



UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR

FACULTAD DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

TEMA:

**ESTUDIO Y ANÁLISIS DEL SISTEMA DE ENCENDIDO Y ARRANQUE
DEL TOYOTA PRIUS**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ**

AUTOR:

MACÍAS MONSERRATE OSCAR GERMAN

GUAYAQUIL, AGOSTO DE 2015

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA AUTOMOTRIZ

CERTIFICADO

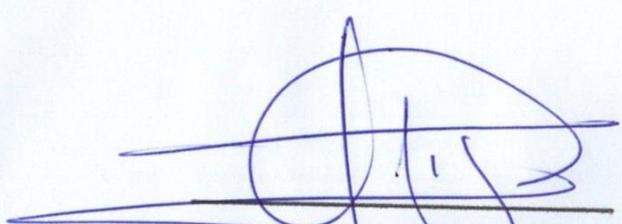
Ing. Edwin Puente.

CERTIFICA:

Que el trabajo titulado **“ESTUDIO Y ANÁLISIS DEL SISTEMA DE ENCENDIDO Y ARRANQUE DEL VEHÍCULO HÍBRIDO TOYOTA PRIUS”** realizado por el estudiante: **OSCAR GERMAN MACÍAS MONSERRATE**, ha sido guiado y revisado periódicamente y cumple las normas estatutarias establecidas por la Universidad Internacional del Ecuador, en el Reglamento de Estudiantes.

Debido a que constituye un trabajo de excelente contenido científico que coadyuvará a la aplicación de conocimientos y al desarrollo profesional, SI recomiendo su publicación. El mencionado trabajo consta de Un empastado y Un disco compacto el cual contiene los archivos en formato portátil de Acrobat. Autoriza al señor: Oscar G. Macías Monserrate que lo entregue a biblioteca de la Facultad, en su calidad de custodia de recursos y materiales bibliográficos. Guayaquil, Agosto del 2015 Ing. Edwin Puente Director del Proyecto.

Guayaquil, Agosto del 2015



Ing. Edwin Puente.
Director del Proyecto

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, Oscar German Macías Monserrate

DECLARO QUE:

La investigación de cátedra denominada: **“ESTUDIO Y ANÁLISIS DEL SISTEMA DE ENCENDIDO Y ARRANQUE DEL VEHÍCULO HÍBRIDO TOYOTA PRIUS”** ha sido desarrollado con base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía.

Consecuentemente este trabajo es de mi autoría, apoyados en la guía constante de mi docente.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico para la Facultad de Ingeniería en Mecánica Automotriz.

Guayaquil, Agosto del 2015



Oscar G. Macías Monserrate

C.I. 0917380560

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ

AUTORIZACIÓN

Yo, Oscar German Macías Monserrate

Autorizo a la Universidad Internacional del Ecuador, la publicación en la biblioteca virtual de la Institución, de la investigación de cátedra: **“ESTUDIO Y ANÁLISIS DEL SISTEMA DE ENCENDIDO Y ARRANQUE DEL VEHÍCULO HÍBRIDO TOYOTA PRIUS”**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y autoría.

Guayaquil, Agosto del 2015



Oscar G. Macías Monserrate

C.I. 0917380560

AGRADECIMIENTO

Agradezco en primer lugar a Dios por haberme permitido alcanzar esta meta, como también agradezco a la guía, formación y apoyo de mi familia que han sido un pilar fundamental en mi vida.

A esta prestigiosa institución Universidad Internacional del Ecuador, Facultad de Ingeniería Mecánica Automotriz sede Guayaquil por los conocimientos impartidos.

Al Ing. Edwin Puente Director Académico de la facultad de Ingeniería Mecánica Automotriz sede Guayaquil por la colaboración, apoyo, consejos y conocimientos transmitidos durante mi formación universitaria.

DEDICATORIA

A mi padre, Jacinto G. Macías Gamboa y en especial a la memoria de mi madre Pascualita, a quien hoy cumplo una promesa que una vez le hice.

A mis hermanas, Maryuri Samia y Mishel Andrea, y mi hija Charlotte fuente de motivación permanente.

Y a mis familiares, amigos, quienes de una u otra manera colaboraron con este, uno de los objetivos propuestos en mi vida, una especial consideración y expresión de agradecimiento a mi esposa Gina González Rugel, por su apoyo incondicional y paciencia en el camino que me toco seguir para conseguir esta meta.

INDICE

RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xiv
INTRODUCCIÓN	xv
CAPITULO I	1
PRELIMINARES.....	1
1Objetivos de la investigación.....	1
Objetivo general.....	1
Objetivos específicos.....	1
1.1Hipótesis.....	1
1.2Marco teórico.....	2
1.3Híbridos.....	3
1.3.1Breve historia de los vehículos híbridos	3
1.4Vehículo Toyota Prius.....	8
1.4.1Diseño.....	9
1.4.2Equipamiento interno.....	10
1.4.3 Control de propulsión del Toyota Prius.....	11
1.4.4Características particulares de funcionamiento.....	12
1.4.5Motor de combustión interna del Toyota Prius	12
1.5Funcionamiento del sistema hibrido del Toyota Prius.....	14
1.5.1Estructura del sistema híbrido.....	15
1.5.2Batería del Toyota Prius.....	16
1.6Sistema de arranque y encendido.....	16
1.6.1 Sistema de encendido.....	16

1.6.2 Sistema de arranque.	17
1.7 Sistema de arranque y encendido del Toyota Prius.	21
1.7.1 Encendido en frío.	22
1.7.2 Encendido en caliente.	23
1.8 Aplicaciones varias del sistema de arranque por medio de motores eléctricos.	25
CAPITULO II	26
ESTUDIO Y ANALISIS DEL SISTEMA DE ENCENDIDO Y ARRANQUE DEL VEHICULO HIBRIDO TOYOTA PRIUS A.	26
2.1 Componentes del sistema de encendido y arranque del Toyota Prius A. ..	28
2.1.2 Baterías.	28
2.1.3 ECU.	28
2.1.4 MG1 y MG2.	29
2.1.5 Bujías.	29
2.1.6 Interruptor de encendido.	30
2.1.7 Llave inteligente.	30
2.1.8 Sensores de información.	31
2.2 Comprobación del sistema de arranque (entrada) y encendido del Toyota Prius.	32
2.2.1 Sistema de entrada y arranque.	34
2.2.2 Comprobación de componentes del sistema de encendido del motor de combustión interna.	35
CAPITULO III	48
ANALISIS DEL SISTEMA DE ARRANQUE Y ENCENDIDO.	48
3.1 Elementos técnicos de la prueba	48
3.2 Herramientas.	49
3.2.1 Equipos de diagnóstico.	49
3.2.2 Materiales.	50

3.3Factores de seguridad.....	50
3.4Análisis de parámetros resultantes.....	52
3.4.1Medición de carga de las baterías.....	53
3.4.2Medición de voltaje de batería auxiliar.	53
3.4.3Medición de corriente de baterías.	54
3.4.4Medición de resistencia de sensor de posición de cigüeñal.	54
3.4.5Medición de resistencia de sensor de posición de árbol de levas.	54
3.4.6Medición de voltaje de conector de bobinas.....	55
3.4.7Medición de holgura de electrodos de bujías.	55
3.4.8Medición de relay integrador.	55
CAPITULO IV	57
DISEÑO DE LA PROPUESTA	57
4.1Toyota Prius A.....	57
4.2Sistema de encendido y arranque del Toyota Prius A.....	61
CAPITULO V	62
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	62
5.1Conclusiones.....	62
5.2 Recomendaciones.....	63
BIBLIOGRAFIA	64
GLOSARIO DE TERMINOS.....	66
ANEXO 1.....	67

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. 1: Automóvil híbrido.....	2
Figura 1. 2: Estructura básica del sistema híbrido.....	3
Figura 1. 3: Vehículo eléctrico diseñado por Siemens. Berlín 1907.	4
Figura 1. 4: Voiturette modelo hnos.Piepper.	5
Figura 1. 5: Lohner-Porsche.....	6
Figura 1. 6: Prototipo General Motors XP 512.....	6
Figura 1. 7: Toyota GT Hybrid concept.	7
Figura 1. 8: Toyota Prius.	9
Figura 1. 9: Panel de control.	10
Figura 1. 10: Palanca de marchas.....	11
Figura 1. 11: Componentes del sistema híbrido.	12
Figura 1. 12: Corte transversal del motor del Prius.	13
Figura 1. 13: Diagrama comparativo de ciclo Otto vs. Atkinson.	14
Figura 1. 14: Componentes de propulsión híbrido.....	15
Figura 1. 15: Batería de Toyota Prius.....	16
Figura 1. 16: Sistema de encendido convencional.....	19
Figura 1. 17: Bobina del sistema DIS.	20
Figura 1. 18: Pulsador de encendido.....	21
Figura 1. 19: Conexión de MG1 con MCI.	22
Figura 1. 20: Esquema de sistema de control de arranque.....	24
Figura 2. 1: Ubicación de elementos de información.....	27
Figura 2. 2: Llave inteligente.....	31
Figura 2. 3: Ubicación de ECU y relay de integración.....	35
Figura 2. 4: Conexión de interfaz con vehículo.....	36
Figura 2. 5: Pantalla del Techstream.....	36
Figura 2. 6: Relay Integrador.....	37

Figura 2. 7: Puntos de medición de relay integrador.....	38
Figura 2. 8: Mecanismo de limpiaparabrisas.....	39
Figura 2. 9: Panel inferior de parabrisas.....	39
Figura 2. 10: Desmontaje de bujías.....	40
Figura 2. 11: Retiro de bobinas y bujías.....	40
Figura 2. 12: Especificación de altura del electrodo.....	41
Figura 2. 13: Ubicación de conectores de bujías.....	41
Figura 2. 14: Puntos de medición de conectores.....	42
Figura 2. 15: Ubicación del CKP.....	43
Figura 2. 16: Puntos de medición del CKP.....	44
Figura 2. 17: Ubicación de sensor de posición de barra de levas.....	45
Figura 2. 18: Perno de ajuste del sensor CMP.....	45
Figura 2. 19: Conector del CMP.....	46
Figura 2. 20: Ubicación de o-ring en CMP.....	46
Figura 2. 21: Cuadro de datos de medición de baterías.....	47
Figura 3. 1: Toyota Prius A.....	48
Figura 3. 2: Interfaz de conexión con Techstream.	49
Figura 3. 3: Conexión de techstream con el vehículo.....	50
Figura 3. 4: Recomendaciones de seguridad.....	51
Figura 3. 5: Datos que se pueden analizar desde la interfaz	52
Figura 4. 1: Toyota Prius UIDE.....	57
Figura 4. 2: Numero VIN del vehículo.	58
Tabla 2. 1: Bujías recomendadas por el fabricante.....	30
Tabla 2. 2 : Especificación de holgura.....	30
Tabla 2. 3: Eventos de advertencia emitidos por el vehículo.....	33
Tabla 2. 4: Códigos de diagnóstico relacionados al arranque.....	34
Tabla 2. 5: Especificaciones de relay integrador.....	38
Tabla 3. 1: Resultado de prueba de baterías.	53

Tabla 3. 2: Resultado de prueba de batería auxiliar.....	53
Tabla 3. 3: Corriente de descarga de las baterías.....	54
Tabla 3. 4: Medición de CKP.....	54
Tabla 3. 5: Medición de CMP.	54
Tabla 3. 6: Medición de conectores de bobinas.	55
Tabla 3. 7: Medición de holgura de electrodos.....	55
Tabla 3. 8: Medición de pines de conexión de relay integrador.....	56
Tabla 4. 1: Especificaciones de dimensiones.....	58
Tabla 4. 2: Especificaciones de MCI.	59
Tabla 4. 3: Llenado de aceite.	59
Tabla 4. 4: Especificación de combustible.	59
Tabla 4. 5: Batería auxiliar.....	60
Tabla 4. 6: Batería híbrida.....	60
Tabla 4. 7: Especificaciones de motor eléctrico.	60

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene como objeto general evaluar el sistema de arranque y encendido del Toyota Prius A de la Universidad Internacional del Ecuador sede Guayaquil.

La evaluación que se realiza tiene como objetivo específico realizar mediciones por medio de elementos de diagnóstico como el Techstream, que es un software con un interfaz para conectarse al vehículo y obtener los datos que servirán para realizar tablas comparativas con los datos del manual de servicio del Toyota Prius obteniendo así parámetros de comparación que servirán para conocer el funcionamiento del sistema de arranque y encendido.

Al realizar las mediciones se pudo ejecutar varios análisis los que al final determinaron que los parámetros de funcionamiento del vehículo están dentro de las especificaciones del fabricante.

Al obtener parámetros en diversas tablas se pueden realizar mediciones posteriores para obtener una tendencia del estado del sistema y determinar el mantenimiento predictivo de los componentes del sistema.

ABSTRACT

The following research has the general objective to evaluate the starting and ignition system from a Toyota Prius A owned by the International University of Ecuador in Guayaquil.

The evaluation has the specific objective to measure and diagnose using Techstream, which is a software that has an interface to connect and obtain data from the vehicle.

These data would be used to make comparison charts using Toyota's service manual. Also, we would be able to obtain specific parameters to check the starting and ignition performance and operation.

When the measurements were done several analysis shows us that the operating car parameters were within the manufacturers specifications.

Whit the different database parameters we can realize subsequent measurements and obtain an ignition system trend and determine the maintenance of the system components.

INTRODUCCIÓN

Actualmente existe mucha información sobre tecnología de vehículos amigables con el medio ambiente, esto puede lograrse gracias a los controles electrónicos que involucran los sistemas automotrices en la actualidad, sin embargo debido a que estos controles electrónicos son sensibles a varios factores externos físicos pueden alterar el objetivo para el cual fueron creados llegando incluso a crear contaminación por un sistema defectuoso.

El **sistema de arranque y encendido** de un vehículo tiene parte de la responsabilidad en la dosificación correcta de combustible en los cilindros del motor lo que va a generar gases de escape que en la medida que se expulsan de acuerdo al diseño del vehículo dictarán cuan eficiente es el sistema para minimizar la producción de estos contaminantes, por esta razón el desarrollo de la presente investigación está orientada a demostrar que los parámetros de los componentes del sistema de encendido y arranque coincidan con los del fabricante para garantizar la correcta operatividad de este sistema del vehículo.

CAPITULO I

PRELIMINARES

1 Objetivos de la investigación.

Objetivo general.

- Analizar y comparar los datos del sistema de encendido y arranque del vehículo híbrido Toyota Prius.

Objetivos específicos.

