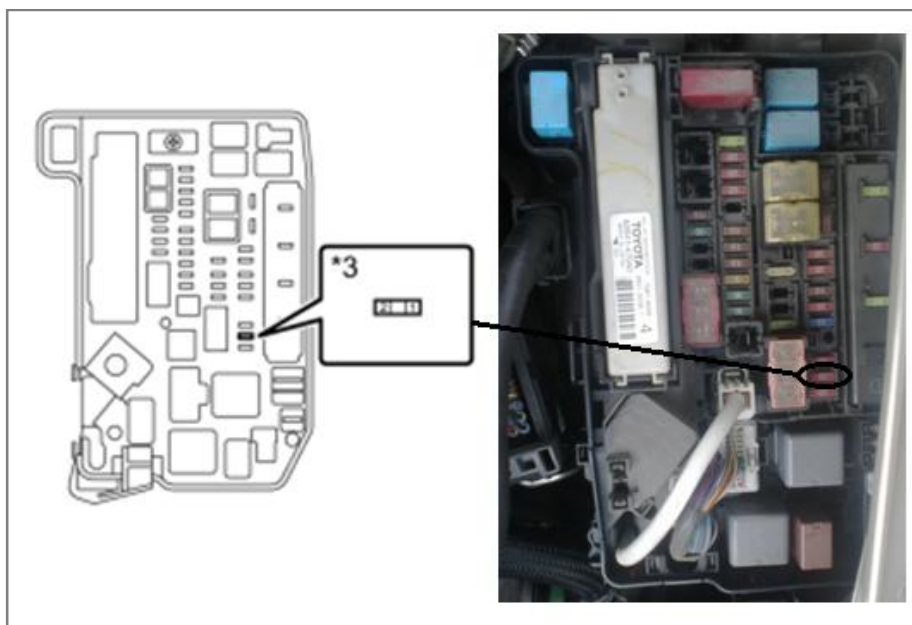


Figura 108. Fusible IGCT número 2 (Transmisión Electrónica) dentro de la caja de fusibles del Toyota Prius 2010

(Manual de reparaciones Toyota, 2010)

4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1. Análisis correctivo de fallas en Batería HV

A pesar de que el manual de reparación de Toyota nos recomienda que en caso de avería de la batería de Alto Voltaje (HV) hay que reemplazar el paquete entero; se puede efectuar una reparación del paquete de baterías según sea el fallo, ya sea cambio de celdas defectuosas o recuperación de las celdas mediante un proceso de descarga y carga, por cuanto se requiere realizar un previo diagnóstico para saber qué es lo que debemos proceder a realizarle a la batería de alto voltaje.

Sin embargo antes de manipular los componentes del sistema híbrido, es muy importante tomar las medidas de precaución estrictamente necesarias para evitar cualquier tipo de lesión por consecuencia de una descarga eléctrica, ya que el Toyota Prius trabaja con voltajes 201.6 Voltios y se debe utilizar guantes aislantes, como nos muestra la Figura 61, y siempre es necesario desconectar la toma de servicio o Jumper como se muestra en la Figura 62.

En la prueba con el cargador y comprobador de baterías de alta tensión se pudo analizar los datos obtenidos antes y después del proceso de descarga y carga, mostrados en la Tabla 14, el cual se logró ver que los bloques de baterías 5, 7, 8 y 9 estaban deteriorados ya que se encontraban debajo del rango normal, por cuanto se descargaban y cargaban más pronto que los demás bloques.

Se corroboró que las láminas de bronce o "chapitas" influyen en la lectura de la Unidad inteligente de las baterías HV si se encuentran con óxido, influyendo así directamente en el desempeño y performance del vehículo, limpiarlas es una opción factible ya que no se distribuyen estos repuestos en el país, por cuanto este proceso se debe realizar cada 40.000 km o cada 2 años para alargar la vida útil del paquete de baterías HV.

Se observó que la obstrucción de aire generada por suciedades en el soplador de refrigeración del sistema de la Batería de Alto voltaje puede provocar un recalentamiento del Paquete de Baterías HV, dado que no se

refrigera normalmente, emitiendo un código de falla del paquete de batería de alto voltaje, por cuanto es importante realizar la limpieza de este componente fundamental en la refrigeración del sistema.

Incluso se ratificó que la limpieza de los conductos se debe realizar cada 40.000 km o cada 2 años para de esta forma evitar recalentamientos del paquete de baterías de alta tensión y averías en sus celdas.

Por cuanto realizar el cambio de refrigerante al sistema Inversor y el cambio de aceite a la transmisión en el tiempo anteriormente mencionado alarga la vida útil de dichos sistemas.

Al momento de falla en el paquete de batería de alta tensión se pudo analizar que la Unidad Inteligente del paquete de baterías HV entraría en una etapa de modo de fallos, en donde trabaja de modo que no realice mucho trabajo el paquete de baterías HV, por cuanto el vehículo enciende y puede recorrer, sin embargo comienza a encender y trabajar más con el motor de combustión interna y así provocando mayores emisiones de gases y mayor consumo de combustible, así mismo el vehículo pierde respuesta al momento de acelerar.

Cuando se encuentra el paquete de baterías de alto voltaje en el proceso de carga y descarga, ósea cuando está trabajando normalmente en el vehículo, las celdas tienden a inflarse, debido a esto se encuentran colocadas en una estructura la cual las tiene comprimidas entre si y al momento de desarmar la estructura es importante tener una prensa mecánica como se puede apreciar en la Figura 79

En el momento en que el paquete de batería de alto voltaje esta desmontado del vehículo se puede analizar cada celda, observándola físicamente, en donde se puede determinar si se encuentran en buen estado o mal estado, según su dimensión física se pueden apreciar si se encuentran averiadas para ser reemplazadas.

Es importante que los circuitos de interbloqueo se encuentren sin suciedades o partículas extrañas, debido a que no son simplemente un artefacto de conexión para cerrar el circuito si no que también son

informantes de las Unidades Inteligentes (ECUs) que el circuito se encuentra cerrado, por cuanto se deben instalar adecuadamente al momento de realizar el mantenimiento preventivo a los diferentes sistemas.

Cuando se utiliza el modo mantenimiento para realizar análisis de gases o limpieza de inyectores nunca se debe dar tracción al vehículo debido a que esto puede generar daños en la transmisión híbrida.

4.2. Análisis correctivo de fallas en la comunicación de Red

Los códigos de falla del sistema de comunicaciones de Red se almacenan cuando existe un circuito abierto o un cortocircuito en alguno de los cables de comunicación, ya sea problemas en la fuente de alimentación de la Unidad Inteligente (ECU), como en la propia Unidad Inteligente (ECU) provocan el almacenamiento de los códigos de falla, en el caso de que se desconecte un conector o socket del cable de comunicación de Red con el interruptor de encendido activado (IG), las Unidades Inteligentes del sistema correspondiente y los sistemas relacionados almacenarían un código de falla (DTC) el cual se lo puede observar mediante el Scanner automotriz o el software de Toyota Techstream y así conocer su origen.

Se analizó que la mayoría de estos problemas se corrigen observando sus mazos de cables y conexiones, sin embargo en ciertos casos puede llegar a ser una avería más problemática como el reemplazo de alguna de las Unidades Inteligentes (ECUs), después del análisis de sus respectivos valores, como también puede ser una avería mucho más sencilla como el reemplazo de un fusible deteriorado.

4.3. Análisis correctivo de fallas de otros sistemas

Los casos observados fuera del sistema híbrido y comunicación multiplexada que puede presentar el vehículo son los códigos de falla de otros sistemas, como por ejemplo el motor de combustión interna o la dirección electrónica, se almacenan al momento en el que existe un problema dentro de estos sistemas y las Unidades de control Inteligentes (ECUs) detectan alguna anomalía, así almacenando un código de falla (DTC) el cual se lo puede observar mediante el Scanner automotriz o el software de Toyota Techstream y así conocer su origen.

Se examinó que siempre se debe tener el equipo adecuado para poder realizar las correctas calibraciones de las desprogramaciones que pueden sufrir los diferentes componentes electrónicos que tienen estos vehículos.

Se observó que un deterioro o una descarga en la batería auxiliar de 12 Voltios también puede afectar otros componentes de los sistemas debido a una falta de corriente, por ese motivo las Unidades Inteligentes (ECUs) pueden interpretar dicho problema como avería en los sistemas que alimenta dicha batería, emitiendo códigos erróneos, por cuanto se debe proceder con un diagnostico certero para así evitar gastos innecesarios en los componentes involucrados.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Una vez culminada la investigación se logro llegar a las siguientes conclusiones:

- Se comprendió que la obstrucción de aire en el soplador de refrigeración en el sistema de la Batería de Alto voltaje puede provocar un recalentamiento del Paquete de Baterías HV, dando como resultado el daño de una o varias celdas, por cuanto es importante no descuidar este elemento del sistema Híbrido.
- Es importante que si el sistema de refrigeración no se encuentra en correcto funcionamiento el paquete de baterías de alto voltaje puede averiarse debido a un recalentamiento por mala refrigeración.
- Se entendió que una alta resistencia en las láminas de bronce o "chapitas" provocadas por el oxido, le generan problemas de comunicación en la lectura que realiza la Unidad Inteligente de control de la batería HV (ECU de Batería HV) al paquete de baterías HV.
- Se puede determinar el estado de las celdas del paquete de baterías HV observándolas físicamente, las cuales si se encuentran infladas o expandidas en exceso, más de lo normal en su dimensión física, se puede determinar que se encuentran averiadas y necesitan ser reemplazadas.
- Se puede determinar el estado y funcionamiento de los relevadores del paquete de baterías HV mediante el uso de un Osciloscopio de cuatro canales, observando la secuencia correcta de encendido de los mismo para poder descartar un problema de cortocircuito del sistema híbrido.

- Se observó que la toma de servicio o jumper no es un simple artefacto de conexión para cerrar el circuito en serie del paquete de baterías de alto voltaje, también cierra un circuito el cual sirve para informar a la Unidad Inteligente de control de la batería HV (ECU de Batería HV) que la toma de servicio o jumper se encuentra colocado correctamente y el vehículo puede trabajar normalmente.
- Se concluyó que los parámetros de seguridad son muy importantes y se deben tomar un estricto seguimiento antes y durante la manipulación del sistema de alto voltaje ya sea para un mantenimiento preventivo o correctivo.
- Con la utilización del software Techstream de Toyota se logró detectar deterioros y averías siendo esta herramienta la más importante en esta investigación.