- Analizar la estructura del sistema de encendido y arranque del vehículo híbrido Toyota Prius.
- Realizar la medición de las diferentes lecturas de datos del sistema de encendido y arranque del vehículo híbrido Toyota Prius.
- Realizar cuadros comparativos de la medición de datos efectuados en el vehículo.
- Comparar los datos obtenidos de la medición efectuada con los del manual del vehículo.
- Simular fallas en el sistema.
- Reconocer las recomendaciones de seguridad al manipular el sistema de arranque y encendido.

1.1 Hipótesis.

Los datos obtenidos de las mediciones en el sistema de arranque y encendido del vehículo Toyota Prius Híbrido coincidirán con los del manual del fabricante?

1.2 Marco teórico.

En esta investigación se realiza el estudio del sistema de arranque y encendido de un vehículo híbrido Toyota Prius el mismo sirve como referente aún en la actualidad para otras marcas que desarrollan carros híbridos.

Hay particularidades en el sistema de arranque y encendido del vehículo híbrido que difieren del sistema de arranque de los vehículos convencionales por lo que se consideran únicos para estos automóviles.

A diferencia de lo que entendemos por encendido en un vehículo convencional, en este estudio no nos referiremos al arranque del motor térmico como la puesta en marcha del vehículo. Por encendido en un coche híbrido, nos referiremos a la activación o alimentación del sistema que hace que el vehículo esté preparado para iniciar la marcha ante una hipotética presión en el acelerador, independientemente de que el motor térmico esté o no en funcionamiento.

En el presente capítulo se hablara sobre el funcionamiento del sistema de arranque y encendido de motores de combustión interna de vehículo y en particular del sistema de encendido del Toyota Prius Híbrido que involucra cambios en lo que respecta a elementos que lo componen y su funcionamiento en general.



Figura 1. 1: Automóvil híbrido.
Fuente: Manual del Toyota Prius 2009
Editado por: Oscar G. Macías Monserrate

1.3 Híbridos.

El concepto de vehículos híbridos puede ser interpretado como el uso de un motor de combustión interna de bajo consumo, un generador y un motor eléctrico que puede ser abastecido por un generador o un grupo de baterías, todos estos componentes trabajan en conjunto para formar un sistema híbrido que impulsará a un vehículo obteniendo un ahorro de combustible y reducción de emisión de gases el ambiente al utilizar una fuente alterna de propulsión.

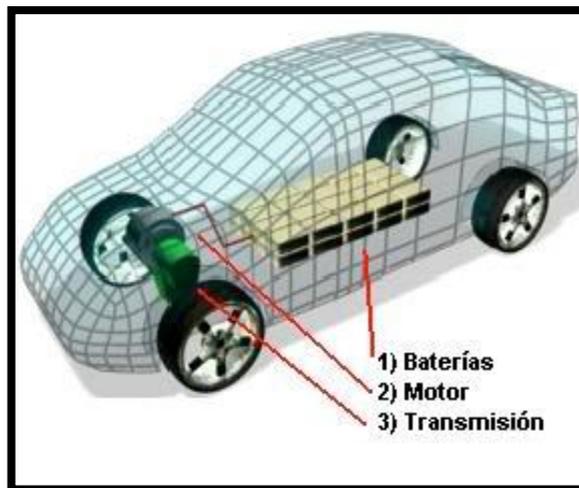


Figura 1. 2: Estructura básica del sistema híbrido.
Fuente: Boletín 24 Universidad Iberoamericana. Sept-Oct.2010
Editado por: Oscar G. Macías Monserrate

1.3.1 Breve historia de los vehículos híbridos

El desarrollo de este tipo de tecnología de propulsión eléctrica tiene registros del siglo XIX, época en la que ya se utilizaban motores eléctricos para el impulso de medios de transporte sin embargo no tenían mucha autonomía y el peso de los componentes nos los hacía muy ventajosos.

Es probable que esas desventajas dieran origen a los vehículos híbridos. Existe información de que el primer vehículo eléctrico fue desarrollado por el escocés Robert Anderson en 1832 -1839. Según textos histórico luego Thomas Davenport y Robert Davidson mejoraron el vehículo.

Para finales del siglo este tipo de tecnología de motores eléctricos movían la mayoría de los transportes. En 1890 W.H. Patton desarrolló la idea de construir un tranvía con motores en serie de gas y eléctricos para la propulsión.

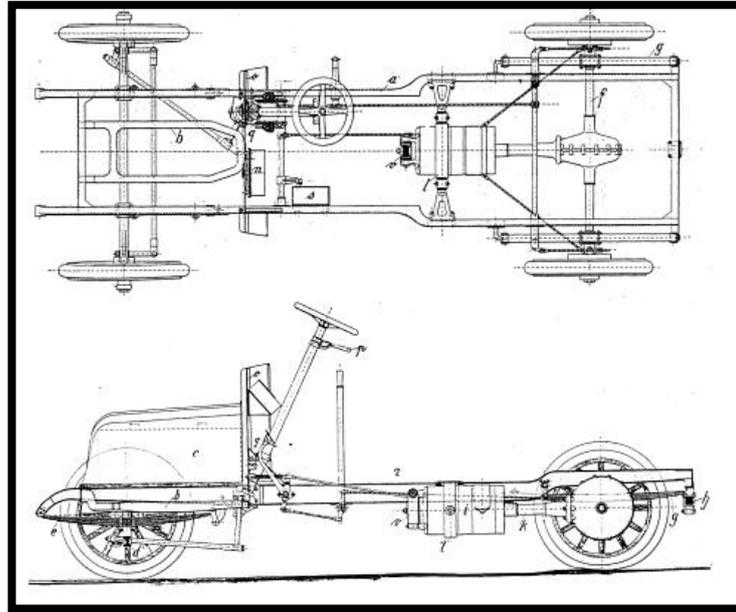


Figura 1. 3: Vehículo eléctrico diseñado por Siemens. Berlín 1907.

Fuente: Gijs Mom. Technology and Expectations in the Automobile Age. 2012.

Editado por: Oscar G. Macías Monserrate

En el año 1896 dos británicos, H.J. Dowsing y L. Epstein desarrollaron y patentaron ideas sobre sistemas híbridos en paralelo que luego utilizaron en Estados Unidos para mover vehículos de gran tamaño. El Sr. Dowsing realizó pruebas en un vehículo en el cual montó un dínamo que arrancaba el motor de combustión interna a gasolina o recargaba las baterías, es probablemente el primer híbrido de la historia.

En España el Sr. Emilio de la Cuadra fundó en el año 1898 la “**Compañía General Española de Coches Automóviles E. de la Cuadra Sociedad en Comandita**” junto a dos socios Suizos, para fabricar vehículos de propulsión eléctrica, dentro de la gama de vehículos que fabricaban tenían la opción de utilizar un motor a gasolina que se encargaba de cargar las baterías de manera constante lo que se considera un híbrido en serie. No tuvieron éxito y la compañía cerro pocos años después.

En el año 1899 se construyó el Voiturette por dos hermanos de origen belga Henri y Nicolás Piepper que contaba con un motor a gasolina unido a un motor eléctrico ubicado bajo el asiento del conductor.



Figura 1. 4: Voiturette modelo hnos.Piepper.
Fuente:Henri Pieper. Un gène créateur.Tomo 1
Editado por: Oscar G. Macías Monserrate

Paralelamente en este mismo año 1899 un joven de 24 años llamado Ferdinand Porsche desarrolla el diseño de un carro híbrido equipado con motor eléctrico y a gasolina que giraba a régimen constante para dar giro a un generador para cargar las baterías del vehículo, adicionalmente el motor de combustión interna se era arrancado por este mismo generador que era usado como motor eléctrico para este efecto. Este vehículo es considerado el primer el primer vehículo de tracción delantera, y fue mostrado el 14 de abril de 1900 en París en una exposición en esta ciudad. Sólo se produjeron 300 unidades de este modelo, la patente fue vendida luego a Emil Jellinek-Mercedes.

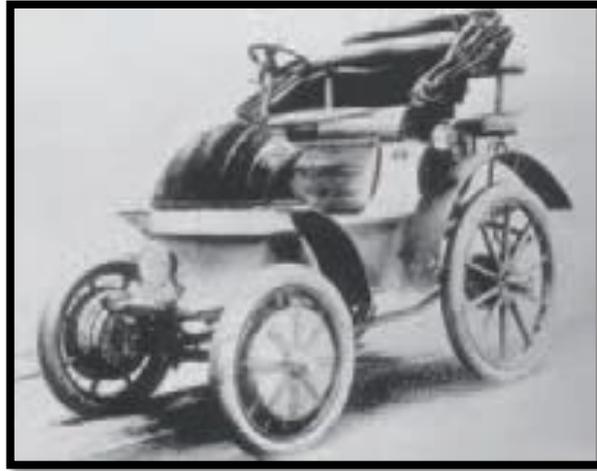


Figura 1. 5: Lohner-Porsche.
Fuente: F Roby - DYNA Ingeniería e Industria, 2006
Editado por: Oscar G. Macías Monserrate

El desarrollo de los vehículos híbridos quedó rezagado desde el año 1920 por mucho tiempo hasta aproximadamente inicios del año 1960 cuando empezaron las preocupaciones por el alto nivel de emisiones al ambiente, en países desarrollados. El gobierno de los EE UU recomienda el uso de vehículos con propulsión eléctrica a fin de evitar la contaminación ambiental.

En 1969 General Motors presenta 3 prototipos de lo que ellos denominaban microcoche, existían tres modelos, eléctrico, híbrido y a gasolina pero solo quedaron en prototipos.



Figura 1. 6: Prototipo General Motors XP 512.
Fuente: <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/4572/1/T-ESPEL-0846.pdf>
Editado por: Oscar G. Macías Monserrate

Los vehículos 100% eléctricos tenían muchas desventajas debido al gran tamaño y peso de las baterías por lo que aún quedaba mucho por hacer debido a esto la alternativa eran los vehículos híbridos.

Es muy posible que la crisis energética de 1973 haya incentivado la investigación de medios de propulsión alternativos pues las largas colas para adquirir combustibles daban una señal que se dependía demasiado del petróleo, a esto se sumaba la enorme demanda del combustibles que los encarecían.

Volkswagen lanzó un taxi en 1973 que fue promocionado en Estados Unidos y logró realizar 13000 km en pruebas con un alto nivel de eficiencia. El vehículo funcionaba con un motor a gasolina y un motor eléctrico alternándose o juntos dependiendo de las necesidades del carro.

De la misma manera que en occidente y Europa se desarrollaban tecnologías amigables con el ambiente Toyota en Japón lanzaba al mercado en el año 1976 un vehículo con impulsado por una turbina a gas y un motor eléctrico denominado Toyota GT Hybrid Concept. El modelo base para la creación de este vehículo era de un Toyota Sport 800 del año 1969.



Figura 1. 7:Toyota GT Hybrid concept.

Fuente:<http://repositorio.uide.edu.ec:8080/bitstream/37000/149/1/T-UIDE-0146.pdf>

Editado por: Oscar G. Macías Monserrate

Durante la década de los 80 la investigación de los vehículos híbridos continuo lanzándose prototipos como el Audi Duo y le Audi Duo II, en ese orden dispuesto como un auto familiar que ofrecía el espacio para la colocación

de las baterías y componentes relacionados al sistema híbrido. La presentación del segundo prototipo se dio en el año 1991.

1.4 Vehículo Toyota Prius.

El Prius es un vehículo que lleva más de diez años en el mercado y la demanda siempre ha ido aumentando por encima de las expectativas. Toyota construyó casi 100 mil unidades en 2004 cuando había previsto 72 mil. Hasta finales de septiembre de 2010 se han vendido 2.012.000 unidades del Toyota Prius, siendo los mercados más potentes el japonés e incluso, el norteamericano. El Toyota Prius se sitúa en una posición de respeto a la economía y el medio ambiente incluso hoy este vehículo es un referente para el desarrollo de vehículos híbridos de otras marcas utilizado como fuente comparativa dado su alto nivel de eficiencia en consumo y desempeño.

En el Ecuador se introdujo para pruebas por medio de los concesionarios de Toyota en el año 2005 y en el 2007 el Ministerio de Energía y Recursos Renovables realizó confirmó que el vehículo es amigable con el ambiente para que pueda comercializarse en el país.

El Toyota Prius fue el primer vehículo híbrido fabricado en serie cuando apareció en Japón en 1997. Su ingreso en el año 2000 al mercado norteamericano fue un éxito que se ha consolidado con la presentación de la nueva generación que debutó en el año 2004. El Prius también ha alcanzado títulos otorgados por la prensa especializada logrando la distinción de Automóvil del año 2005 en Europa. Según la normativa estadounidense, la primera generación del Prius es un automóvil compacto, mientras que la segunda generación es un automóvil mediano.

El vehículo está equipado con un motor de combustión interna que funciona con gasolina que tiene un consumo promedio de 4,3 l/100 km y es el modelo que emite menos CO₂ del mercado, con sólo 104 g/km; esto es aproximadamente 30% menos que el resto de vehículos de su categoría.



Figura 1. 8: Toyota Prius.
Fuente: Oscar G. Macías Monserrate
Editado por: Oscar G. Macías Monserrate

1.4.1 Diseño.

El diseño del vehículo del cual es objeto este estudio tiene un aspecto elegante y moderno. Probablemente una característica que llama la atención es su estilo orientado a alcanzar un mejor rendimiento aerodinámico. El vehículo cuenta con una tecnología muy avanzada desarrollada en Japón por Toyota, está lleno de particularidades, algunas de estas características se deben a la incorporación de sistemas y accesorios novedosos como su sistema de arranque el cual para arrancar requiere que la llave se encuentre dentro de su ranura de alojamiento en la cabina o simplemente en el interior del vehículo, por ejemplo en el bolsillo del conductor, el siguiente paso es presionar el freno y entonces usar el botón Power que es el que enciende el motor. El arranque, que usualmente sólo emplea el motor eléctrico, es inmediato y silencioso, pues el vehículo para empezar a moverse no necesariamente requiere que el motor de combustión este encendido. Ya en el tránsito el manejo es indistinguible del que se puede experimentar en un auto convencional. La activación de cada motor es completamente transparente e imperceptible para el conductor.