5.2. Recomendaciones

En el Vehículo Toyota Prius se recomienda:

- No acelerar a fondo el vehículo por tiempos prolongados cuando se encuentre bajo el estado de carga de la batería de alto voltaje debido a que en ese momento no cuenta con suficiente corriente para realizar el esfuerzo excesivo que requiere en ese momento, por tanto se pueden ocasionar daños en los componentes electrónicos del sistema inversor y así quedar averiado el vehículo.
- Se recomienda realizarle el mantenimiento preventivo del sistema híbrido una vez cada 2 años o 40.000 km revisando el paquete de baterías de alto voltaje, sistema inversor, transmisión híbrida y cableado, esto para preservar el vehículo en buenas condiciones y evitar averías y costos excesivos en el futuro.
- Cuando se realice el mantenimiento del paquete de baterías de alto voltaje, se recomienda realizar la limpieza del óxido producido en las láminas de bronce o "chapitas", ya que cuando se encuentran con óxido disminuye el paso de corriente y con eso el vehículo estará generando un código de falla.
- Se recomienda sacar parámetros de la electrónica implantada en el sistema Inversor para poder realizar un seguimiento de posibles fallas, como por ejemplo en el caso de averías de transistores que presenta este sistema.
- Se recomienda de preferencia la utilización del software Techstream de Toyota, ya que es una herramienta útil y más precisa en la lectura de datos de vehículos híbridos y lectura de fallas presentadas.

- Es recomendable tener un control más estricto en el uso de guantes aislantes cuando se manipule el sistema de alto voltaje, y siguiendo las especificaciones de seguridad necesarias para evitar descargas eléctricas.

NOMENCLATURA O GLOSARIO

CO	Monóxido de carbono
CO₂	Dióxido de carbono
SUV	Sport Utility Vehicle (Vehículo deportivo utilitario)
3G	Tercera Generación
HSD	Hybrid Synergy Drive
MG1	Moto-Generador 1
MG2	Moto-Generador 2
HV	High Voltage (Alto Voltaje)
EV	Electric Vehicle (Vehículo Eléctrico)
ECU	Engine Control Unit (Unidad de control del Motor)
VVT-i	Variable Valve Timing- Intelligent (Variación inteligente de sincronización de válvulas)
DOHC	Double overhead camshaft (doble árbol de levas en cabezote)
HC	Hidrocarburos
NO_x	Óxidos de Nitrógeno
HP	Horse Power (Caballo de Fuerza)
DTC	Diagnostic Trouble Codes (Código de falla)
ECU HV	Unidad de control de Alto Voltaje (Sistema Híbrido)
AC	Corriente Alterna
DC	Corriente continua
A/C	Aire Acondicionado
V	Voltaje
Kw	Kilovatio

A	Amperio
RPM	Revoluciones por minuto
Nm	Newton-metro
EBD	Distribución Electrónica de la Fuerza de Frenado
BA	Asistente de Frenado
TRAC	Control de Tracción
HUD	Head up display (Proyector de kilometraje)
NiMH	Níquel-hidruro metálico
CAN	Controller Area Network
MIL	Malfunction Indicator Light (Luz indicadora de fallo)
DLC3	Diagnostic Link Conector (Conector de diagnóstico OBD II)
SMR	System Main Relay (Sistema principal de relés)
READY	Listo en Ingles (Es cuando el Toyota Prius esta encendido y listo para rodar)
IG	Interruptor de encendido activado (Ignición)

BIBLIOGRAFÍA

- AEADE. (2012). *Anuario*. Quito.
- Amaguaya, A., & Cachupud, J. (2011). TESIS. *Análisis del funcionamiento del motor híbrido del vehículo toyota prius para el proceso de aprendizaje de los estudiantes del tercer año de la especialidad mecánica industrial-automotriz* . Riobamba, Ecuador: UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO.
- andriuz.skynet.lt. (Diciembre de 2012). *DIAGNÓSTICOS SISTEMA ECD*. Recuperado el 24 de Octubre de 2013, de <http://www.andriuz.skynet.lt>
- Aol Automoviles. (2009). *Galleries*. Recuperado el 6 de Agosto de 2013, de Ford Escape Hybrid Limited 2009: <http://autos.aollatino.com>
- Augeri, F. (2012). Leccion Curso Híbridos. *Operación del sistema inversor, Batería Alta Tensión* . Buenos Aires, Argentina: Cise Electronics.
- autoblog.com. (3 de Junio de 2011). *review*. Recuperado el 6 de Agosto de 2013, de 2011 Cadillac Escalade Hybrid Platinum: <http://www.autoblog.com>
- Autobloguruguay.com.uy. (24 de Mayo de 2011). *Lanzamiento: Mercedes-Benz S400 HYBRID*. Recuperado el 6 de Agosto de 2013, de http://www.autoblog.com.uy/2011_05_01_archive.html
- Automagazine.ec. (15 de Marzo de 2012). El nuevo Toyota Prius C Sport llegó a Ecuador. Ecuador.
- Benjamin, D. (2010). *Prius*.
- Blanco, A. (2013). *Toyota Prius - Hybrid Synergy Drive*.
- Boletín de servicio Toyota. (15 de Diciembre de 2011). Mantenimiento del ventilador de enfriamiento de la batería HV en vehículos de uso intenso. Estados Unidos: Toyota Motor Sales.

- Bravocars.es. (20 de Noviembre de 2009). *El híbrido BMW X6 ActiveHybrid con 485 caballos, a la venta en abril con un precio de 118.000 euros*. Recuperado el 6 de Agosto de 2013, de <http://www.bravocars.es/2009/11/20/híbrido-bmw-x6-activehybrid-potencia-485-caballos-venta-abril-precio-118000-euros/>
- Carcelen, V. (2009). Multiplexado en el automovil. Autodidacticos.
- Carsfolia.com. (2013). *Chevrolet Tahoe Hybrid*. Recuperado el 6 de Agosto de 2013, de Photo Gallery: <http://carsfolia.com>
- Carvallo, M. (2011). *Toyota Prius: Prueba a fondo del híbrido más popular [Test Drive]*. Chile: bolido.com.
- Castells, X. E. (2012). Automovil y residuos. En *Energía y Transporte* (pág. 285). Madrid: Ediciones Diaz de Santos.
- Castillo, F., & Torres, A. (2011). TESIS. *ANÁLISIS DE RENDIMIENTO, CONSUMO Y EMISIONES GENERADAS POR LOS VEHÍCULOS HÍBRIDOS*. Latacunga, Cotopaxi, Ecuador: Escuela Politécnica del Ejercito extensión Latacunga.
- Catalogo Toyota Prius 3ra Generación. (2010). Catalogo Toyota.
- Centro de tecnología y transporte. (2012). *Vehículos Híbridos*. Bogota D.C: Sena CTT.
- Coches Híbridos Toyota. (15 de Julio de 2013). 6th Salón Internacional del automovil MotorShow. Buenos Aires, Argentina.
- cochesyconcesionarios.com. (2013). *coches y concesionarios*. Recuperado el 16 de Agosto de 2013, de fichas tecnicas: <http://www.cochesyconcesionarios.com>
- Concepcion, M. (2006). *Sistemas Híbridos Avanzados*.
- Cutuli, S. (9 de Septiembre de 2009). *cosasdeautos.com.ar*. Recuperado el 23 de Agosto de 2013, de Argentina: Toyota anunció la llegada del Prius para noviembre: <http://www.cosasdeautos.com.ar>

- Díaz, F. J. (2012). Autos híbridos: ventajas y desventajas. *El Nuevo Día* .
- Durán, M. R. (2012). Camry Hybrid 2012 07 VA 4105 w hybrid badge.jpg.
- Durán, M. (17 de Marzo de 2012). *wikimedia.org*. Recuperado el 23 de Agosto de 2013, de 2012 Toyota Prius c, Alexandria, Virginia, US: <http://commons.wikimedia.org>
- e-auto.com.mx. (2013). *e- auto.com.mx*. Recuperado el 4 de Julio de 2013, de <http://e-auto.com.mx/enew/index.php/torques-de-motor/85-boletines-tecnicos/2236-sistemas-hibridos-de-toyota>
- Ecoreserv.com. (3 de Noviembre de 2012). *Lexus HS 250h*. Recuperado el 6 de Agosto de 2013, de <http://ecoreserv.com/brendy/lexus/lexus-hs-250h.html>
- El Universo. (14 de Mayo de 2013). Venta de carros híbridos cayó 39% frente al 2011. *Economía* .
- Erjavec, J. (2010). *Automatic Transmissions and Transaxels*. Today's Technician 5th Edition.
- Fabio. (30 de Junio de 2011). *Eco y Motor*. Recuperado el 7 de Agosto de 2013, de Kia presenta versión híbrida del Kia Optima: el coche Optima Hybrid: <http://www.ecoymotor.com>
- Ferrer, J., & Domínguez, J. (2008). La transmisión en los vehículos Híbridos. En J. D. Julián Ferrer, *Sistemas de transmisión y frenado* (págs. 24,25). Madrid: Editorial Editex S.A.
- Gil Martínez, H. (2008). *Manual Practico del Automovil*. Madrid: CULTURAL S.A.
- Graham, M. (3 de Marzo de 2010). *three hugger*. Recuperado el 16 de Agosto de 2013, de More Information on Toyota's 2010 Prius (Generation III): <http://www.treehugger.com>

- GSIC. (2010). Centro mundial de información de servicio. *Manual de reparación* . Perú: toyotaperu.com.pe.
- Guia Toyota. (2009). Guia Rapida de Entrega.
- Gutierrez, I. R. (2011). *El motor de combustion interna y su impacto ambiental*. Cuba: Universidad de Ciego de Avila.
- hoymotor.com. (11 de Marzo de 2011). *híbridos*. Recuperado el 23 de Agosto de 2013, de Top Gear entrega otro premio al Toyota Prius: <http://www.hoymotor.com>
- Importrpm.com. (2 de Abril de 2010). *VW's First Hybrid: 2011 Volkswagen Touareg*. Recuperado el 6 de Agosto de 2013, de <http://www.importrpm.com/2011-volkswagen-touareg-hybrid/>
- Informe Toyota Technical Training. (2005). System Hibrid Operation. Course 071.
- Instituto para la diversificacion y ahorro de la energia. (9 de Enero de 2013). Guia de vehículos de Turismo. España.
- Listadecarros.com. (2012). *carros híbridos*. Recuperado el 6 de Agosto de 2013, de Nissan Altima Hybrid: <http://www.listadecarros.com>
- Listadecarros.com. (2012). *Ford Fusion Hybrid 2010: ficha técnica, rivales y 15 imágenes* . Recuperado el 6 de Agosto de 2013, de Ford Fusion Hybrid 2010 : <http://www.listadecarros.com>
- Listadecarros.com. (2012). *GMC Yukon Hybrid 2011: precio, ficha técnica, imágenes y lista de rivales*. Recuperado el 6 de Agosto de 2013, de <http://www.listadecarros.com>
- Los tecnológicos. (2012). Autos Híbridos y Electricos. *Autos híbridos: Toyota Prius* . Lima, Perú: Facultad ciencias de Ingeniería.
- Ludevid, M. (2009). *La Respuesta Ambiental*. España: Editorial Aresta SC.

- luxuo.com. (24 de Febrero de 2009). *Porsche Cayenne S hybrid*. Recuperado el 6 de Agosto de 2013, de <http://www.luxuo.com/automobile/porsche-cayenne-s-hybrid.html>
- Manual de reparaciones Toyota. (2010). Manual de Reparaciones Toyota Prius. *Manual RM1290U* . Techinfo Toyota.
- Manual Toyota Motor Corporation. (2009). MANUAL DE DESMANTELACIÓN DEL VEHÍCULO HÍBRIDO.
- meganeboy, D. (2012). *Aficionados a la Mecanica*. Recuperado el 4 de Julio de 2013, de <http://www.aficionadosalamecanica.net/híbridos.htm>
- Mendez, J. (29 de Mayo de 2008). Toyota Prius:Ejemplo de Tecnología Híbrida en automoviles. España: Toyota España.
- Mesa, C. A. (2008). Introducción a los sistemas de comunicación del vehículo. *Sincronización - Inyección Electrónica y Control Computarizado de Motor OBD II* . SENA VIRTUAL.
- Miscocheselectricos.com. (2013). *Mis coches electricos*. Recuperado el 2 de Julio de 2013, de <http://www.miscocheselectricos.com/ventajas-desventajas-híbridos-466.html>
- Motorpasion.com. (19 de Agosto de 2009). *BMW ActiveHybrid 7*. Recuperado el 6 de Agosto de 2013, de <http://www.motorpasion.com/bmw/bmw-activehybrid-7>
- motorpasion.com. (16 de Octubre de 2012). *Espacio Toyota*. Recuperado el 23 de Agosto de 2013, de 15 años de Toyota Prius: todo sobre el híbrido de referencia: <http://www.motorpasion.com>
- Motorpasion.com. (14 de Marzo de 2010). *Honda CR-Z, híbrido y divertido*. Recuperado el 6 de Agosto de 2013, de <http://www.motorpasion.com/honda/honda-cr-z-híbrido-y-divertido>

- motorpasion.com. (24 de Diciembre de 2011). *Mejor innovación en eficiencia: lo mejor de 2011 en Motorpasion*. Recuperado el 23 de Agosto de 2013, de Ecoflaps: <http://www.motorpasion.com>
- Motorpasion.com. (16 de Febrero de 2011). *Porsche Panamera S Hybrid: 380 CV y 7,1 l/100 km*. Recuperado el 6 de Agosto de 2013, de <http://www.motorpasion.com/porsche/porsche-panamera-s-hybrid>
- Park Place . (16 de Junio de 2013). *park place dealerships* . Recuperado el 6 de Agosto de 2013, de <http://lexusplano.parkplacetexas.com/web/news/3286/the-2013-lexus-rx-450h-giving-dallas-owners-more-miles>
- Patiodeautos.com. (11 de Diciembre de 2009). *Noticias*. Recuperado el 6 de Agosto de 2013, de Ford Ecuador priorizará en 2010 la comercialización de híbridos: <http://www.patiodeautos.com>
- Patiodeautos.com. (15 de Abril de 2010). *Noticias*. Recuperado el 6 de Agosto de 2013, de Chevrolet presentó sus nuevos modelos al mercado ecuatoriano: <http://www.patiodeautos.com>
- PatioTuerca.com. (30 de Abril de 2010). *Test Drive Chevrolet Silverado Híbrida 2010 en Ecuador*. Recuperado el 6 de Agosto de 2013, de Blogs: <http://comunidad.patiotuerca.com>
- Pellicer, E. L. (1997). Automoviles Híbridos. En E. L. Pellicer, *Automoviles Electricos* (pág. 283). Zaragoza: INO Reproducciones.
- Revista acelerando. (2012). Toyota Prius C Sport Test Drive. *Acelerando* .
- Rodriguez, C. (9 de Agosto de 2010). *Motoradictos.com*. Recuperado el 23 de Agosto de 2013, de Japón: Toyota vende un millón de híbridos: <http://www.motoradictos.com>
- Sanz, S. (2007). El vehículo híbrido. En S. Sanz, *Motores* (págs. 382, 383). Madrid: Editorial Editex S.A.

- Silva, S. (Mayo de 2010). PROYECTO DE SISTEMAS DECOMPUTOAUTOS HÍBRIDOS EN ELECUADOR. Quito, Ecuador: Universidad de las Americas.
- Sociedad de Técnicos de Automoción (STA). (2011). *Vehículos Electricos: Desafíos Tecnológicos, Infraestructura y oportunidades de negocio*. Barcelona: Libbooks.
- Tanaka, T. (15 de Marzo de 2012). Lanzamiento Prius C en Ecuador. Quito, Pichincha, Ecuador.
- Toyota.com. (2013). *Camry y Camry Hybrid 2013*. Recuperado el 6 de Agosto de 2013, de <http://www.toyota.com/espanol/camry/#!/panels2>
- Toyotenado. (2013). Prius con nuevo look. *Toyotenado* , 44.
- traslapersiana.blogspot.com. (25 de Abril de 2008). *Tras la persiana*. Recuperado el 19 de Agosto de 2013, de Prius: sistema de transmisión: <http://traslapersiana.blogspot.com>
- Uquillas, D. (19 de Abril de 2013). *Elcomercio.com*. Recuperado el 23 de Agosto de 2013, de Toyota Prius Plug-in Hybrid se carga en casa: http://www.elcomercio.ec/deportes/TOYOTA-PRIUS-PLUG-IN-HYBRID-carga_0_904709541.html
- Urdiales, J., & Limón, R. (2012). Segundas Jornadas sobre la energía: La energía asociada al transporte. *Vehículos híbridos: acoplamiento sinérgico de motor térmico y eléctrico* . España: Departamento Técnico de Toyota España.
- Valencia, J. (Marzo de 2010). DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO DE RED MULTIPLEXADA PARA APLICACIONES EN EL AUTOMÓVIL. *TESIS* . Latacunga, Ecuador: Escuela Politécnica del Ejercito.

ANEXOS

ANEXO # 1

Guía para prácticas sobre vehículos híbridos en un Toyota Prius



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

**GUÍA PARA PRÁCTICAS SOBRE VEHÍCULOS HÍBRIDOS
EN UN TOYOTA PRIUS**

**GUÍA PARA DOCENTES Y ALUMNOS
DE LA CARRERA INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

AUTOR: HERNÁN SANTIAGO QUINTANA GORDILLO

Quito, Ecuador

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	PÁGINA
INTRODUCCIÓN	1
ELEMENTOS DE LA PRÁCTICA SOBRE VEHÍCULOS HÍBRIDOS	2
PRÁCTICA 1. LA BATERÍA HV (ALTO VOLTAJE)	2
1.1. INTRODUCCIÓN	3
1.2. OBJETIVO DE LA PRÁCTICA	4
1.3. METODOLOGÍA	4
1.4. RECURSOS MATERIALES Y EQUIPO	10
1.5. EVALUACIÓN	11
1.6. RESULTADOS Y CONCLUSIONES	11
PRÁCTICA 2. EL CONJUNTO INVERSOR	12
2.1. INTRODUCCIÓN	12
2.2. OBJETIVO DE LA PRÁCTICA	14
2.3. METODOLOGÍA	14
2.4. RECURSOS MATERIALES Y EQUIPO	17
2.5. EVALUACIÓN	18
2.6. RESULTADOS Y CONCLUSIONES	18
PRÁCTICA 3. LA TRANSMISION ELECTRÓNICA HÍBRIDA	19
3.1. INTRODUCCIÓN	19
3.2. OBJETIVO DE LA PRÁCTICA	21
3.3. METODOLOGÍA	21
3.4. RECURSOS MATERIALES Y EQUIPO	25
3.5. EVALUACIÓN	26
3.6. RESULTADOS Y CONCLUSIONES	26
PRÁCTICA 4. OBSERVACIÓN DE DATOS TECHSTREAM	27

4.1. INTRODUCCIÓN	27
4.2. OBJETIVO DE LA PRÁCTICA	28
4.3. METODOLOGÍA	28
4.4. RECURSOS MATERIALES Y EQUIPO	32
4.5. RESULTADOS Y CONCLUSIONES	32
RECOMENDACIONES	33
DESCRIPCIÓN DEL DESARROLLO DE LA PRÁCTICA	33
CONDICIONES DE MANEJO	33
BIBLIOGRAFÍA	35

INTRODUCCIÓN

Esta guía para prácticas es un manual básico que tiene por finalidad principal orientar y facilitar el trabajo de profesores y alumnos. En el caso de los primeros, para elaborar prácticas de laboratorio o taller sobre los vehículos híbridos en especial del Toyota Prius. Para los segundos, en la ejecución de las actividades de trabajo para la comprensión de lo impartido teóricamente aplicado a lo práctico, por ello es preciso comprender la importancia de los conocimientos adquiridos en clases, y de reforzar estos en la práctica para que se pueda analizar el tema en estudio y su relación en la vida profesional.

También, es indispensable no olvidar siempre la necesidad de seguir las medidas de seguridad e inculcar una cultura de protección frente a los riesgos que están presentes.

Así, el propósito de elaborar un manual para prácticas sobre vehículos híbridos en un Toyota Prius es lograr que los docentes planifiquen y organicen eficazmente su participación en el proceso de inculcar las nuevas tecnologías como lo es la tecnología híbrida.