1.4.2 Equipamiento interno.

La segunda generación del Toyota Prius, tiene una pantalla situada en el centro del tablero, la cual integra un monitor que, mediante diagramas animados, informa al conductor del vehículo de los flujos de energía que se efectúan entre los dos motores y la batería, también sobre el nivel de carga de este último componente, además de proveer información relacionada a consumos. Algunos modelos vienen configurados con una pantalla de información múltiple situada en el centro del tablero parte inferior que es sensible al tacto, y permite configurar numerosas funciones, como por ejemplo manejar los controles del equipo de sonido y del climatizador electrónico. Muestra así mismo, en caso de equiparlos, la cartografía del sistema de navegación o la cámara trasera sincronizada con la marcha atrás que forma parte del sistema IPA (Asistente Inteligente de Aparcamiento). El velocímetro y otros accesorios son digitales y están ubicados en una posición central en la misma pantalla que informa los datos de carga del sistema. Cabe mencionar que algunas de la características mencionadas no se aplican a los vehículos que se distribuyen en el Ecuador y pueden variar.



Figura 1. 9: Panel de control.
Fuente: Oscar G. Macías Monserrate.
Editado por: Oscar G. Macías Monserrate.

1.4.3 Control de propulsión del Toyota Prius.

El Toyota Prius está equipado un sistema de transmisión continuamente variable denominada E-CTV. La palanca de selección está sobre el tablero y tiene cuatro posiciones D, R, N y B. Las primeras posiciones mencionadas son los conocidos Drive y Reverse. La posición B es un modo en el que el sistema ofrece mayor resistencia al avance para facilitar los descensos y frenadas en el caso del Ecuador es muy útil cuando el vehículo desciende cuevas por ejemplo al retornar de la región sierra hacia la costa. No hay posición de aparcamiento, pues en el Prius se activa con un botón independiente. El Prius carece de caja de cambios y no tiene marcha atrás, sino que invierte simplemente el sentido de giro del motor eléctrico principal para retroceder, es decir siempre que el vehículo esté circulando en reversa lo hace con el motor eléctrico.

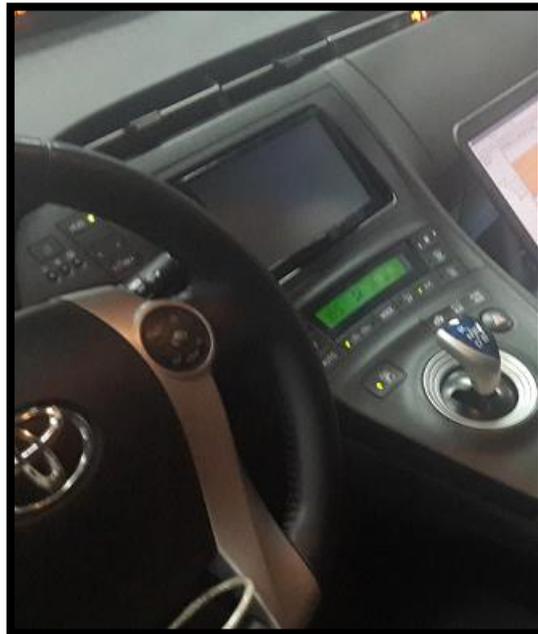


Figura 1. 10: Palanca de marchas.
Fuente: Oscar G. Macías Monserrate.
Editado por: Oscar G. Macías Monserrate.

1.4.4 Características particulares de funcionamiento.

El sistema funciona por medio de la tecnología Hybrid Sinergy Drive (HSD), desarrollada por Toyota, y que combina un motor térmico con otro eléctrico alimentado por unas baterías que se recarga con la fuerza de las frenadas mediante un generador ubicado entre el motor eléctrico y el MCI. Este sistema explicado como un método muy sencillo en su funcionamiento puede resultar muy complicado técnicamente, por los componentes adicionales que precisa el sistema híbrido para su funcionamiento pero que no hacen que el vehículo tenga mayor tamaño que otros vehículos en el mercado del mismo segmento.

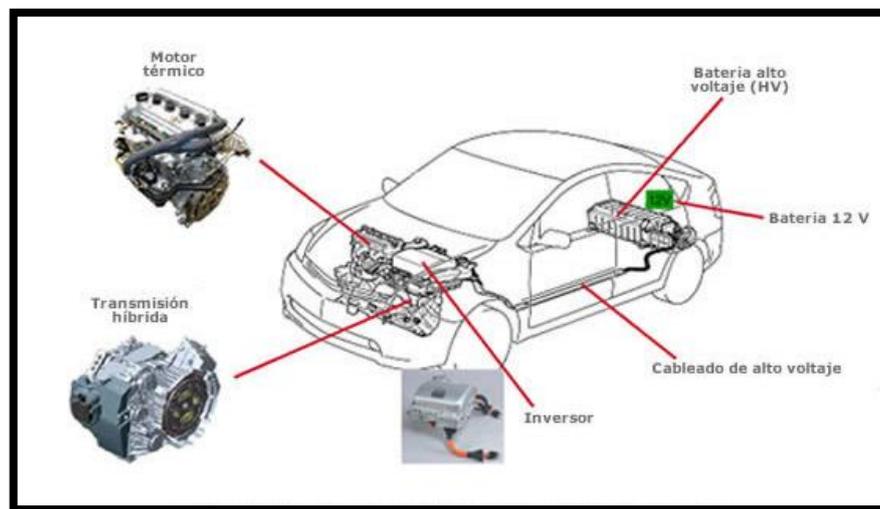


Figura 1. 11: Componentes del sistema híbrido.

Fuente: Manual del Toyota Prius 2009

Editado por: Oscar G. Macías Monserrate

1.4.5 Motor de combustión interna del Toyota Prius

El motor de combustión interna con el cual está equipado el Prius funciona bajo el "ciclo Atkinson", ideado por el ingeniero inglés James Atkinson (1887), y que se diferencia ligeramente del tradicional motor de "ciclo Otto" de cuatro tiempos. Por conocimiento general se entiende que el rendimiento termodinámico de cualquier motor de combustión interna se ve favorecido por un alto valor de la relación de compresión, que a su vez tiene el inconveniente

de la tendencia que posee la gasolina a producir detonación para altas relaciones de compresión.

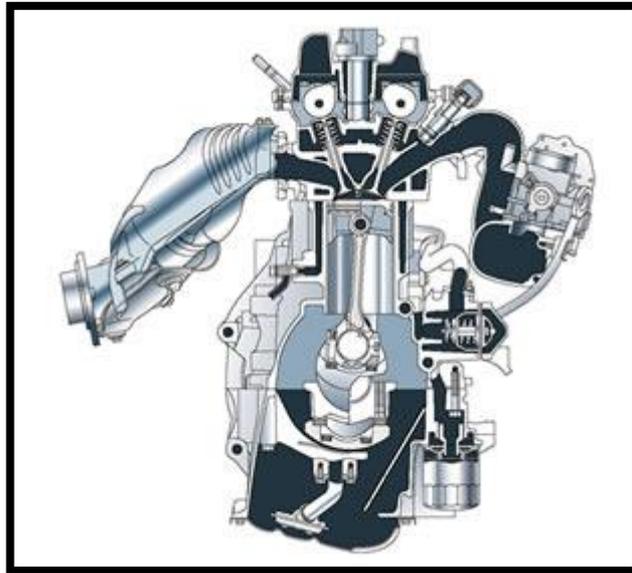


Figura 1. 12: Corte transversal del motor del Prius.
Fuente: Manual del Toyota Prius 2009.
Editado por: Oscar G. Macías Monserrate

1.4.5.1Ciclo Atkinson.

El ciclo Atkinson trata de aprovechar las ventajas que supone una alta relación de compresión reduciendo la duración efectiva de la carrera de compresión con respecto a la de expansión del tradicional ciclo Otto. La forma más viable y sencilla de conseguir esto es retrasar el cierre de la válvula de admisión, permitiendo un cierto reflujo de gases hacia el colector de admisión mientras el pistón asciende. Esa mezcla se aprovecha en el siguiente ciclo de aspiración.

El cierre de la válvula determina la cantidad de gases que permanecen en el interior del cilindro y el comienzo de la compresión. La menor cantidad de mezcla retenida se traduce en unas menores prestaciones, pero autoriza a usar relaciones de compresión altas (13:1 en el Toyota Prius) sin que se produzca detonación, lo que permite un mayor aprovechamiento de la energía liberada en la combustión durante la carrera de expansión. El ciclo Atkinson ha sido en ocasiones denominado como “de cinco tiempos” por las características

particulares de funcionamiento en uno de sus ciclos: admisión, reflujo de gases, compresión, expansión y escape. Esta característica hace que los motores que trabajan bajo este ciclo sean menos potentes pero esta misma característica en el Prius es compensada con el motor eléctrico del sistema híbrido que ofrece la diferencia de potencia que se requiere para la propulsión.

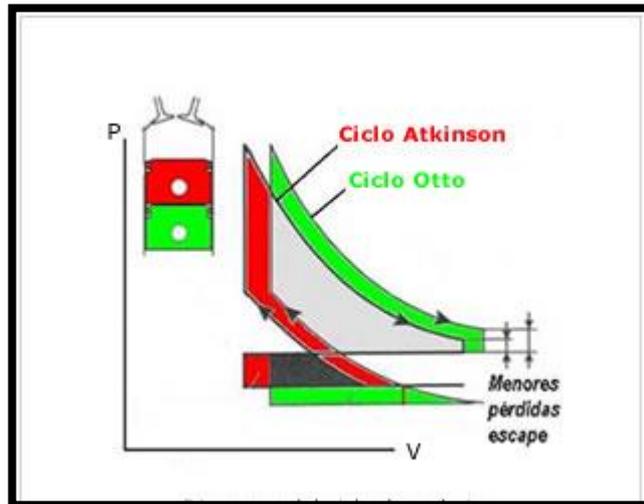


Figura 1. 13: Diagrama comparativo de ciclo Otto vs. Atkinson.

Fuente: www.toyota.com / Toyota Motor Corporation.

Editado por: Oscar G. Macías Monserrate

1.5 Funcionamiento del sistema híbrido del Toyota Prius.

El funcionamiento del Toyota Prius Híbrido dispone que el "motor eléctrico" sea el que actúa a bajas velocidades y cuando no se exige un rendimiento mecánico elevado. El MCI, en cambio, entra en funcionamiento cuando se aumenta la velocidad o se solicita más potencia. Este proceso se realiza de forma completamente automática y sin que el conductor note apenas el trabajo de uno u otro, a pesar de que el monitor de energía, situado en la pantalla multifunción de la consola central, informa a los ocupantes de los cambios de circulación de energía térmica y eléctrica, el estado de carga de la batería y la recuperación de energía cinética. Ésta última es precisamente una de las grandes ventajas de este coche, que no necesita alimentación externa, ya que la fuerza de las frenadas y el funcionamiento del motor de explosión se encargan de recargar su batería de ion-litio. Gracias a esta inteligente

combinación, el Prius logra un consumo medio homologado de combustible de 4,3 litros a los 100 km, un considerable ahorro para un vehículo que utiliza como combustible gasolina.

1.5.1 Estructura del sistema híbrido.

Como resumen de la explicación anterior del funcionamiento sistema híbrido del vehículo se basa en el uso de la energía que se genera al frenar el vehículo como un sistema de carga para las baterías por medio un generador y un motor eléctrico bajo el principio que estos componentes pueden ser utilizados como motores y generadores.

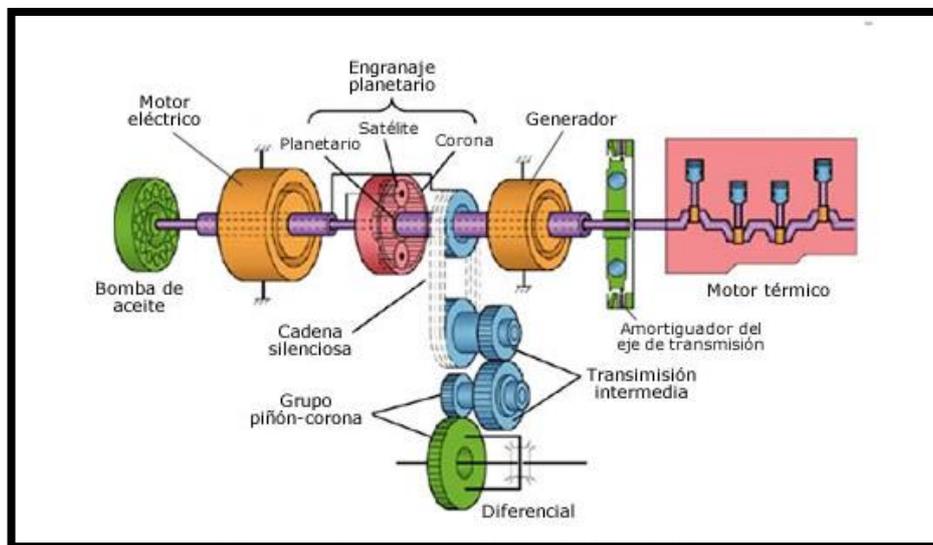


Figura 1. 14: Componentes de propulsión híbrido.

Fuente: Manual del Toyota Prius 2009.

Editado por: Oscar G. Macías Monserrate

El Prius tiene un motor eléctrico permanentemente engranado al diferencial de la transmisión, sin ningún tipo de embrague. Es decir, el motor eléctrico y las ruedas son siempre solidarios. El funcionamiento del motor eléctrico es posible durante unos pocos km y por debajo de 50 km/h y esto suponiendo que la batería este a plena carga, porque de lo contrario la autonomía sería menor.

Para brindar movimiento a las ruedas, el MG2 puede estar impulsado eléctricamente por el generador, la batería o ambos componentes de manera simultánea y también propulsado mecánicamente por el MCI. La fuerza del

motor térmico no mueve las ruedas del vehículo, esta es utilizada para mover de manera mecánica el generador eléctrico o el motor eléctrico.

1.5.2 Batería del Toyota Prius.

El vehículo Toyota Prius está equipado con una fuente de energía eléctrica para abastecer todos sus sistemas de acuerdo a la demanda de cada uno de ellos. Esta fuente es la batería que a su vez recibe energía para su carga por medio del generador impulsado por el motor térmico o por medio del motor eléctrico cuando no está impulsando el vehículo.



Figura 1. 15: Batería de Toyota Prius.
Fuente: www.toyota.com
Editado por: Oscar G. Macías Monserrate

1.6 Sistema de arranque y encendido.

El funcionamiento del MCI requiere de un giro inicial del motor con el objetivo que se rompa la inercia para luego agregar la chispa en el cilindro que tenga la posición correspondiente con la sincronización de la inyección es decir en el punto muerto superior de tal manera que al inflamarse o estallar la mezcla continúe con el ciclo de funcionamiento.