ELEMENTOS DE LA PRÁCTICA SOBRE VEHÍCULOS HÍBRIDOS EN UN TOYOTA PRIUS

PRÁCTICA 1. LA BATERÍA HV (ALTO VOLTAJE)

Para mayor claridad esta práctica es recomendable llevarla a cabo en 3 clases de 2 horas como se muestra en la siguiente Tabla.

Tabla 20. Programación de la Práctica # 1

Unidad	Práctica Programada	Ámbito de desarrollo	Tiempo de desarrollo
La Batería HV	Desmontaje de la batería HV	Práctica en el Taller Automotriz de la UTE	1 Clase de 2 Horas
	Limpieza e identificación de componentes		1 Clase de 2 Horas
	Desarmado y armado de celdas y montaje al vehículo		1 Clase de 2 Horas

1.1. INTRODUCCIÓN

El conjunto de la batería HV es de tipo níquel-hidruro metálico (NiMH) con 201.6 Voltios de corriente continua (DC), conformado por 28 celdas de 7.2 Voltios conectadas en serie, el conjunto de batería HV está colocada en la parte trasera del vehículo debajo del asiento trasero para tener menor riesgo de deformación en caso de un impacto o choque del vehículo, el electrolito que contiene las celdas del conjunto de baterías es en gel para minimizar cualquier riesgo de fugas, también está protegida por carcasas metálicas, el conjunto de la batería HV cuenta con una ECU HV, situada junto a la batería HV, para poder controlar y conocer el estado de carga y temperatura de la batería, para poder realizar diagnósticos y crear códigos de falla (DTC) si es el caso (Augeri, 2012) (Amaguaya & Cachupud, 2011) (Urdiales & Limón, 2012), a continuación se muestran las especificaciones en la Tabla 1:

Tabla 21. Especificaciones Conjunto Batería HV Toyota Prius 2010
(Catalogo Toyota Prius 3ra Generación, 2010)

Conjunto de la Batería HV	
Tipo	Níquel - hidruro metálico
Cantidad de módulos	28
Voltaje por modulo	7.2 V
Voltaje Nominal	201.6 V
Capacidad	6.5 A/h
Tipo de Refrigeración	Refrigeración por aire
Numero de sensores de temperatura	Para ingreso de aire = 1 Para modulo de batería = 3



Figura 109. Ubicación del Conjunto de Baterías HV en el Toyota Prius

1.2. OBJETIVO DE LA PRÁCTICA

Conocer y familiarizarse con las partes que componen la Batería de alto voltaje del Toyota Prius desmontándola del vehículo y desarmando cada uno de sus componentes para la correcta observación y realizar su correcto estudio.

1.3. METODOLOGÍA

-Antes de realizar la práctica debemos leer las condiciones de manejo descritas en la sección de recomendaciones escritas al final de este manual y tener en cuenta las medidas de precaución generales al momento de manipular los componentes del sistema híbrido.

Antes de revisar el sistema de alta tensión o sistema híbrido debemos utilizar guantes aislantes y desconectar la toma de servicio o Jumper como se muestra en la siguiente Figura.



Figura 110. Toma de servicio o Jumper y ubicación en el vehículo

-A continuación procedemos a desmontar la Batería de alto voltaje del vehículo y a retirar todas sus cubiertas para observar la ubicación de cada componente que contiene la Batería de alto voltaje.



Figura 111. Batería ubicada en el vehículo

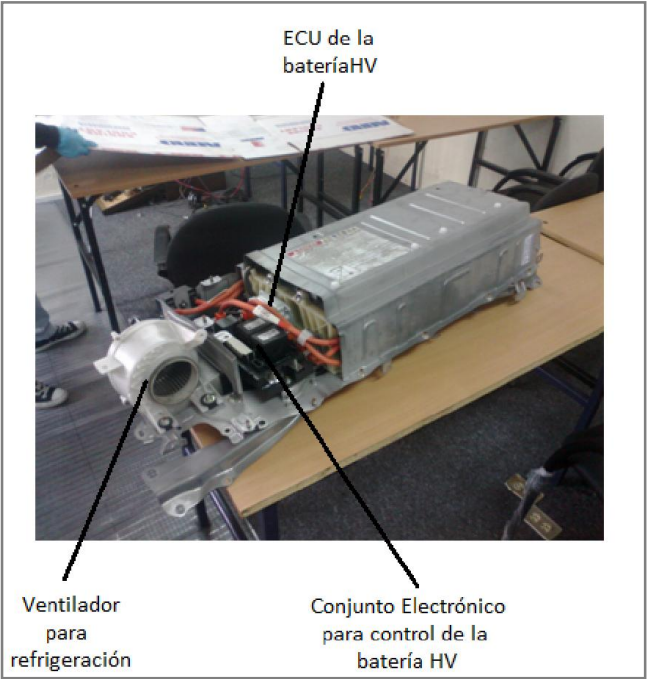


Figura 112. Conjunto de la batería HV desmontada del vehículo

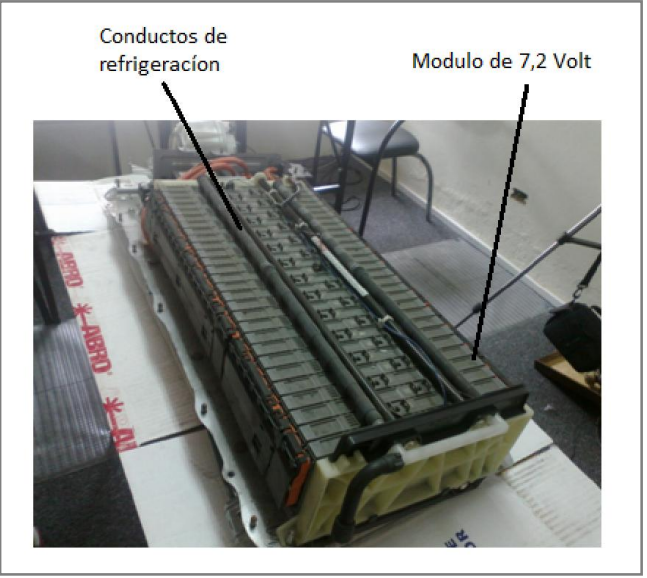


Figura 113. Conjunto de batería HV sin carcasa metálica protectora

-Luego se procede a desarmar todos sus componentes para poder realizar una limpieza de todas sus partes



Figura 114. Identificación y limpieza externa de soplador de refrigeración



Figura 115. Identificación y limpieza externa de conjunto de relevadores



Figura 116. Identificación y limpieza externa de Unidad Inteligente de la Batería HV (ECU Batería HV)

-Luego se procede a desarmar las "chapitas" de cobre y procedemos a realizar una limpieza con lija y bicarbonato de sodio.

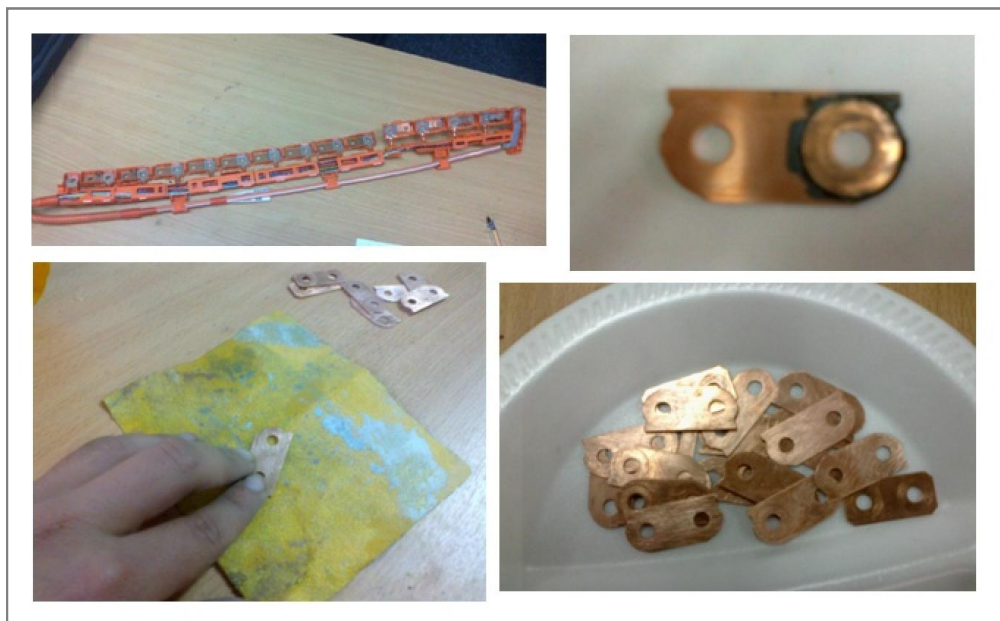


Figura 117. Limpieza de las "chapitas" de cobre

-Para continuar se desarma las celdas del paquete de baterías y se procede a observar cada celda individualmente



Figura 118. Batería HV sin armazón base

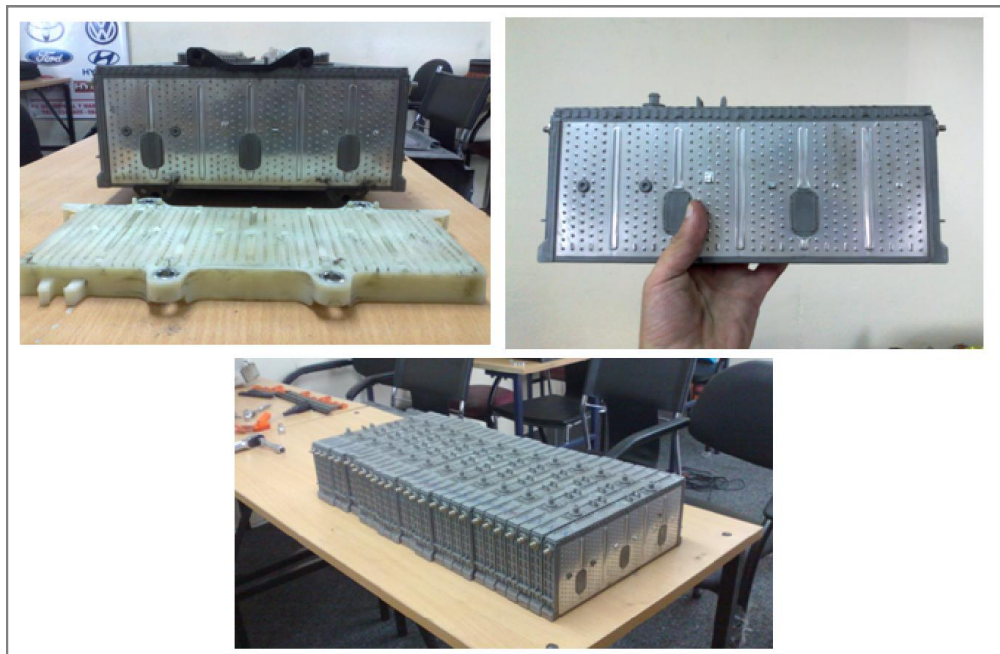


Figura 119. Batería con las celdas separadas del paquete

-Para finalizar volvemos a armar todas sus componentes con la ayuda de una prensa mecánica para completar con el montaje del Bateria HV en el vehículo nuevamente.