1.6.1 Sistema de encendido.

El sistema de encendido en los motores a gasolina define el proceso durante el giro del cigüeñal generado por el movimiento lineal de los pistones

que dentro del motor que involucra la generación de la chispa en cada uno de sus cilindros de manera sincronizada mediante una bujía para incendiar una mezcla de aire combustible generando un incremento de volumen de gases que impulsara el pistón hacia abajo generando un fuerza mecánica para realizar un trabajo.

1.6.2 Sistema de arranque.

El sistema de arranque involucra el proceso de energizar un solenoide asociado a un motor eléctrico que girara engranando un piñón durante unos segundos con la cinta dentada del motor denominada volante acoplado al cigüeñal en un extremo y a otro piñón acoplado al sistema de distribución del motor que está conectado al sistema de ignición.

Este sistema de relación de transmisión que puede estar acoplado por medio de una banda o por medio de contacto entre piñones tiene un movimiento inicial como se indica en el párrafo anterior perfectamente sincronizado con el objetivo que se inflame la mezcla en el momento exacto que el sistema lo requiera.

- **Combinación de los sistemas.**

El sistema de encendido y arranque de los motores de vehículos entra en funcionamiento cuando se da un giro en la llave de encendido generando actividad en los circuitos relacionados. La demanda promedio del motor de arranque esta alrededor de los 150 a 200 amperes en motores de 4 a 6 cilindros y en motores de 8 cilindros a gasolina o diésel puede estar en el orden de los 500 o 600 amperes, por lo que durante el arranque este componente demanda una cantidad de corriente muy intensa por unos segundos para alcanzar velocidades de 200 rpm que consigan arrancar el motor.

Este requerimiento de corriente hace necesario que la batería tenga cables de alto calibre puesto que la demanda es alta durante la acción de giro del motor de arranque.

De manera general el sistema completo consta de baterías, interruptor de encendido, motor de arranque, batería, cableado, y bobinas. Estos elementos o componentes son utilizados en la mayoría de los motores de combustión interna de vehículos a gasolina, sin embargo existen algunos tipos de sistema establecidos con nombres que los identifican por algunas variaciones en sus componentes, debido a razones de diseño o patentes propias de las marcas.

- **Tipos de encendido.**

Existen varios tipos de encendido, pero para el efecto de la presente investigación y con el objetivo de entender de manera general el funcionamiento se mencionara dos tipos que son los que involucran la mayor cantidad de vehículos en uso.

- **Encendido convencional.**

El sistema de encendido convencional fue el utilizado en los años 80 brindando en la mayoría de los vehículos sobre todo por GM. El funcionamiento inicia cuando se gira la llave a la posición de contacto, el circuito primario del sistema de arranque y encendido es alimentado por la tensión de batería, el circuito primario está formado por el arrollamiento primario de la bobina de encendido y los contactos del ruptor que cierran el circuito a masa.

Con los contactos del ruptor cerrados la corriente eléctrica fluye a masa a través del arrollamiento primario de la bobina. De esta forma se crea en la bobina un campo magnético en el que se acumula la energía de encendido. Cuando se abren los contactos del ruptor la corriente de carga se deriva hacia el condensador que está conectado en paralelo con los contactos del ruptor.

A continuación el condensador se cargara absorbiendo una parte de la corriente eléctrica hasta que los contactos del ruptor estén lo suficientemente separados evitando que salte un arco eléctrico que haría perder parte de la tensión que se acumulaba en el arrollamiento primario de la bobina. Esta condición de funcionamiento que mejorada con el montaje del condensador, permite que la tensión generada en el circuito primario de un sistema de encendido pueda alcanzar momentáneamente algunos centenares de voltios.



Figura 1. 16: Sistema de encendido convencional.

Fuente: Cabrera Armijos 2012. Mantenimiento de los dispositivos eléctricos de habitáculo y cofre de motor.

Editado por: Oscar G. Macías Monserrate.

El encendido de un motor a gasolina requiere que se complete un circuito eléctrico a través de un espacio de aire para crear una chispa. Esto requiere un voltaje muy alto porque este circuito contiene una resistencia muy elevada, debido al espacio de aire entre los electrodos de bujías que crea una resistencia de varios miles de ohmios; la presión elevada y la alta temperatura en el interior de los cilindros también crea alta resistencia y finalmente la mezcla aire combustible es un conductor de alta resistencia. (Layne, 1992)

- **Encendido DIS (Direct Ignition System).**

El sistema de encendido DIS elimina componentes como el distribuidor que al ser un elemento rotativo sufre de desgaste. El sistema integra en un mismo elemento la bobina y la bujía, eliminando los cables de alta tensión. Este sistema es controlado por el módulo de control electrónico del vehículo que a diferencia del sistema de encendido convencional recibe la señal de sensores que indican la posición del cigüeñal para conocer la ubicación de los pistones y de la barra de levas permitiendo una alta precisión en el momento de la generación de la explosión de la mezcla durante la chispa.

Las bobinas en el sistema de encendido DIS tienen integrado el módulo de encendido en su interior. Al conector de esta bobina llegan cuatro señales por medio de sus hilos. Estas señales corresponden a:

- Batería (+) ,
- Ignition false (IGF),
- Ignition true (IGT),
- Masa

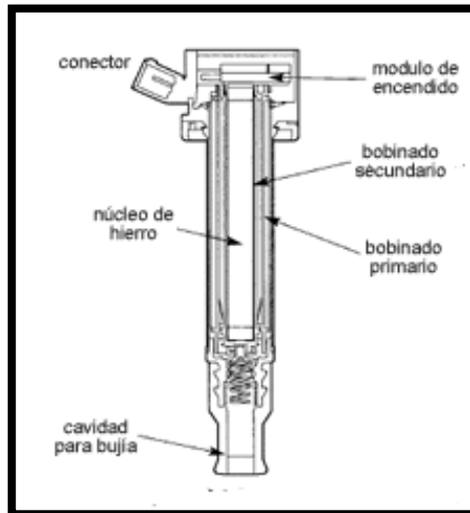


Figura 1. 17: Bobina del sistema DIS.
Fuente:Manual de servicio de Toyota Prius 2009.
Editado por: Oscar G. Macías Monserrate

Los componentes que integran este sistema como las bujías tienen calibraciones y sus electrodos son de platino. La razón de uso de este material es su estabilidad. El voltaje para el salto de la chispa en la bujía depende de la calibración (separación) que tenga el electrodo.

Por lo expuesto anteriormente es importante conocer y diferenciar las características de los sistemas de encendido y arranque de los diferentes tipos de vehículos considerando que los vehículos híbridos no utilizan elementos del sistema como motor de arranque, y alternador. Sin embargo debemos conocer que el sistema de encendido del motor en lo referente a la alimentación de las bobinas y la generación de chispas en los cilindros es similar a los sistemas convencionales que utilizan los vehículos con motor de combustión interna a gasolina.

1.7 Sistema de arranque y encendido del Toyota Prius.

El sistema de encendido del Prius utiliza el sistema de encendido DIS por lo que se puede decir que funciona de una manera similar, en lo que respecta al motor de combustión interna, pues utiliza bobinas, cables ,bujías que no son elementos desconocidos y que se encargan de incrementar el voltaje para generar una chispa en cada cilindro en el momento que el módulo de control lo requiera debido a que el sistema de encendido es directo (DIS) no obstante cuenta con un nombre particular que es sistema de entrada y arranque pues el vehículo se encuentra listo para arrancar de su posición con la aproximación de este elemento a la manija de entrada de la puerta del conductor del carro y luego de presionar el botón “power” en el tablero sin necesidad que se encuentre encendido el motor de combustión interna.

A diferencia de lo que entendemos por encendido en un vehículo convencional, en esta etapa se aclara lo que significa arranque y encendido en este vehículo que no necesariamente se refiere al arranque del motor térmico. Por encendido en un coche híbrido, nos referiremos a la activación o alimentación del sistema que hace que el vehículo esté preparado para iniciar la marcha ante una hipotética presión en el acelerador, independientemente de que el motor térmico esté o no en funcionamiento el carro informa al conductor que se encuentra en el modo de conducción en cuanto lo requiera al introducir las marchas y presionar el acelerador.



Figura 1. 18: Pulsador de encendido.

Fuente: Sistemas eléctricos y de seguridad y confortabilidad.

Editado por: Oscar G. Macías Monserrate.

Debemos reconocer dos situaciones en el encendido según la temperatura del motor.

1.7.1 Encendido en frío.

Cuando el vehículo está apagado y se pulsa el botón de encendido, si la temperatura del motor de combustión interna (MCI) no es la mínima requerida, el sistema ordenará el arranque del MCI para que el catalizador de emisiones pueda adquirir la temperatura de operación normal de acuerdo a la información que le proporcione la sonda lambda. Para ello, el Motor-Generador (MG1), tomando energía de la batería será impulsado a girar en el sentido horario, dando el giro inicial al motor de combustión interna para romper la inercia.

Para graficar como está asociado este componente con el motor de combustión interna se puede apreciar en la figura 1.19 la corona en color rojo está bloqueada por las ruedas del automóvil que están aún inmóviles, los cuatro satélites se verán obligado a adquirir un movimiento de traslación alrededor del MG1 y dado que el anillo portasatélites es solidario con el cigüeñal del MCI, provocará el giro de este componente.

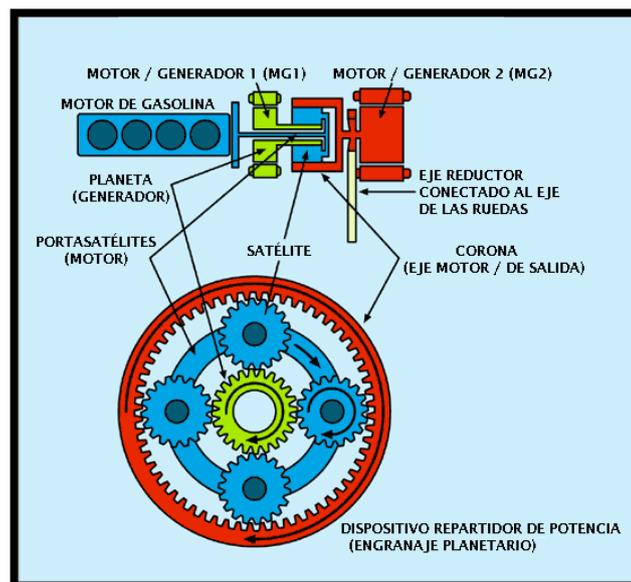


Figura 1. 19: Conexión de MG1 con MCI.
Fuente: Manual del Toyota Prius 2009.
Editado por: Oscar G. Macías Monserrate

Mientras que en un vehículo convencional equipado también con sistema de encendido y arranque, operando normalmente el módulo de control envía combustible y chispas al motor de gasolina en cuanto el motor de arranque empieza a girar, el Prius espera hasta que el MG1 lleve al motor de combustión interna por encima de las 1.000 r.p.m. Esto, ocurre de forma instantánea, debido a que el MG1 es mucho más potente que un motor de arranque normal, teniendo como objetivo principal evitar que el motor de combustión interna trabaje a velocidades de giro en las que no es eficiente es decir por debajo de las 1.000 r.p.m. En este momento y, para impedir que el arranque sea brusco, el módulo de control electrónico alimenta con chispas sólo a 2 de los 4 cilindros del motor de combustión interna.

Una vez que el ICE ha comenzado a funcionar por sus propio medios, el sistema desconecta el MG1 de la batería dejándolo funcionar en vacío. Sin embargo, si fuese necesario que este componentes empezara a trabajar como generador porque la batería estuviese con baja carga, se configuraría para empezar a funcionar como generador y por tanto produciría un par resistente que la ECU del Prius tendría que compensar incrementando la inyección en los cilindros por el efecto de requerir más potencia del ICE.

1.7.2 Encendido en caliente.

Otra situación que se puede presentar es cuando el motor de combustión interna está caliente porque hubiese sido utilizado recientemente, al pulsar el botón de encendido, el sistema no lo arrancara y todos los elementos permanecerán en reposo a la espera de que se requiera movimiento del vehículo, para este efecto se define el control del sistema arranque y encendido como el medio que gobernara todo el proceso.

1.7.2.1 Control electrónico del sistema de arranque y encendido.

Como ya se ha mencionado el sistema está controlado por un módulo electrónico que distribuye la fuerza de cada elemento, de acuerdo con la demanda que sea necesaria en cada momento y con el nivel de carga de la batería pues este parámetro indicara cuando el sistema entre en

funcionamiento. Este sistema de control denominado Toyota Hybrid System II (THS II) gestiona el vehículo en su máxima eficiencia controlando la energía usada por el vehículo, lo cual incluye la energía para mover el vehículo así como también la energía usada para dispositivos auxiliares, como el aire acondicionado, los faros, etc. (Manual del Toyota Prius , 2009).

El THS II monitorea los requisitos y las condiciones operativas de componentes del sistema híbrido, como elemento principal, el motor térmico que es la fuente de energía para el vehículo, el generador, que se utiliza como motor de arranque para el motor térmico y además convierte la energía excedente del motor térmico en electricidad, el motor eléctrico, que mueve el vehículo usando la energía eléctrica de la batería; y la batería, que almacena la energía eléctrica generada a través de la regeneración de electricidad por el motor eléctrico durante la desaceleración. El sistema de control también tiene en cuenta las informaciones que recibe del sensor de freno, sensor de velocidad, posición del acelerador, así como cuando el conductor actúa sobre la palanca de cambios.

En la figura 20 se puede apreciar un esquema de las conexiones y la información que recibe el sistema de control para ejecutar órdenes programadas de acuerdo a las necesidades del vehículo.

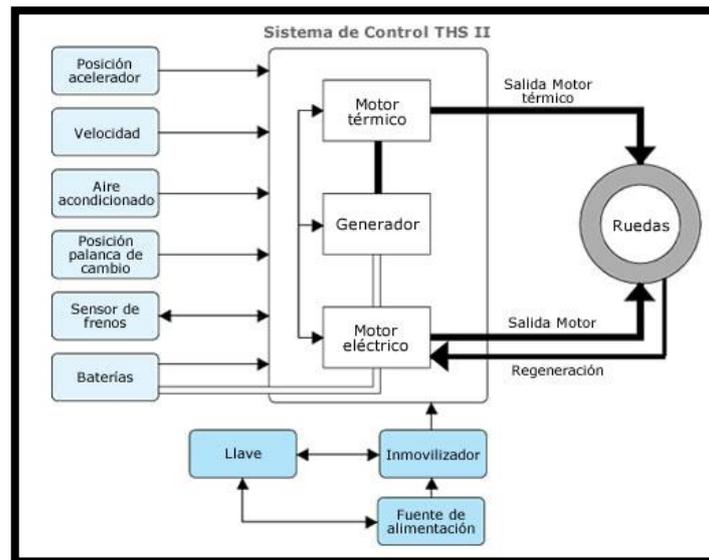


Figura 1. 20: Esquema de sistema de control de arranque.
Fuente:Manual del Toyota Prius 2009.
Editado por: Oscar G. Macías Monserrate

1.8 Aplicaciones varias del sistema de arranque por medio de motores eléctricos.

Los sistemas de arranque por medio de motores eléctricos se utilizan en el área industrial directamente para brindar propulsión a elementos involucrados en línea de producción por ejemplo en las plantas de papel para impulsar los rodillos de los secadores de papel los cuales se desplazan a bajas revoluciones pero necesitan alto torque para moverse.

Al alimentar los motores eléctricos se produce un torque muy alto característica física de estos equipos lo cual es muy útil a nivel industrial pues usualmente los elementos que conforman las líneas de producción son de gran tamaño.

CAPITULO II

2 ESTUDIO Y ANALISIS DEL SISTEMA DE ENCENDIDO Y ARRANQUE DEL VEHICULO HIBRIDO TOYOTA PRIUS A.

Los niveles de contaminación actuales en el mundo están obligando a los fabricantes de vehículos a desarrollar vehículos amigables con el medio ambiente esto involucra nuevas tecnologías en todos los sistemas del vehículo que los hacen más eficientes y menos contaminantes.

El cambio hacia el que va el desarrollo utiliza fuentes de energía que no generan gases contaminantes o que disminuyen la emisión de estos elementos que son nocivos para la salud de los seres vivos.

Dentro de este desarrollo se encuentran los vehículos híbridos los mismos que combinan el uso de almacenamiento de energía por medio de baterías y sistemas de carga en el proceso de frenado de los vehículos en algunos casos.

El sistema de encendido y arranque del Prius A consta de elementos que difieren de los sistemas de arranque convencionales cuando se trata de definir los términos puesto que tener encendido el vehículo o en estado READY en un carro híbrido no significa que esté en funcionamiento su motor de combustión interna sino que esté listo para desplazarse de acuerdo a la necesidad del conductor.

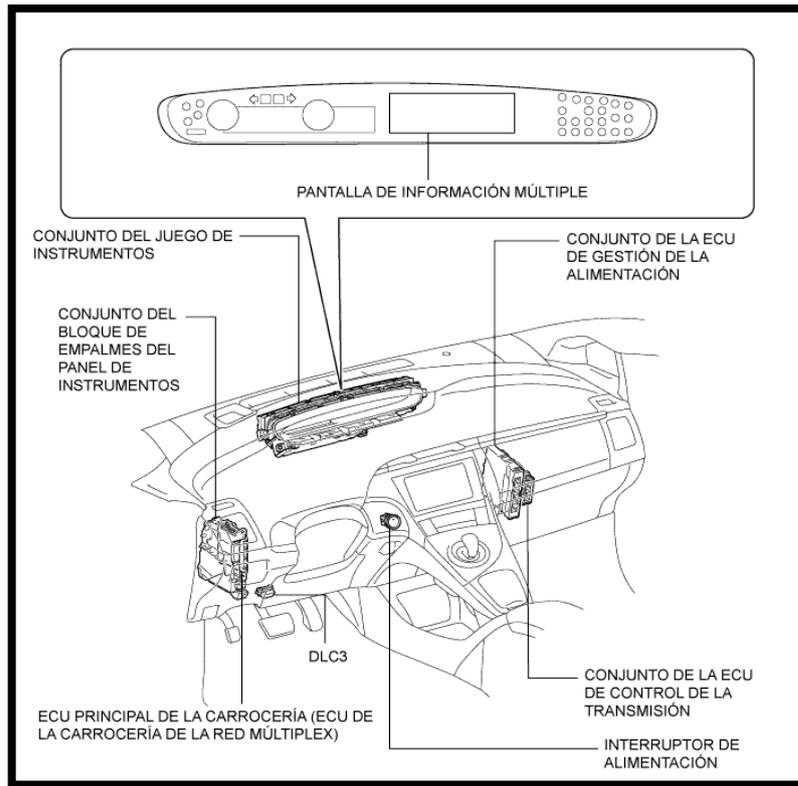


Figura 2. 1: Ubicación de elementos de información.

Fuente: Manual de Toyota Prius 2009.

Editado por Oscar G. Macías Monserrate

En general el sistema de encendido del motor funciona por medio del DIS cuyos pulsos de inyección son gobernados por el módulo de control electrónico. Considérese que este sistema es normal en los vehículos de inyección modernos por lo que su funcionamiento no difiere de los vehículos que no son híbridos a nivel de este componente del vehículo.

Es importante mencionar que en el manual de información del Prius el nombre que se da a este sistema es “Sistema de entrada y arranque” debido a que la tecnología que maneja este vehículo pone en práctica un sistema de alerta de su conjunto de la ECU con la llave inteligente que activa información para dejarlo listo en caso que el conductor quiera desplazarse, sin que el motor de combustión interna este encendido, por lo que durante el desarrollo de este capítulo se encontraran términos que asocien el encendido con este sistema.

2.1 Componentes del sistema de encendido y arranque del Toyota Prius A.

Los componentes que intervienen en el sistema de encendido y arranque:

- Batería.
- Módulo de control electrónico.
- Relay de integración.
- MG 1
- Bujías.
- Interruptor de encendido.
- Sensor de posición de cigüeñal.
- Sensor de posición de barra de levas.
- Llave inteligente.
- Sensores de control.

2.1.2 Baterías.

La batería consta de 168 células ($\{1,2 \text{ V} \times 6 \text{ células}\} \times 28 \text{ módulos}$) con una tensión nominal de 201,6 V CC. La tensión estándar de la batería es de 11 a 14 V.

2.1.3 ECU.

Para el proceso primario de arranque se involucra la ECU de certificación (conjunto de ECU de la llave inteligente) y la ECU principal de la carrocería reconocida según el manual del Prius como de la “red múltiple” Estos componentes del sistema cumplen con funciones descritas a continuación:

- **ECU de certificación.**
- Certifica el código de identificación que recibe del receptor de control de las puertas y transmite los resultados de la certificación a la ECU de bloqueo de la dirección (conjunto del actuador del mecanismo de bloqueo de la dirección).
- Controla los osciladores y los sensores táctiles.

- Transmite las señales de solicitud de bloqueo/desbloqueo de las puertas durante la función de entrada.
- **ECU PRINCIPAL**
- Recibe la señal de solicitud de la ECU de certificación (conjunto de la ECU de la llave inteligente) y acciona los motores de bloqueo de las puertas para bloquear o desbloquear todas las puertas.
- Recibe la señal de los sensores de control para compararlos con los del vehículo definiendo la necesidad de arranque del motor de combustión interna dependiendo de los parámetros de información que recibe.
- Transmite el estado de cada puerta y la puerta del maletero a la ECU de certificación (conjunto de la ECU de la llave inteligente).

2.1.4 MG1 y MG2.

El moto-generador 1(MG1) es el encargado de arrancar el motor de combustión interna cuando las baterías estén en un nivel de carga bajo o por ejemplo cuando el vehículo requiera tenga una demanda de potencia mayor. Este componente actúa como generador de corriente de alta tensión para operar el MG2 o cargar las baterías. MG1 y MG2 son de tipo sincrónico de imán permanente, compactos y de poco peso para facilitar su ubicación en el conjunto de híbrido. Estos componentes no son parte de esta investigación y conllevan un estudio aparte por la importancia que tienen en todo el sistema híbrido, sin embargo es importante mencionarlos brevemente debido a que MG1 reemplaza la función del motor de arranque de un vehículo convencional dando el giro que rompe la inercia para el arranque del motor de combustión interna del vehículo.

2.1.5 Bujías.

Las bujías utilizadas en el sistema de encendido del motor recomendadas por el fabricante son:

Tabla 2. 1: Bujías recomendadas por el fabricante.

Bujía recomendada (marca)	Identificación
Denso	5K16R11
NGK	1FR511

Fuente: Manual del Toyota Prius 2009.
Editado por: Oscar G. Macías Monserrate

Tabla 2. 2 : Especificación de holgura.

Huelgo del electrodo	Estándar	1.0 – 1.1 mm
	Máximo	1.2 mm

Fuente: Manual del Toyota Prius 2009.
Editado por: Oscar G. Macías Monserrate.

2.1.6 Interruptor de encendido.

El vehículo Toyota Prius adopto un sistema de arranque por medio de la pulsación de un botón, previamente insertando la llave en una ranura o simplemente en poder del conductor en un bolsillo. Puede seleccionar el modo del vehículo en OFF, ACC, IG-ON o READY, al presionar este botón.

2.1.7 Llave inteligente.

La llave se compone de una llave mecánica, un transmisor para el sistema inalámbrico de cierre centralizado de puertas y un transceptor para el sistema de entrada y arranque.

La llave inteligente se encarga de enviar información como la identificación de la llave y el vehículo cuando se reciben señales de solicitud emitidas por el oscilador de aproximación interior, el oscilador de aproximación exterior o los osciladores de aproximación de las puertas. También puede enviar una señal de solicitud cuando se pulsa el botón de bloqueo, desbloqueo, o emergencia.

Otro de los objetivos de la llave inteligente es enviar información como la identificación de la llave y el vehículo cuando se recibe la onda de radio emitida por el amplificador de la llave transmisora en el interruptor de encendido.

Este dispositivo también consta de una llave mecánica integrada que se puede utilizar para desbloquear las puertas cuando se agota la batería de la llave.

Cabe mencionar que la llave mecánica integrada funciona para la puerta del conductor y la guantera, pero no puede arrancar el sistema de control de vehículos híbridos.

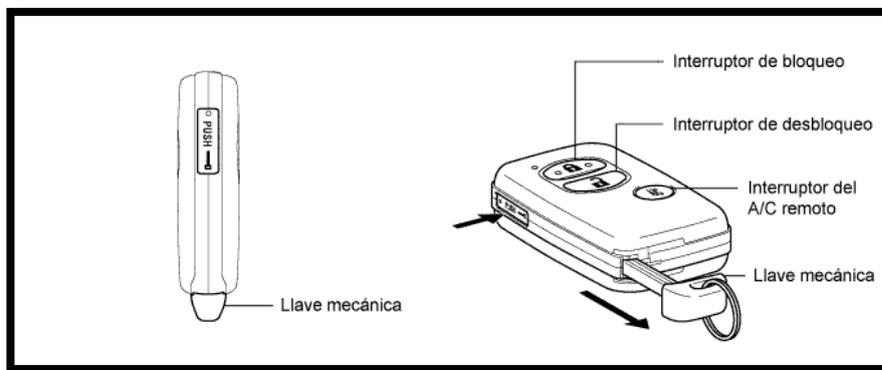


Figura 2. 2: Llave inteligente.
Fuente: Manual de Toyota Prius año 2009.
Editado por: Oscar G. Macías Monserrate

2.1.8 Sensores de información.

Los sensores involucrados en el sistema son:

- Posición del cigüeñal

985 – 1600 ohm /caliente

1265- 1890 ohm/frío

- Posición del árbol de levas

1630-2740 ohm/caliente

2065-3225 ohm/frío

2.2 Comprobación del sistema de arranque (entrada) y encendido del Toyota Prius.

Existe una diversidad de pruebas para el sistema DE ENTRADA Y ENCENDIDO que menciona el título dispuesto. Estas pruebas se pueden realizar sin necesidad de herramientas especiales y sirven para comprobar que el sistema está listo para operar o si existen códigos de diagnóstico que requieran conectarse con los módulos del vehículo para diagnosticar problemas relacionados a elementos o sensores involucrados en el sistema de arranque encendido.

Considerando que este vehículo consta de dos etapas en el arranque se determina un grupo de situaciones de diagnóstico relacionados con el motor de combustión interna apagado y la otra situación con el motor encendido sin olvidar que el vehículo está listo para arrancar en cualquiera de las 2 circunstancias.

Se mencionan a continuación situaciones de acuerdo al manual de servicio de Prius, si se produce cualquiera de las situaciones con los ejemplos a continuación, el sistema de entrada y arranque provoca que la ECU de certificación (conjunto de la ECU de la llave inteligente) haga sonar el avisador acústico en el conjunto del juego de instrumentos y el conjunto del avisador acústico del sistema inalámbrico de cierre centralizado de puertas, haga aparecer un mensaje en la pantalla de información múltiple y active la iluminación del interruptor de encendido para advertir al conductor.

En la tabla 2.3 se muestran 15 situaciones en las cuales el módulo de control electrónico emitirá una advertencia por un posible efecto en el sistema que puede considerarse anormal e identifica una situación que puede afectar incluso la seguridad del vehículo.

Estas situaciones no siempre requieren la intervención de personal técnico, lo que está indicando el vehículo es que se está utilizando de manera no adecuada la llave de aproximación, y el sistema protege las funciones del vehículo al determinar una señal errónea.

En estos casos se debe considerar revisar las tablas de información en el manual del propietario que indican los pasos que se deben seguir el presentarse estas alertas.

Tabla 2. 3: Eventos de advertencia emitidos por el vehículo.

Situación	Estado
A	El sistema de control del vehículo híbrido se deja en marcha y la palanca de cambios está en la posición R, N, D o B cuando el conductor sale del vehículo.
B	El avisador acústico de olvido de llaves suena.
C	El sistema de control del vehículo híbrido se deja en funcionamiento y se selecciona estacionamiento (P) cuando el conductor sale del vehículo.
D	Hay una puerta entreabierta.
E	El sistema de control del vehículo híbrido se deja en marcha cuando un pasajero sale del vehículo con la llave en la mano.
F	La llave no se encuentra en las áreas de detección.
G	Se ha dejado la llave en el vehículo.
H	La pila de la llave está baja.
I	La ECU de gestión de la alimentación está averiada.
J	El sistema de control de vehículos híbridos no puede arrancarse (error del conductor).
K	El sistema de control de vehículos híbridos no puede arrancarse (error del sistema).
L	Se intenta para apagar el vehículo con la palanca de cambios en la posición R, D o B.
M	Se produce la operación de desactivación automática.
N	Se produce la finalización de la certificación del sistema inmovilizador.
O	Se conduce el vehículo sin una llave.

Fuente: Manual de Toyota Prius año 2009
Editado por: Oscar G. Macías Monserrate

2.2.1 Sistema de entrada y arranque.

- Tabla de códigos de diagnóstico (para función de arranque).

Tabla 2. 4: Códigos de diagnóstico relacionados al arranque.