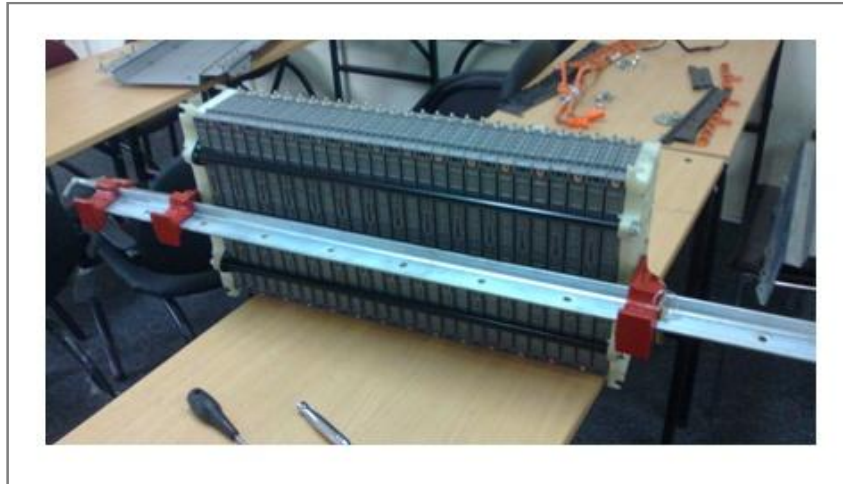


Figura 120. Armandó Bateria HV con la ayuda de prensa mecánica

1.4. RECURSOS MATERIALES Y EQUIPO

- Guantes Aislantes
- Juego de llaves milimétricas
- Juego de copas milimétricas
- Palanca de fuerza
- Extensiones
- Prensa Mecánica
- Lija de agua #100
- Bicarbonato de sodio
- Bateria de alto voltaje (HV)

1.5. EVALUACIÓN

-¿Cuál es el voltaje de cada celda de la batería HV y como se encuentran conectadas?

-¿Cuánto tiempo es prudente esperar después de desconectar el jumper, para evitar descargas eléctricas?

-¿Que voltaje tiene el paquete de baterías de alto voltaje del Toyota Prius?

-¿De qué material está construida la batería de alto voltaje del Toyota Prius y cuantas celdas está conformada?

-¿Donde está ubicado el paquete de batería de alto voltaje del Toyota Prius?

1.6. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

-Los estudiantes deben realizar un informe de todo lo realizado en la práctica del estudio de la batería de alto voltaje del Toyota Prius a partir del conjunto de datos que los alumnos obtuvieron durante el desarrollo de la práctica para que pueda sacar sus propios resultados y conclusiones.

PRÁCTICA 2. EL CONJUNTO INVERSOR

Para mayor claridad esta práctica es recomendable llevarla a cabo en 1 clase de 2 horas como se muestra en la siguiente Tabla.

Tabla 22. Programación de la Práctica # 2

Unidad	Práctica Programada	Ámbito de desarrollo	Tiempo de desarrollo
El conjunto Inversor	Desmontaje, identificación de partes electrónicas y montaje al vehículo	Práctica en el Taller Automotriz de la UTE	1 Clase de 2 Horas

2.1. INTRODUCCIÓN

El inversor es un componente fundamental de los vehículos híbridos, es controlada por la unidad de control del sistema híbrido (ECU HV) que esta encarga de mandar ordenes al inversor para el correcto funcionamiento del vehículo y generar diagnósticos del sistema híbrido incluido si encuentra fallas y presenta códigos de falla (DTC), sus funciones son:

-Convertir 201.6 V corriente continua (DC) en 201.6 V corriente alterna trifásica (AC) para poder controlar y dar energía al compresor eléctrico del aire acondicionado (A/C).

-Multiplicar y transformar 201.6 V corriente continua (DC) que recibe de la batería HV en 650 V corriente alterna trifásica (AC) para poder controlar y dar energía al moto-generador MG2 para poder mover el vehículo cuando sale de la inercia y envía energía al moto-generador MG1 cuando

requiere que este encienda el motor de combustión interna supliendo al motor de arranque que usa un vehículo convencional.

-Transformar la alta tensión, corriente alterna (AC), recibida del moto-generador MG2, cuando el vehículo regenera energía al momento de la desaceleración y frenado, en corriente continua (DC) y así mismo de parte del moto-generador MG1 genera energía producida por el motor de combustión interna y de este modo cargar la batería HV cuando se lo requiera o el conductor coloque la palanca en B en una desaceleración en el cual el moto-generador MG1 también acompaña en esa condición.

-Permitir convertir los 201.6 V corriente continua (DC) provenientes de la batería HV a 12 V corriente continua (DC) para cargar la batería 12 V y así suplir la ausencia de un alternador en el vehículo y lograr enviar energía a todos los accesorios que se utilizan dentro del vehículo.

Toda la gestión de funcionamiento es controlada por la unidad de control del sistema Híbrido (ECU HV), Este se encarga de controlar al inversor y generar cualquier tipo de diagnóstico del mismo incluidos los DTC. (Mendez, 2008) (Augeri, 2012)

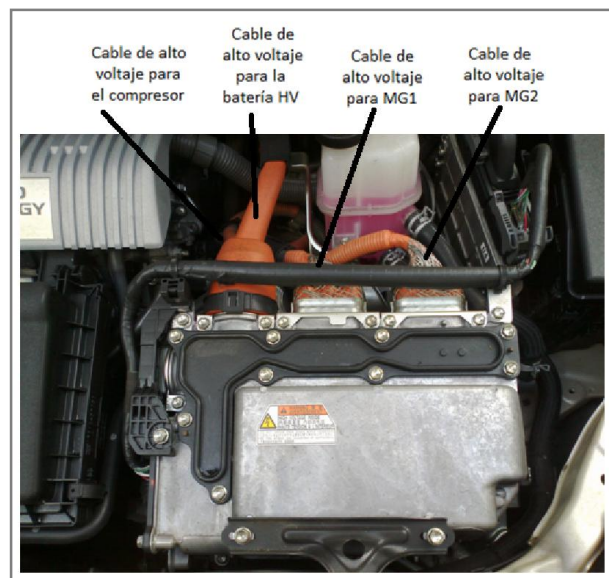


Figura 121. Inversor de Toyota Prius con sus respectivos cables

2.2. OBJETIVO DE LA PRÁCTICA

Conocer y Observar las partes que componen el conjunto inversor del Toyota Prius desmontándolo del vehículo y desarmando cada uno de sus componentes para la correcta observación y aprender las funciones que desempeña en el vehículo y así poder realizarle su correcto estudio.

2.3. METODOLOGÍA

-Después de tomar las medidas de precaución descritas en las condiciones de manejo escritas en la sección de recomendaciones ubicadas al final de este manual podemos comenzar el estudio del conjunto inversor, en el cual tenemos que proceder a desmontar el inversor del vehículo, este se encuentra en el compartimento del motor.

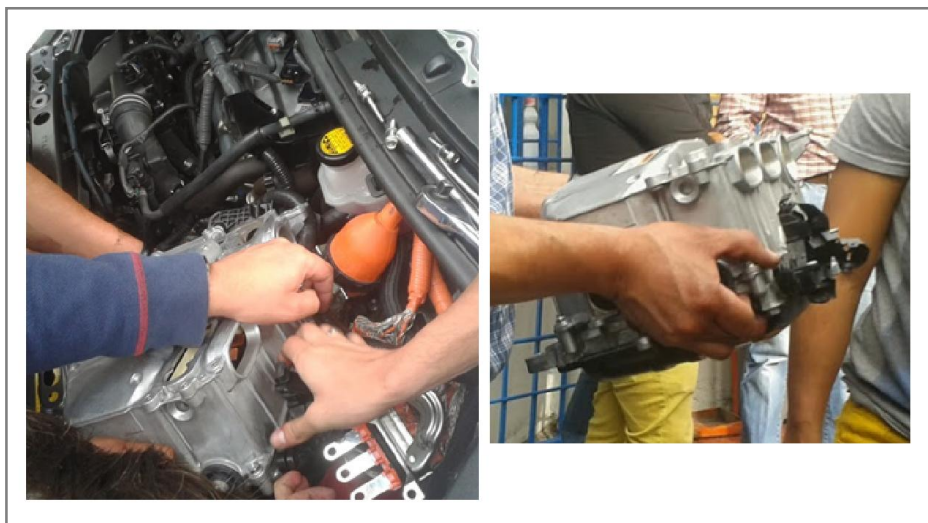


Figura 122. Desmontaje del conjunto inversor

-Debemos tener en cuenta que al desconectar los conductos de refrigeración, el líquido refrigerante va a caer en el cual se recomienda colocar un envase en la parte inferior para no ensuciar y colocar una franela o trapo en el conducto para que no siga cayendo desde el depósito del líquido refrigerante.