Código DTC	Elemento detectado	Área afectada
B2271	Avería en el monitor de mantenimiento del encendido	1. Fusible AM2 2. Relé IG1 3. Relé IG2 4. ECU de gestión de la alimentación 5. Conjunto de bloque de empalmes del panel de instrumentos 6. Mazo de cables o conector
B2274	Avería en el monitor ACC	1. Fusible AM2 2. Relé ACC 3. ECU de gestión de la alimentación 4. Conjunto de bloque de empalmes del panel de instrumentos 5. Mazo de cables o conector
B2275	Avería en el monitor STSW	1. Fusible AM2 2. ECU de control de la gestión de la alimentación 3. Mazo de cables o conector
B2277	Detección de inmersión del vehículo	ECU de gestión de la alimentación
B2282	Avería en la señal de velocidad del vehículo	1. Sistema de comunicación CAN 2. Sistema del juego de instrumentos 3. ECU de gestión de la alimentación 4. Mazo de cables o conector
B2284	Avería en la señal del freno	1. Fusible STOP 2. Conjunto del interruptor de las luces de freno 3. Sistema de comunicación CAN 4. Conjunto de la ECU de control de derrape 5. ECU de gestión de la alimentación 6. Mazo de cables o conector
B2286	Avería en la señal de conducción	1. Fusible AM2 2. ECU de gestión de la alimentación 3. Mazo de cables o conector
U0293	Pérdida de comunicación con la ECU de HV	ECU de gestión de la alimentación

Fuente: Manual del Toyota Prius año 2009
Editado por: Oscar G. Macías Monserrate

Siendo el caso del sistema de arranque una sección de este vehículo que se maneja particularmente desde el punto de vista de no ser un sistema convencional pues no se involucra directamente el arranque del motor de combustión interna cuando el vehículo se encuentra en estado “READY”, es decir listo para ser utilizado se incluyen estos datos para su aplicación durante pruebas del vehículo.

2.2.2 Comprobación de componentes del sistema de encendido del motor de combustión interna.

Los componentes involucrados en el sistema de encendido están involucrados directamente con el motor de combustión para lo cual se debe identificar su ubicación con el objetivo de realizar los trabajos de desmontaje o inspección de los mismos.

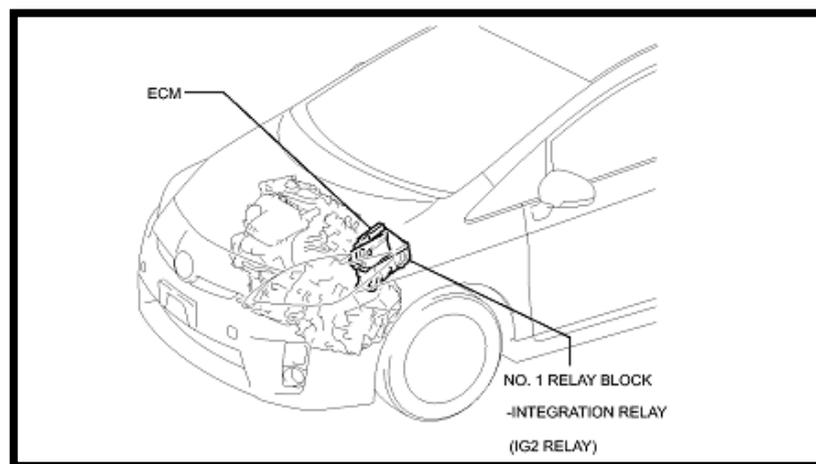


Figura 2. 3: Ubicación de ECU y relay de integración.
Fuente: Manual del Toyota Prius.
Editado por: Oscar G. Macías Monserrate.

En la figura 2.3 Se puede apreciar la ubicación de 2 de estos componentes el módulo de control electrónico y el relay de integración los mismos. A estos elementos se les puede realizar pruebas de control para verificar su estado.

- **Comprobación de ECU**

Para comprobar el estado de la ECU se utiliza el Techstream , conectando el vehículo al conector DLC3 mediante la interfaz y el programa de comunicación instalado en una computadora que sirve para visualizar las el

estado de este módulo. Durante esta evaluación el sistema de diagnóstico del Techstream identifica todos los módulos de control del vehículo que brindan información a la ECU principal.



Figura 2. 4: Conexión de interfaz con vehículo.
Fuente: Oscar G. Macías Monserrate
Editado por: Oscar G. Macías Monserrate.

Este software se conecta con la computadora del vehículo realizando una revisión total del sistema. Si existe algún problema relacionado con los sensores de control del vehículo o DTC, y también relacionados con la ECU se obtendrán los datos por este medio. Los datos obtenidos se apreciarán en la pantalla del computador por medio de formatos establecidos en el programa.

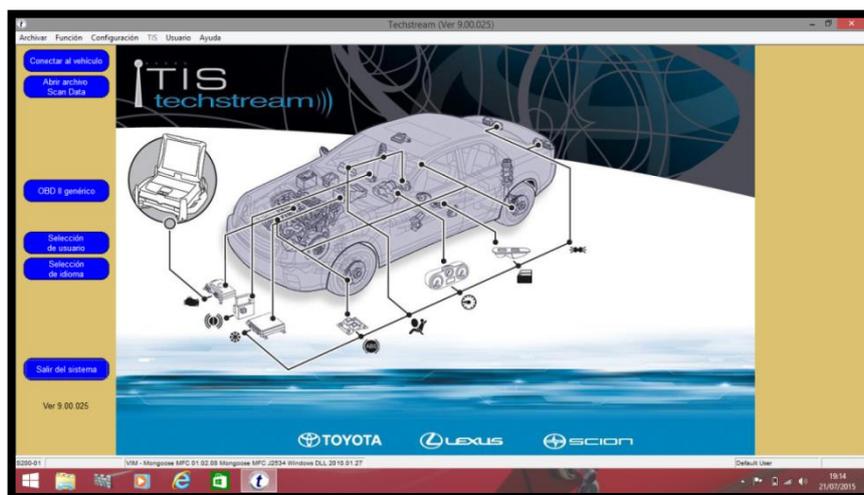


Figura 2. 5: Pantalla del Techstream.
Fuente: Oscar G. Macías Monserrate.
Editado por: Oscar G. Macías Monserrate.

El análisis preliminar que usa este sistema para el vehículo Toyota Prius será indicado en la pantalla reconociendo todos los módulos del vehículo con el objetivo, que el usuario pueda realizar las pruebas que considere necesarias.

- **Comprobación del relay de integración.**

El relay de integración tiene un procedimiento de evaluación mediante la medición de resistencia bajo condiciones establecidas en el manual de servicio del Toyota Prius. Con el procedimiento de pueden medir estos parámetros para lo cual se necesita desmontarlo de su alojamiento en el vehículo.

El relay está situado en una caja negra de lado derecho del carro bajo el capot del vehículo. Una vez levantado el capot del vehículo se puede identificar rápidamente la ubicación de esta caja y retirar la tapa. EL desmontaje de la tapa y del relay esta instruido en el manual de servicio del Toyota Prius de tal manera que se pueda acceder a este componente de forma segura y rápidamente.



Figura 2. 6: Relay Integrador.
Fuente: Oscar G. Macías Monserrate.
Editado por: Oscar G. Macías Monserrate.

- Primero se debe quitar la tapa de la caja de relays en el lado izquierdo del vehículo bajo el capot.
- Se deben desenganchar las 2 sujeciones del relay en sus extremos utilizando un desarmador y desconectar los 3 conectores.

- Luego remover el relay de la caja.

Para proceder con las mediciones se identifican los puntos en tres secciones como se ilustra en la figura 2.7.

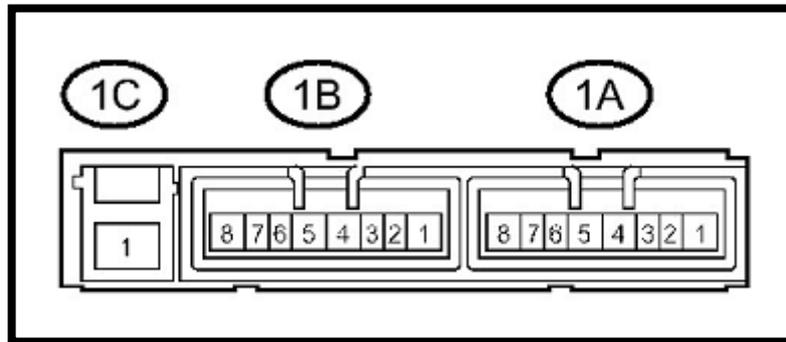


Figura 2. 7: Puntos de medición de relay integrador.
Fuente: Manual de Toyota Prius año 2009
Editado por: Oscar G. Macías Monserrate.

Adicionalmente existen condiciones para medir la resistencia del relay de integración que se adjuntan en la tabla 2.3. Estas medidas según el manual de servicio del Toyota Prius si no se cumplen dan lugar al reemplazo del componente.

Tabla 2. 5: Especificaciones de relay integrador.

CONDICIÓN		MEDIR ENTRE	ESPECIFICACIÓN
NO VOLTAJE ENTRE	1B-3 1B-2	1C-1 1B-4	10 K Ω o superior
APLICANDO VOLTAJE ENTRE	1B-3 1B-2	1C-1 1B-4	Debajo de 1 Ω
NO VOLTAJE ENTRE	1A-2 1A-3	1C-1 1A-4	10 K Ω o superior
APLICANDO VOLTAJE ENTRE	1A-2 1A-3	1C-1 1A-4	Debajo de 1 Ω
NO VOLTAJE ENTRE	1A-6 1A-7	1A-5 1A-8	10 K Ω o superior
APLICANDO VOLTAJE ENTRE	1A-6 1A-7	1A-5 1A-8	Debajo de 1 Ω
NO VOLTAJE ENTRE	1B-7 1B-6	1C-1 1B-8	10 K Ω o superior
APLICANDO VOLTAJE ENTRE	1B-7 1B-6	1C-1 1B-8	Debajo de 1 Ω

Fuente: Manual de Toyota Prius año 2009.
Editado por: Oscar G. Macías Monserrate.

- **Comprobación de bujías.**

Otro de los elementos que conforman el sistema de encendido son las bujías. Estos componentes pueden ser desmontados para medir su resistencia y la holgura del electrodo.

Es importante mencionar que todos los procedimientos del manual de servicio del fabricante mencionan la importancia de utilizar los ajustes establecidos para cada uno de los elementos de sujeción de los componentes que se desmontan en las diferentes pruebas que se realizan.

El procedimiento de desmontaje involucra lo siguientes pasos:

- El vehículo debe estar apagado.

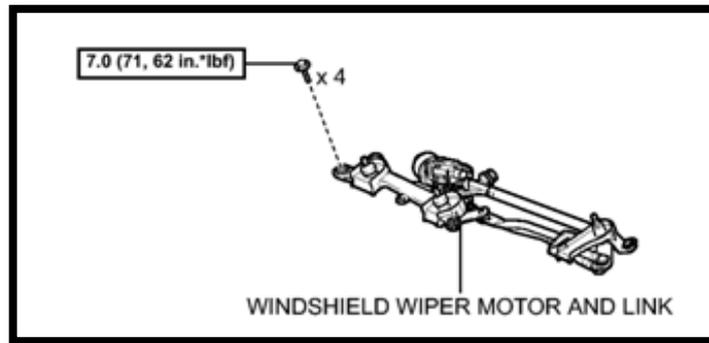


Figura 2. 8: Mecanismo de limpiaparabrisas.
Fuente: Manual del Toyota Prius año 2009.
Editado por: Oscar G. Macías Monserrate.

- Desmontar el mecanismo del limpiaparabrisas del vehículo.

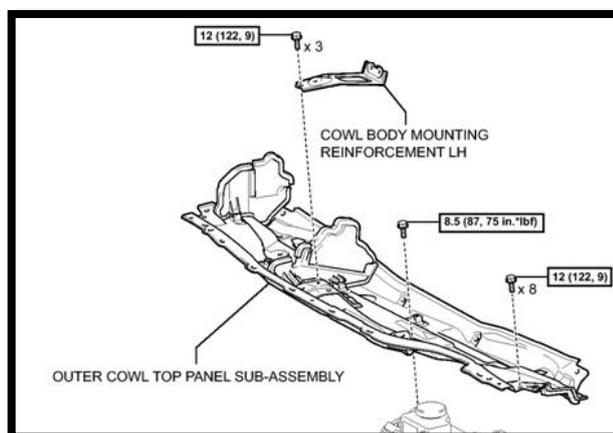


Figura 2. 9: Panel inferior de parabrisas.
Fuente: Manual de Toyota Prius año 2009
Editado por: Oscar G. Macías Monserrate

- Desmontar el panel de la parte superior del habitáculo del motor.
- Retirar el cobertor de los cilindros.
- Utilizando un dado de 14 mm remover los pernos de sujeción de las bobinas.

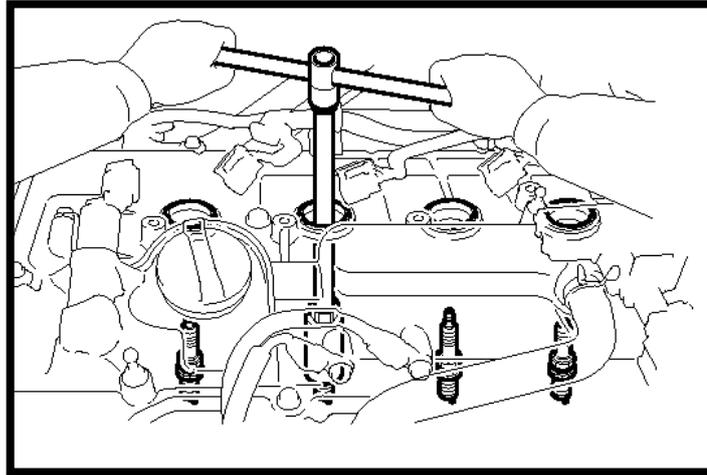


Figura 2. 10: Desmontaje de bujías.
Fuente: Manual de Toyota Prius año 2009.
Editado por: Oscar G. Macías Monserrate

- Utilizando el dado correspondiente y una palanca con adaptador proceder con la remoción de las 4 bujías. EL torque de ajuste para las bujías en la instalación es 20 N*m.
- Retirar las bobinas del alojamiento y quitar las bujías.

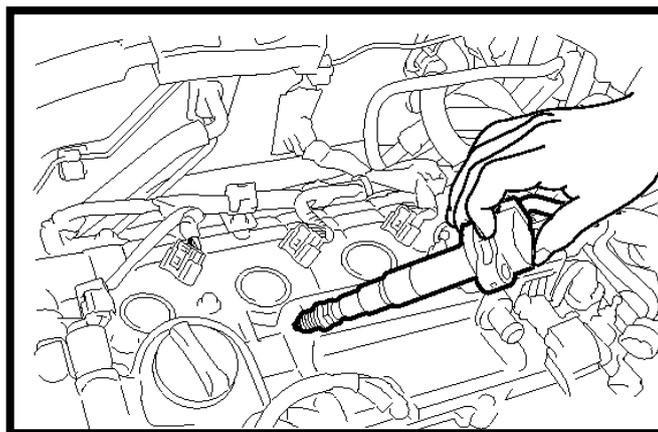


Figura 2. 11: Retiro de bobinas y bujías.
Fuente: Manual de Toyota Prius año 2009.
Editado por: Oscar G. Macías Monserrate.

Luego de desmontar las bujías pueden ser evaluadas mediante la medición de su resistencia y la altura del electrodo. También se debe realizar la inspección visual de la bujía para determinar su estado.

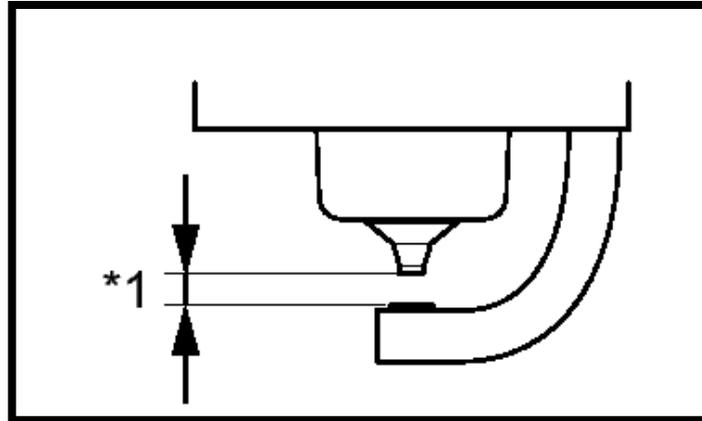


Figura 2. 12: Especificación de altura del electrodo.
Fuente: Manual del Toyota Prius año 2009.
Editado por: Oscar G. Macías Monserrate

- **Evaluación de conectores de bobinas de bujías.**

Los conectores de las bobinas de las bujías son componentes que tienen un proceso de inspección al desconectarlos de los sockets de las bobinas de los inyectores.

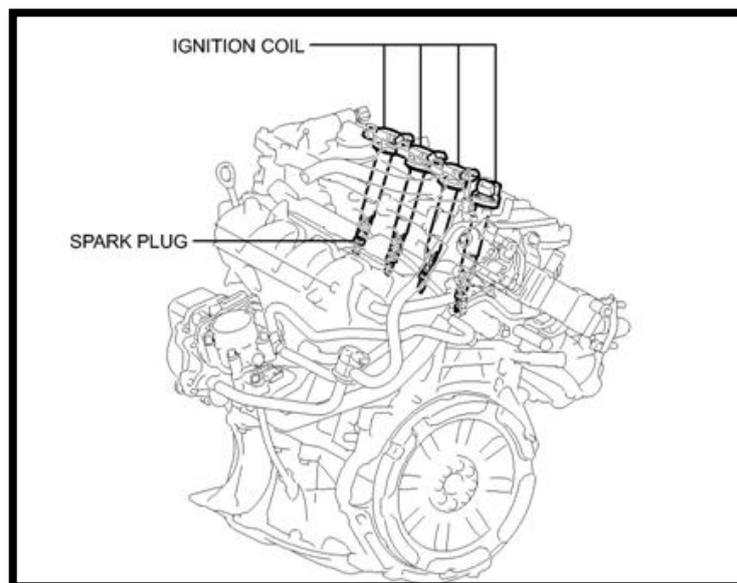


Figura 2. 13: Ubicación de conectores de bujías.
Fuente: Manual del Toyota Prius año 2009.
Editado por: Oscar G. Macías Monserrate

Una vez que se desconectan los conectores se puede identificar los puntos de conexión para especificar donde se debe medir.

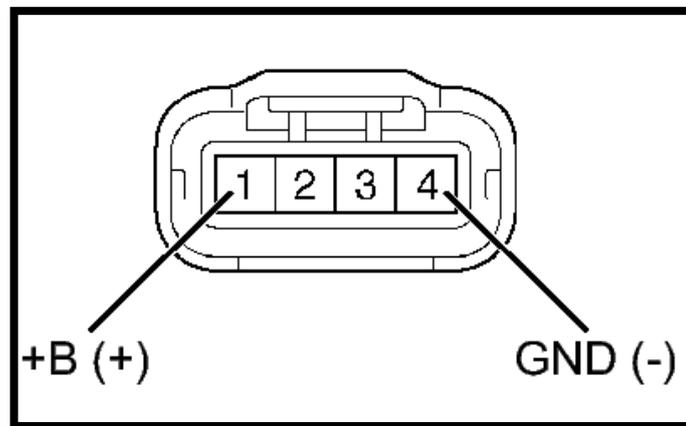


Figura 2. 14: Puntos de medición de conectores.
Fuente: Manual del Toyota Prius año 2009.
Editado por: Oscar G. Macías Monserrate.

El procedimiento específico según el manual de servicio es el que se indica a continuación:

- Presionar el botón Power en posición ON
 - Medir los voltajes y realizar las comparaciones respectivas.
- **Comprobación del sensor de posición del cigüeñal.**

El sensor de posición de cigüeñal es un elemento de tipo inductivo que envía una señal de la posición del cigüeñal para ordenar la chispa en la bujías y la inyección de combustible en los cilindros del motor, esta señal cumple la función elemental en el sistema DIS de identificar la posición de los pistones es decir en qué punto de la carrera se encuentran. El procedimiento de comprobación de este componente esta descrito en el manual de servicio del Toyota Prius.

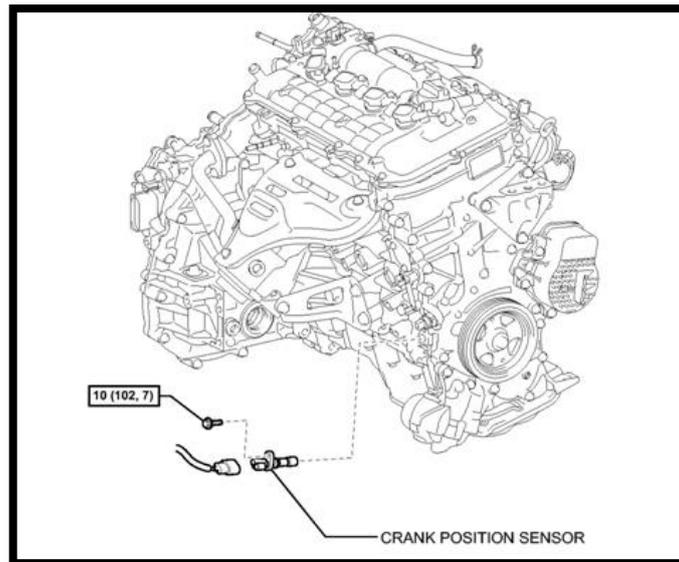


Figura 2. 15: Ubicación del CKP.
Fuente: Manual del Toyota Prius año 2009.
Editado por: Oscar G. Macías Monserrate.

Para realizar la prueba de este sensor se debe realizar el siguiente procedimiento:

- El vehículo debe estar apagado
- Situar el vehículo en el elevador hidráulico y levantarlo siguiendo los procedimientos de seguridad.
- Remover el cobertor inferior izquierdo del vehículo.
- Remover el cobertor inferior central del vehículo.
- Quitar el conector del sensor de posición del cigüeñal
- Aflojar el perno de sujeción del sensor de posición del cigüeñal.

Luego de desmontado este elemento se procede a medir su resistencia utilizando un multímetro ubicando el selector en ohmios.

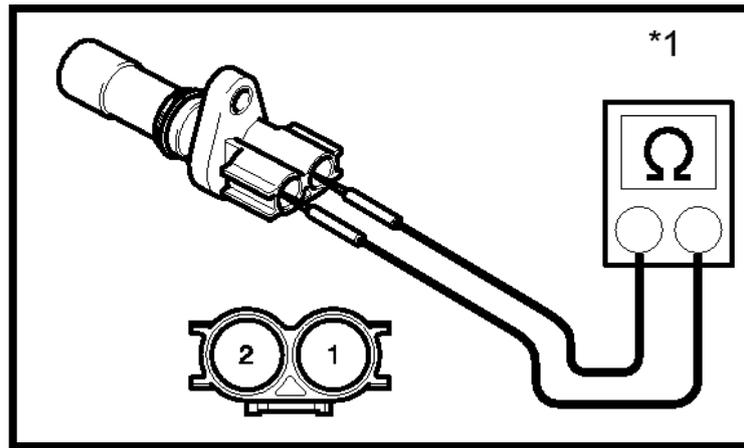


Figura 2. 16: Puntos de medición del CKP.
Fuente: Manual del Toyota Prius año 2009.
Editado por: Oscar G. Macías Monserrate.

- **Comprobación del sensor de posición de barra de levas.**

El sensor de posición de la barra de levas envía una señal al módulo de control electrónico para indicar la posición de apertura de las válvulas, esta señal llega al módulo de control electrónico (ECU) como parte del sistema de encendido para ejecutar ordenes de inyección de combustible y emisión de chispa en las bujías. Está ubicado en la parte superior del motor y se debe desmontar para proceder con la medición de su resistencia.

Para acceder al sensor existe un procedimiento en el manual del Toyota Prius, que involucra lo siguientes pasos:

- EL vehículo debe estar apagado.
- Remover la cubierta superior de los cilindros.

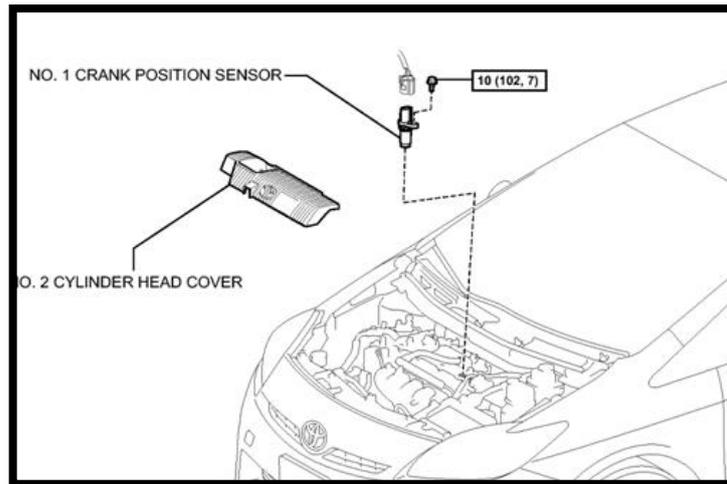


Figura 2. 17: Ubicación de sensor de posición de barra de levas.
Fuente: Manual del Toyota Prius año 2009.
Editado por: Oscar G. Macías Monserrate

- Remover el conector del sensor de posición de la barra de levas.

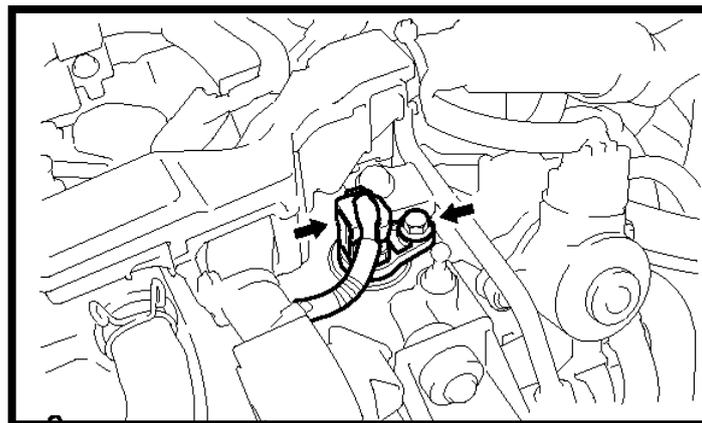


Figura 2. 18: Perno de ajuste del sensor CMP.
Fuente: Manual del Toyota Prius año 2009.
Editado por: Oscar G. Macías Monserrate

Una vez que se ha desmontado el sensor se procede con la medición de su resistencia y se comparan los datos.



Figura 2. 19: Conector del CMP.
Fuente: Oscar G. Macías Monserrate.
Editado por: Oscar G. Macías Monserrate.

En caso de haber desmontado el CMP existe una recomendación antes de proceder a montar el sensor nuevamente en su alojamiento que consiste en mojar con una fina película de aceite el o-ring que lleva en su base de asentamiento.

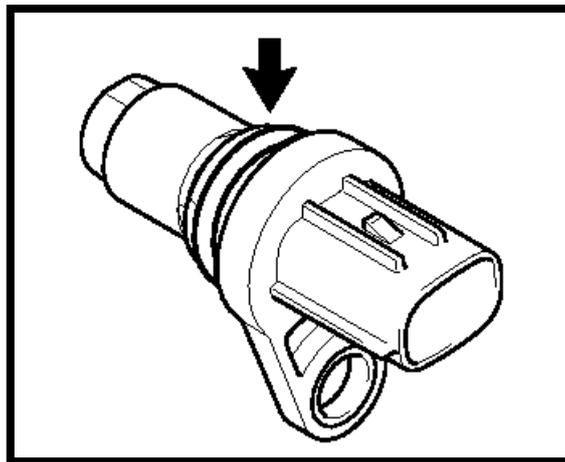


Figura 2. 20: Ubicación de o-ring en CMP.
Fuente: Manual del Toyota Prius año 2009.
Editado por: Oscar G. Macías Monserrate.

- **Procedimiento de medición de carga de baterías.**

El proceso de medición de carga de las baterías se realiza por medio del programa Techstream el mismo que al ser conectado por medio de la interfaz en conector DLC3 expresa los datos en el monitor de la pantalla de la computadora para determinar el estado de la batería auxiliar como de la batería principal del vehículo.

Los datos obtenidos en esta medición permiten incluso verificar el estado de las celdas de la batería principal unitariamente.