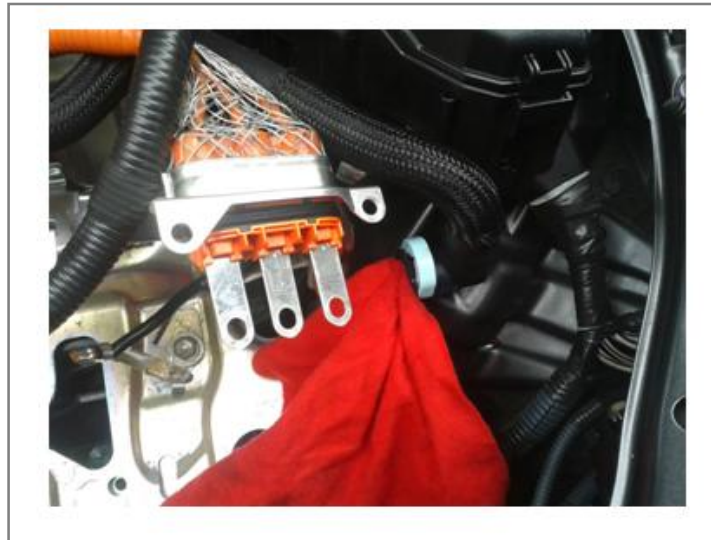


Figura 123. Franela colocada en el conducto de refrigeración proveniente del depósito

-Una vez desmontado el inversor podemos observar los cables de alta tensión que salen del inversor, ubicándolos y reconociendo el recorrido que tiene cada uno como se muestra en la Figura siguiente.

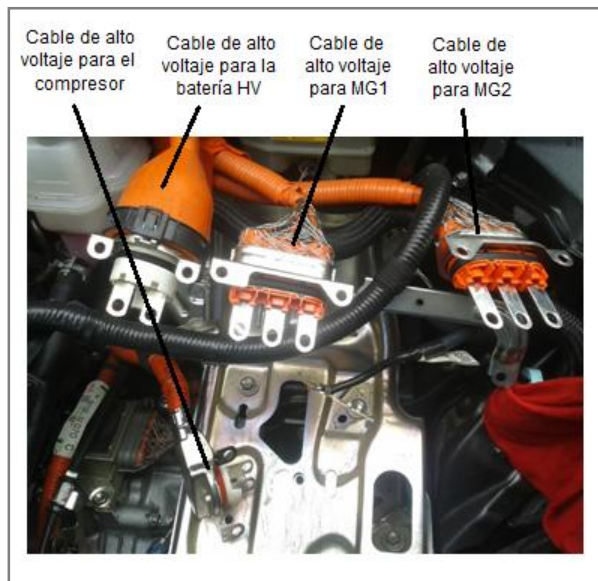


Figura 124. Cables provenientes del conjunto inversor

-Con el Inversor desmontado procedemos a retirarle sus cubiertas para observar sus circuitos internos, para poder identificarlos y familiarizarnos con dichos circuitos.



Figura 125. Conjunto inversor sin cubierta

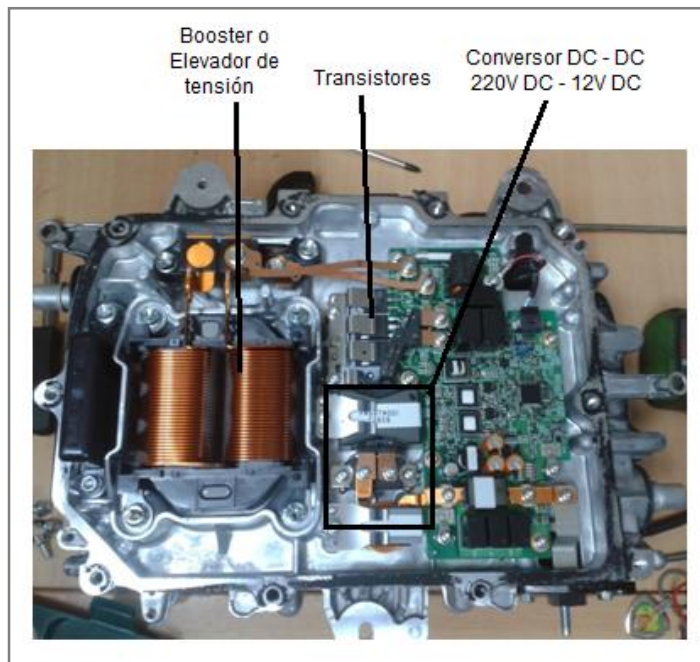


Figura 126. Partes del lado superior del conjunto inversor

-Para finalizar el estudio del conjunto inversor procedemos a armar y a montarlo en el vehículo, hay que tener en cuenta que antes de arrancar el vehículo debemos completar el líquido refrigerante vertiéndolo lentamente, aproximadamente 2,1 litros, hasta llegar a la marca Full (F) del depósito del inversor, después procedemos a realizar la purga de aire en el sistema, esto se realiza encendiendo el vehículo y esperando que disminuya el ruido producido por la bomba de agua del inversor y una vez que baje el nivel del depósito se vuelve a rellenar hasta la marca Full (F), si es necesario se repite el proceso hasta que el ruido desaparezca. (GSIC, 2010)

2.4. RECURSOS MATERIALES Y EQUIPO

- Guantes Aislantes
- Juego de llaves milimétricas
- Juego de copas milimétricas

- Palanca de fuerza
- Extensiones
- Destornilladores
- Conjunto Inversor

2.5. EVALUACIÓN

-¿Cuáles son las funciones del conjunto del inversor?

-¿Que componente está encargado de controlar el funcionamiento del conjunto inversor?

-¿Cuánto es la elevación de voltaje después del elevador de tensión (Booster)?

-¿Cuantos cables de alto voltaje salen del conjunto inversor y a donde se dirigen?

-¿Cuales son las precauciones a tomar para manipular el conjunto inversor?

2.6. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

-Los estudiantes deben realizar un informe de todo lo realizado en la práctica del estudio del conjunto Inversor Toyota Prius a partir del conjunto de datos que los alumnos obtuvieron durante el desarrollo de la práctica para que pueda sacar sus propios resultados y conclusiones.

PRÁCTICA 3. LA TRANSMISION ELECTRÓNICA HÍBRIDA

Para mayor claridad esta práctica es recomendable llevarla a cabo en 1 clase de 2 horas como se muestra en la siguiente Tabla.

Tabla 23. Programación de la Práctica # 3

Unidad	Práctica Programada	Ámbito de desarrollo	Tiempo de desarrollo
El conjunto Inversor	Desmontaje del vehículo	Práctica en el Taller Automotriz de la UTE	1 Clase de 2 Horas
	Identificación de partes y montaje al vehículo		1 Clase de 2 Horas

3.1. INTRODUCCIÓN

Los moto-generadores son motores eléctricos trifásicos de imán permanente que trabajan con un voltaje nominal de 650 V y sus ventajas dentro del vehículo híbrido son su compacidad, su fácil refrigeración, su bajo mantenimiento, su baja sonoridad tal como lo indican los catálogos Toyota; también tienen desventajas como su posibilidad de desmagnetización, riesgo de averías en el inversor, su limitada entrega de par a alta velocidad y por supuesto su alto costo en caso de avería y requiera ser reemplazado, estos motores son parte fundamental para que el sistema híbrido del Toyota Prius funcione. (Catalogo Toyota Prius 3ra Generación, 2010) (Castillo & Torres, 2011)

A pesar de que la transmisión del Toyota Prius está compuesto por los dos moto-generadores MG1 y MG2; estos trabajan combinados mediante dos conjuntos de engranajes planetarios o conjuntos de tren

epicicloidales, los cuales son el corazón de este sistema y Toyota lo llamó "dispositivo repartidor de potencia" que en inglés se escribe Power Split Device (PSD), el primer tren epicicloidal es de reducción de velocidad del moto-generador MG2, este reduce la elevada velocidad del moto-generador MG2 aumentando su par; el segundo tren epicicloidal es el tren de reparto de potencia el cual funciona unificando el esfuerzo de cada uno de motores (Motor de combustión interna, Moto-generador MG1 y Moto-generador MG2). (Concepcion, 2006) (Erjavec, 2010)

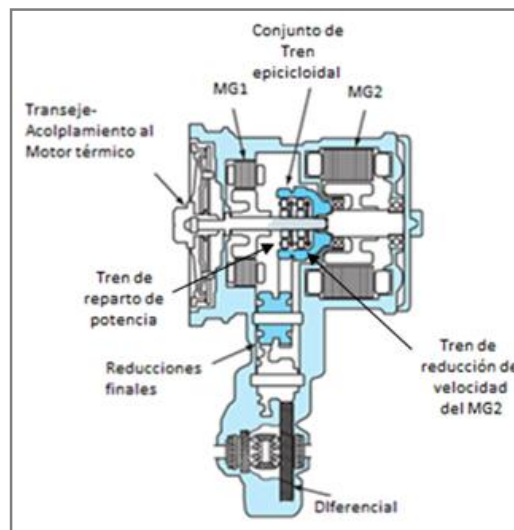


Figura 127. Transmisión de Toyota Prius

(Erjavec, 2010)

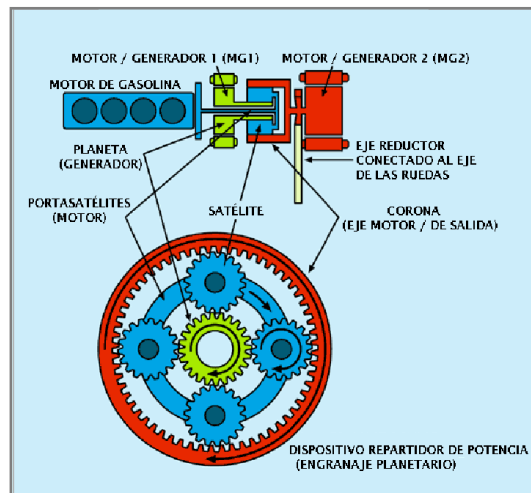


Figura 128. Distribución del tren epicycloidal con los motores de un vehículo híbrido

(traslapersiana.blogspot.com, 2008)

3.2. OBJETIVO DE LA PRÁCTICA

Conocer e identificar las partes que componen el conjunto de la transmisión híbrida del Toyota Prius observándolo del vehículo y desarmando cada uno de sus componentes para la correcta observación y así poder realizarle su correcto estudio.

3.3. METODOLOGÍA

-Después de tomar las medidas de precaución necesarias antes de manipular el sistema híbrido podemos comenzar el estudio de la transmisión híbrida, en el cual tenemos que proceder a reconocerlo y ubicarlo en el vehículo.

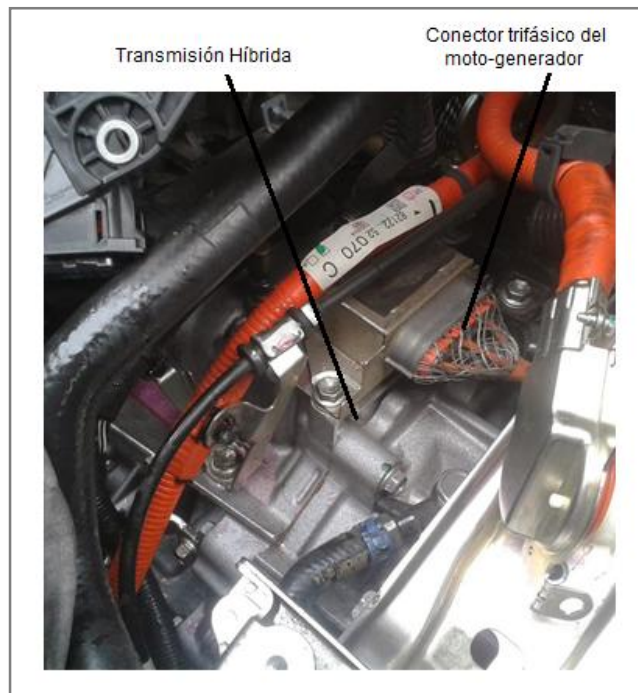


Figura 129. Ubicación de la transmisión híbrida en el vehículo

-Luego se procede a desmontarlo del vehículo, debemos tener en cuenta que hay que tener cuidado al momento del desmontaje ya que es un componente muy pesado del vehículo.



Figura 130. Transmisión híbrida desmontado del vehículo



Figura 131. Transmisión híbrida desmontado del vehículo



Figura 132. Transmisión híbrida desmontado del vehículo

-Luego procedemos a verter el aceite de la transmisión para poder observar cada uno de los componentes internos de la transmisión híbrida, reconociéndolos y viendo como es el funcionamiento de cada parte.

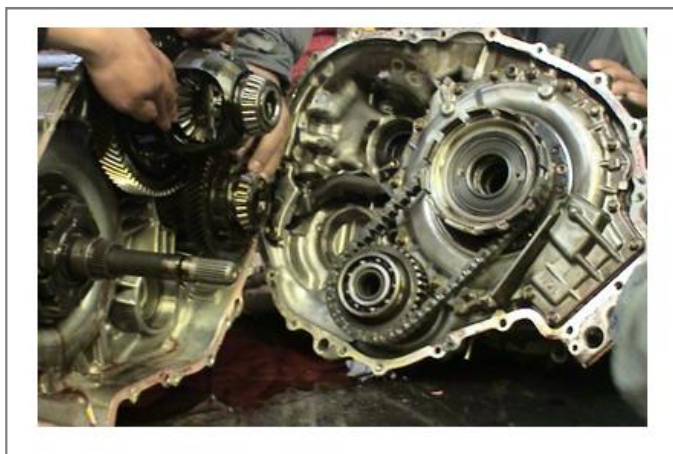


Figura 133. Transmisión híbrida desarmada
(Cise Electronics Bolivia, 2010)

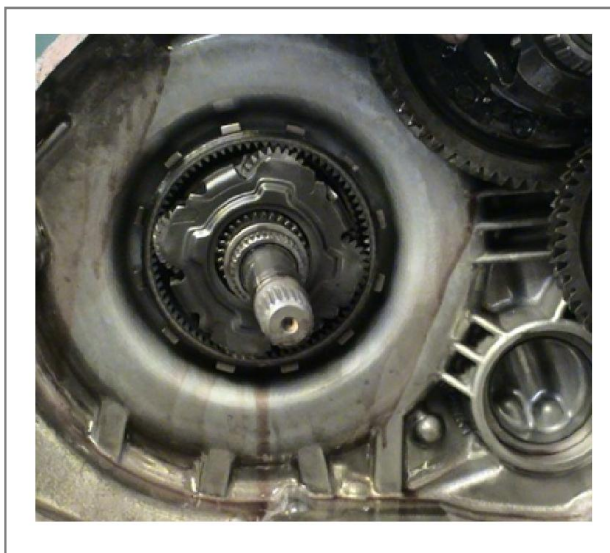


Figura 134. Tren Epicicloidal
(Cise Electronics Bolivia, 2010)



Figura 135. Moto-generator 2 (MG2)

(Cise Electronics Bolivia, 2010)

-Para finalizar el estudio del conjunto de la transmisión híbrida procedemos a armarla y a montarlo en el vehículo, hay que tener en cuenta que antes de arrancar el vehículo debemos completar el aceite de la transmisión tipo ATF T-IV, con una capacidad de 4,6 litros y también debemos completar el liquido refrigerante vertiéndolo lentamente, aproximadamente 2,1 litros, hasta llegar a la marca Full (F) del depósito. (GSIC, 2010)

3.4. RECURSOS MATERIALES Y EQUIPO

- Guantes Aislantes
- Juego de llaves milimétricas
- Juego de copas milimétricas
- Palanca de fuerza
- Extensiones
- Destornilladores
- Transmisión híbrida

3.5. EVALUACIÓN

- ¿Que son los Moto-generadores?
- ¿Que voltaje requieren los moto-generadores para trabajar?
- Nombre las partes que componen la transmisión híbrida del Toyota Prius
- ¿Cual tren epicicloidal se conecta y transmite el par motor del Moto-generador 2?
- ¿Con que tipo de corriente trabajan los moto-generadores?

3.6. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

-Los estudiantes deben realizar un informe de todo lo realizado en la práctica del estudio de la transmisión híbrida del Toyota Prius a partir del conjunto de datos que los alumnos obtuvieron durante el desarrollo de la práctica para que pueda sacar sus propios resultados y conclusiones.

PRÁCTICA 4. OBSERVACIÓN DE DATOS MEDIANTE EL TECHSTREAM DE TOYOTA

Para mayor claridad esta práctica es recomendable llevarla a cabo en 1 clase de 2 horas como se muestra en la siguiente Tabla.

Tabla 24. Programación de la Práctica # 4

Unidad	Práctica Programada	Ámbito de desarrollo	Tiempo de desarrollo
Diagnos is mediante Techstream de Toyota	Observación de datos mediante el Techstream de Toyota	Práctica en el Taller Automotriz de la UTE	1 Clase de 2 Horas

4.1. INTRODUCCIÓN

En el sistema de la tecnología híbrida de Toyota, cuando la ECU HV, la ECM o la ECU de la batería HV detectan un mal funcionamiento en sus sistemas, la ECU HV efectúa un diagnóstico y memoriza las secciones a las que la avería pertenece, para informar al conductor sobre el mal funcionamiento, establece que se encienda la luz de aviso de comprobación de motor (Luz testigo MIL) y la luz de aviso del sistema híbrido si es el caso.

Para comprobar los códigos de diagnóstico (DTC) debemos colocar el Software Automotriz Techstream de Toyota al conector de transmisión de datos (DLC3) del vehículo, véase en la Figura 29, esta se encuentra en la parte inferior izquierda del volante, el Techstream permite borrar el DTC y comprobar los datos de voltajes, temperaturas de los sistemas del vehículo, ya sea inmediatos o congelados del momento en el que se produjo el DTC. (Gil Martínez, 2008)

Además de el software de diagnóstico automotriz Techstream de Toyota, necesitamos un cable interfaz llamado Mongoose que tiene el conector OBD II para que exista comunicación entre el vehículo y el software.

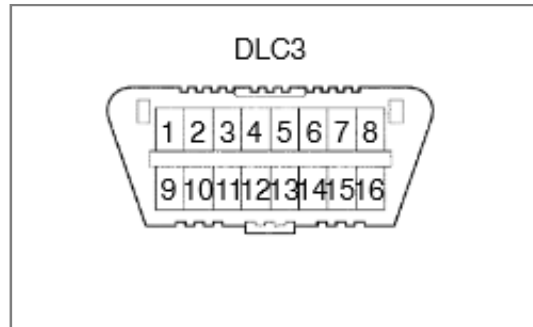


Figura 136. Conector de Diagnóstico (DLC3)

(andriuz.skynet.it, 2012)

4.2. OBJETIVO DE LA PRÁCTICA

Conocer y aprender a manejar el software de diagnóstico Techstream aplicado al Toyota Prius conectándolo al vehículo y leyendo e interpretando todos los datos que nos muestra el vehículo mediante el Techstream para conocer su funcionamiento y poder manejar este tipo de herramientas.

4.3. METODOLOGÍA

-Primero se conecta el cable interfaz Mongoose al conector OBDII del vehículo, para luego colocar el vehículo en contacto, en el caso del Toyota Prius se presiona el botón "Start" 2 veces sin presionar el pedal de freno, luego se enciende el Techstream y se presiona en conectar el vehículo, como se muestra en la siguiente imagen, para comenzar a observar los datos del vehículo .



Figura 137. Conectando el Techstream al vehículo

-Luego procedemos a colocar la información del vehículo, o directamente se coloca el código VIN del vehículo.

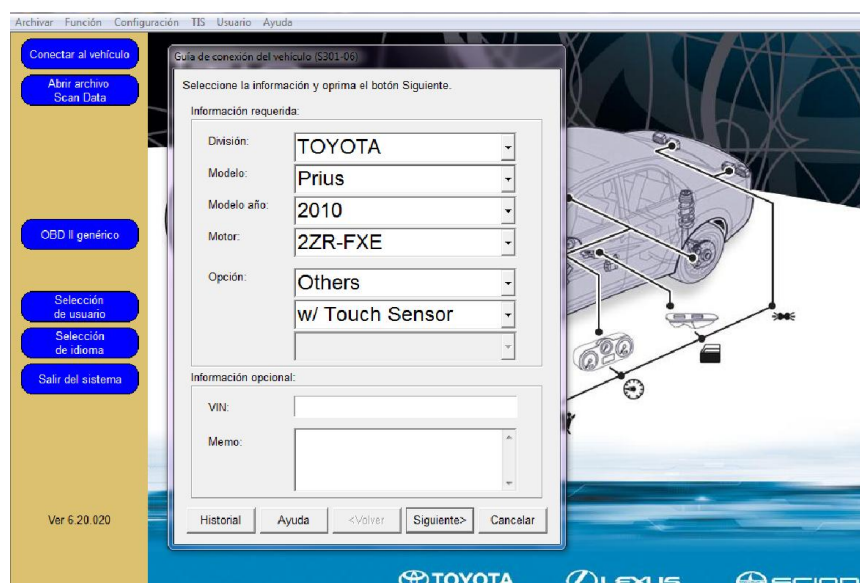


Figura 138. Colocando información del Toyota Prius 2010

-Una vez ingresado podemos seleccionar uno de los sistemas al que se desee observar los datos o códigos DTC, sin embargo si se desea

ingresar a todos los sistemas en general debemos presionar en el botón de "Verificación de Salud", a lado superior izquierdo, en donde se verifica si existe algún código DTC en todos los sistemas del vehículo.

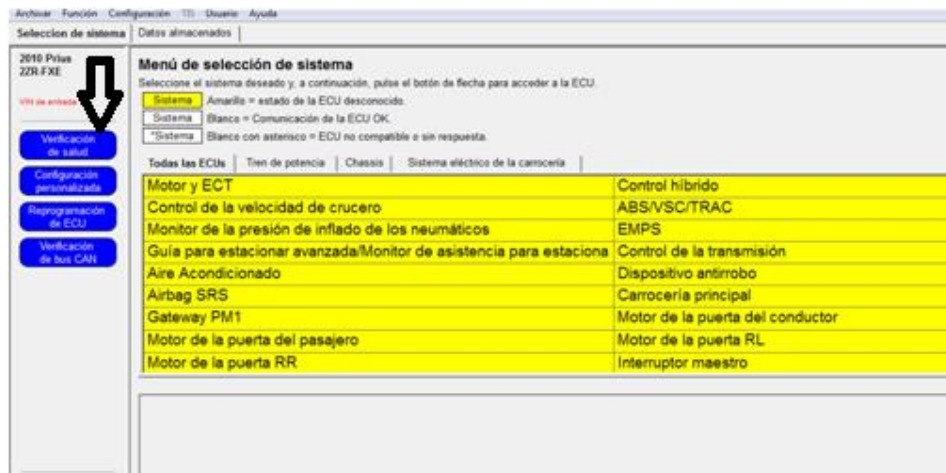


Figura 139. Botón de "Verificación de Salud" y menú de selección de sistemas

- En este caso se ingreso al sistema de control híbrido, como se muestra en la siguiente Figura.



Figura 140. Ingresando al sistema de control híbrido

-Una vez ingresado al sistema de control híbrido podemos observar los códigos DTC que presenta este sistema y para borrarlos despues de solucionar el problema debemos presionar el botón de un "borrador" en la parte inferior como muestra la siguiente Figura.

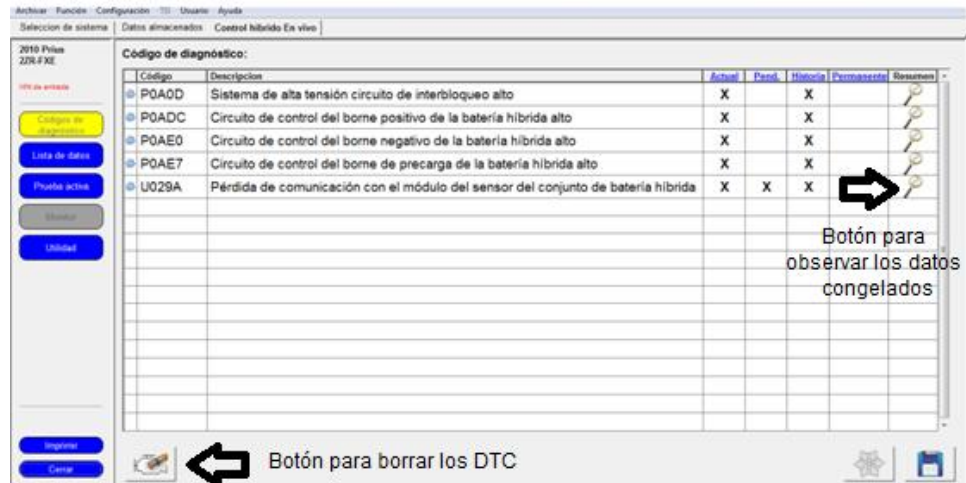


Figura 141. Códigos DTC presentados en el sistema híbrido, botón para borrar los códigos DTC y botón para observar los datos congelados

-Para observar los datos congelados en el momento que se presento la falla debemos presionar en la "Lupa" que se encuentra al final de cada código.

Parametro	Valor	Unidad	Parametro	Valor	Unidad
Engine Coolant Temp	0	C	Motor(MG2) Revolution	0	rpm
Engine Revolution	0	rpm	Motor(MG2) Torq	0.00	Nm
Vehicle Spd	0	km/h	M(MG2) Trq Exec Val	0.00	Nm
Engine Run Time	0	s	Generator(MG1) Rev	-1	rpm
+B	11.87	V	Generator(MG1) Torq	0.00	Nm
Accel Pedal Pos #1	15.6	%	G(MG1) Trq Exec Val	0.00	Nm
Accel Pedal Pos #2	31.7	%	Regenerative Brake Torq	0.0	Nm
Ambient Temperature	215	C	Rqst Regen Brake Torq	0.0	Nm
Intake Air Temperature	26	C	Inverier Temp-(MG1)	26	C
DTC Clear Warm Up	0		Inverier Temp-(MG2)	27	C
DTC Clear Run Distance	0	km	Motor Temp No2	28	C
DTC Clear Min	0	min	Motor Temp No1	26	C
MAP	-4	psi(ga uge)	Accelerator Degree	0.0	%
Atmosphere Pressure	-4	psi(ga uge)	Request Power	0	W
			Target Engine Rev	0	rpm
			Engine Rev (Sensor)	0	rpm

Figura 142. Datos congelados de un código DTC

-Sin embargo este software tiene muchas más funciones en las cuales podemos observar al momento la lista de datos del vehículo, podemos realizar pruebas activas como encender luces o poner a funcionar las plumas, etc.

4.4. RECURSOS MATERIALES Y EQUIPO

- Software de diagnóstico Techstream de Toyota
- Cable interfaz Mongoose
- Vehículo Toyota Prius

4.5. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

-Los estudiantes deben realizar un informe de todo lo realizado en la práctica del manejo del Software de diagnóstico Techstream de Toyota aplicado al Toyota Prius a partir del conjunto de datos que los alumnos obtuvieron durante el desarrollo de la práctica para que pueda sacar sus propios resultados y conclusiones.

RECOMENDACIONES

DESCRIPCIÓN DEL DESARROLLO DE LA PRÁCTICA

-Se recomienda que al momento del desarrollo de la práctica los estudiantes deben utilizar mandil o overol de la Universidad Tecnológica Equinoccial.

-Es recomendable tomar apuntes, tomar fotos o videos sobre todo lo efectuado en la práctica para facilidad de los estudiantes al momento de realizar el informe final.

-Es aconsejable llevar las prácticas con toda la seriedad del caso, cumpliendo a cabalidad todas las leyes y normas impuestas por las autoridades encargadas del Taller Automotriz de la Facultad de ciencias de la Ingeniería de la Universidad.

CONDICIONES DE MANEJO

Al momento de manipular los componentes del sistema híbrido, es muy importante tomar las medidas de precaución para evitar cualquier tipo de lesión por consecuencia de una descarga eléctrica, ya que los componentes del sistema híbrido trabaja con voltajes altos como por los 201.6 Voltios que utiliza el Toyota Prius.

Antes de revisar el sistema de alta tensión o sistema híbrido debemos utilizar guantes aislantes (Véase siguiente Figura) y desconectar la toma de servicio o Jumper.

Tras la extracción de la toma de servicio o Jumper debemos esperar por lo menos 10 minutos antes de manipular el sistema, se requiere ese tiempo para que se descargue el condensador de alta tensión ubicado en el inversor y así evitar descargas eléctricas.

Guantes Aislantes



Figura 143. Guantes Aislantes

BIBLIOGRAFÍA

- Alemán, J. D., & Mata, M. A. (Junio de 2006). Guía de elaboración de un manual de prácticas de laboratorio, taller o campo: asignaturas teórico prácticas. UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO.
- Amaguaya, A., & Cachupud, J. (2011). TESIS. *Análisis del funcionamiento del motor híbrido del vehículo toyota prius para el proceso de aprendizaje de los estudiantes del tercer año de la especialidad mecánica industrial-automotriz* . Riobamba, Ecuador: UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO.
- andriuz.skynet.lt. (Diciembre de 2012). *DIAGNÓSTICOS SISTEMA ECD*. Recuperado el 24 de Octubre de 2013, de <http://www.andriuz.skynet.lt>
- Augeri, F. (2012). Leccion Curso Híbridos. *Operación del sistema inversor, Batería Alta Tensión* . Buenos Aires, Argentina: Cise Electronics.
- Castillo, F., & Torres, A. (2011). TESIS. *ANÁLISIS DE RENDIMIENTO, CONSUMO Y EMISIONES GENERADAS POR LOS VEHÍCULOS HÍBRIDOS* . Latacunga, Cotopaxi, Ecuador: Escuela Politécnica del Ejercito extensión Latacunga.
- Catalogo Toyota Prius 3ra Generación. (2010). Catalogo Toyota.
- Cise Electronics Bolivia. (2010). Fotos La Paz. La Paz , Bolivia: Cise Electronics Corp.
- Concepcion, M. (2006). *Sistemas Híbridos Avanzados*.
- Erjavec, J. (2010). *Automatic Transmissions and Transaxels*. Today's Technician 5th Edition.

- Gil Martínez, H. (2008). *Manual Practico del Automovil*. Madrid: CULTURAL S.A.
- GSIC. (2010). Centro mundial de información de servicio. *Manual de reparación* . Perú: toyotaperu.com.pe.
- Mendez, J. (29 de Mayo de 2008). Toyota Prius:Ejemplo de Tecnología Híbrida en automoviles. España: Toyota España.
- traslapersiana.blogspot.com. (25 de Abril de 2008). *Tras la persiana*. Recuperado el 19 de Agosto de 2013, de Prius: sistema de transmisión: <http://traslapersiana.blogspot.com>
- Urdiales, J., & Limón, R. (2012). Segundas Jornadas sobre la energía: La energía asociada al transporte. *Vehículos híbridos: acoplamiento sinérgico de motor térmico y eléctrico* . España: Departamento Técnico de Toyota España.