Parametro	Valor	Unidad	Parametro	Valor	Unidad
MG1 Temperature High-Last Operation	0		Battery Block Vol -V07	16.09	V
MG1 Temperature High-Last Trip	0		Battery Block Vol -V08	16.04	V
MG1 Temperature High-Last Op	0		Battery Block Vol -V09	16.09	V
MG2(Motor) Inverter Temperature High-Last Trip	0		Battery Block Vol -V10	16.06	V
MG2(Motor) Inverter Temperature High-Last Op	0		Battery Block Vol -V11	16.21	V
MG2(Motor) Inverter Temperature High-Last Trip	0		Battery Block Vol -V12	16.36	V
MG2(Motor) Inverter Temperature High-Last Op	0		Battery Block Vol -V13	16.40	V
MG1(Generator) Inverter Temperature High-Last Trip	0		Battery Block Vol -V14	16.55	V
MG1(Generator) Inverter Temperature High-Last Op	0		Battery Low Time	0	
MG1(Generator) Inverter Temp High-Last Trip	0		DC Inhibit Time	0	
MG1(Generator) Inverter Temp High-Last Op	0		Hot Temperature Time	0	
Main Battery Low Voltage-Last Operation	0				
Main Battery Low Voltage-Last Trip	0				
Coolant Heating-Last Operation	0				
Coolant Heating-Last Trip	0				
Converter Heating-Last Operation	0				
Converter Heating-Last Trip	0				
Batt Pack Current Val	-18.58	A			
Inhaling Air Temp	89.1	F			
VRIP Fan Motor Voltage1	1.5	V			
Auxiliary Battery Vol	13.98	V			
Charge Control Value	-25.0	KW			
Discharge Control Value	14.0	KW			
Cooling Fan Mode1	2				
Temp of Batt TB1	96.4	F			
Temp of Batt TB2	97.9	F			
Temp of Batt TB3	96.8	F			
Battery Block Vol -V01	16.45	V			
Battery Block Vol -V02	16.14	V			
Battery Block Vol -V03	16.04	V			
Battery Block Vol -V04	16.04	V			
Battery Block Vol -V05	16.12	V			
Battery Block Vol -V06	16.11	V			

Figura 2. 21: Cuadro de datos de medición de baterías.

Fuente: Techstream.

Editado por: Oscar G. Macías Monserrate.

La lectura del control de datos que realiza el Techstream muestra el detalle incluso de la batería auxiliar del vehículo permitiendo apreciar el estado de este componente del sistema de arranque y encendido del Toyota Prius A.

CAPITULO III

3 ANALISIS DEL SISTEMA DE ARRANQUE Y ENCENDIDO.

El sistema de arranque y encendido puede ser analizado por medio de una herramienta denominada tech stream, este equipo de diagnóstico nos permite realizar mediciones de los componentes que están involucrados en este sistema y que interactúan durante la operación del mismo. El tech stream permite analizar los módulos de control electrónico del vehículo desde y sensores brindando datos referentes a su funcionamiento que pueden ser comparados con los datos del fabricante para determinar si están funcionando correctamente.

3.1 Elementos técnicos de la prueba

Entre los elementos técnicos de la prueba está el vehículo Toyota Prius Híbrido con todos sus componentes, el manual de servicio del vehículo que contiene toda la información de parámetros de funcionamiento, también los datos técnicos del programa OD5 instalado en la computadora utilizada como un recurso para la presente investigación.



Figura 3. 1: Toyota Prius A.
Fuente: Oscar G. Macías Monserrate
Editado por: Oscar G. Macías Monserrate.

3.2 Herramientas.

Las herramientas utilizadas en la prueba y que pueden ser utilizadas son las siguientes:

- Una caja de datos con sus respectivos adaptadores para alcanzar puntos de afloje y apriete complicados.
- Un elevador de autos en al área del Taller de la UIDE.

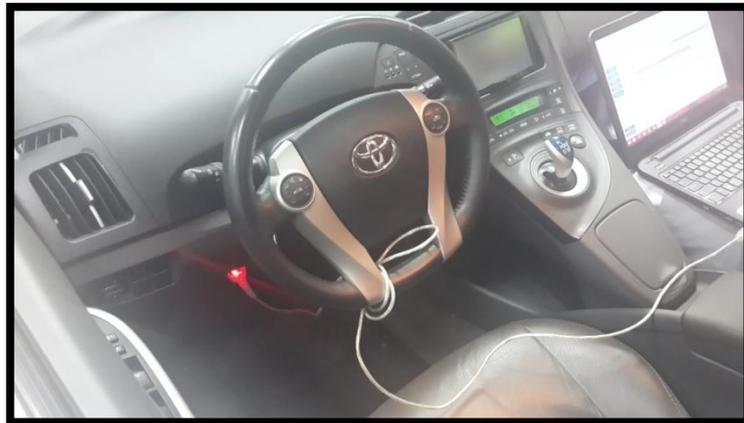


Figura 3. 2: Interfaz de conexión con Techstream.

Fuente: Oscar G. Macías Monserrate.

Editado por: Oscar G. Macías Monserrate.

3.2.1 Equipos de diagnóstico.

El equipo de diagnóstico disponible consta del programa tech stream, una laptop en la que está instalado el programa, cable adaptador OBD para el conector terminal del vehículo denominado DLC3, que sirve de interfaz con la computadora para conectarse con las ECU del vehículo.

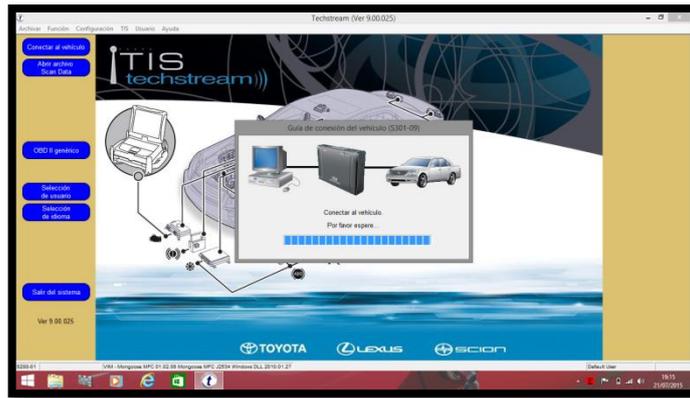


Figura 3. 3: Conexión de techstream con el vehículo.

Fuente: Techstream.

Editado por: Oscar G. Macías Monserrate.

También se cuenta con un multímetro para comprobar la resistencia de los sensores.

3.2.2 Materiales.

Los materiales utilizados corresponden a:

- Guantes de seguridad.
- Mandil.
- Gafas de seguridad.
- Elementos de limpieza de contactos electrónicos.

3.3 Factores de seguridad.

Los factores de seguridad a considerar se encuentran entre las recomendaciones del manual del Toyota Prius y se refieren en el caso de tener la necesidad de desmontar algún componente considerar seguir las instrucciones de seguridad a fin de evitar accidentes que pueden ser incluso mortales debido a los altos niveles de voltaje que el sistema híbrido maneja. Los los conectores del mazo de cables de alta tensión son de color anaranjado y tiene etiquetas de advertencia que indican “High Voltaje”.

Existen recomendaciones adicionales incluidas en el manual de servicio del vehículo que deben ser tomadas en cuenta antes de realizar cualquier actividad de inspección o mantenimiento de los componentes.

- Área de trabajo despejada.
- Verificar que las herramientas necesarias para realizar las actividades propuestas estén disponibles.
- Identificar ubicación de los componentes a desmontar, revisar, o medir en el manual de servicio por medio de los gráficos.
- Identificar en el manual de servicio el estado en el que el vehículo debe estar antes de realizar las pruebas, pues se debe tener en cuenta que los voltajes con a los que se expone el técnico de servicio puede causar graves daños en el organismo.

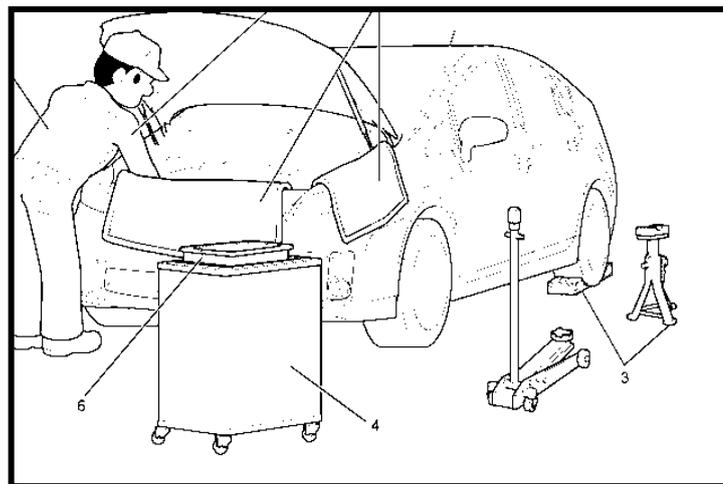


Figura 3. 4: Recomendaciones de seguridad.
Fuente: Manual del Toyota Prius A año 2009.
Editado por: Oscar G. Macías Monserrate

Es importante recordar que este vehículo cuenta con un sistema de alta tensión que puede alcanzar hasta 650 V. La recomendaciones del fabricante están especificadas en el manual de servicio y en el vehículo.

- La batería tiene adhesivos de advertencia de riesgo eléctrico.

- En el área del motor de combustión interna también se especifican áreas de riesgo eléctrico.
- Los cables de alta tensión (anaranjados) recorren longitudinalmente el vehículo.

3.4 Análisis de parámetros resultantes.

La interfaz de conexión del sistema tech stream muestra la pantalla de la figura 3.3 que identifica las ECU del vehículo, las mismas que se pueden seleccionar para su revisión individual o en grupo, esto significa que la opción de revisión es simplificada con el fin de obtener datos puntuales de acuerdo con el sistema a analizar.

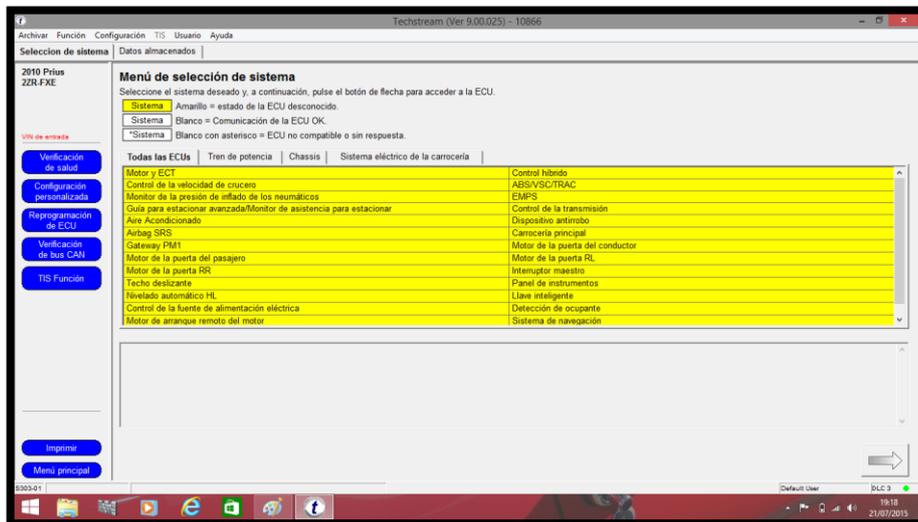


Figura 3. 5: Datos que se pueden analizar desde la interfaz

Fuente: Techstream.

Editado por: Oscar G.Macías Monserrate.

Una vez que el vehículo está conectado con la computadora se procede a conectar los parámetros de análisis del vehículo específico, en este caso el Toyota Prius año 2010, lo que permitirá al software identificar los parámetros de funcionamiento y a la vez analizar parámetros reales de acuerdo al estado del vehículo. Las pruebas son realizadas al nivel del mar con una temperatura promedio de 28°C.

Se realizó la selección de los controles relacionados con el sistema de encendido y arranque del vehículo Toyota Prius en la pantalla de la computadora para analizar los datos que se involucran en el sistema.

Los controles seleccionados fueron:

- Motor y ECT
- Control Híbrido

3.4.1 Medición de carga de las baterías.

Se realizó la medición de carga de las baterías utilizando el techstream y se extrajo los datos que se expresan en la tabla 3.1 la misma que compara el voltaje de las baterías con el motor de combustión interna, encendido y apagado.

Tabla 3. 1: Resultado de prueba de baterías.

	PRUEBA REAL	FABRICANTE
ICE ENCENDIDO	14.238 V	12 V
ICE OFF	14,335 V	12 V

Fuente: Oscar G. Macías Monserrate.
Editado por: Oscar G. Macías Monserrate.

3.4.2 Medición de voltaje de batería auxiliar.

Utilizando la interfaz del techstream se realizó la medición de carga de la batería auxiliar del Toyota Prius A.

Para esta prueba se midieron los parámetros reales de funcionamiento con el motor de combustión interna encendido y apagado.

Tabla 3. 2: Resultado de prueba de batería auxiliar.

	PRUEBA REAL	FABRICANTE
ICE ENCENDIDO	14,12 V	12 V
ICE OFF	14,14 V	12 V

Fuente: Oscar G. Macías Monserrate.
Editado por: Oscar G. Macías Monserrate.

3.4.3 Medición de corriente de baterías.

Mediante el diagnóstico del control híbrido del techstream se verificó el valor de la corriente de descarga de la batería principal del vehículo que debe ser menos de 80 amperios según el manual del fabricante.

Tabla 3. 3: Corriente de descarga de las baterías.

	PRUEBA REAL	FABRICANTE
ICE ENCENDIDO	-19,7	80 A o menos
ICE OFF	0,99	80 A o menos

Fuente: Oscar G. Macías Monserrate.
Editado por: Oscar G. Macías Monserrate.

3.4.4 Medición de resistencia de sensor de posición de cigüeñal.

Se realiza la medición de resistencia en ohmios del CKP para comparar los datos con el especificado en el manual del fabricante.

Tabla 3. 4: Medición de CKP.

MEDICIÓN REAL	FABRICANTE
2120 Ohmios	1850-2450 Ohmios

Fuente: Oscar G. Macías Monserrate.
Editado por: Oscar G. Macías Monserrate.

3.4.5 Medición de resistencia de sensor de posición de árbol de levas.

Se realiza el procedimiento de ubicación y desmontaje del sensor de posición del árbol de levas para realizar la medición de su resistencia del acuerdo al manual de servicio. Se obtienen los siguientes datos.

Tabla 3. 5: Medición de CMP.

MEDICIÓN REAL	FABRICANTE
2805 Ohmios	2065-2225 Ohmios

Fuente: Oscar G. Macías Monserrate.
Editado por: Oscar G. Macías Monserrate.

Es importante mencionar que las lecturas mencionadas se tomaron con el sensor frío.

3.4.6 Medición de voltaje de conector de bobinas.

Se identifica la ubicación de los conectores de bobinas y se realiza la medición de los puntos de conexión de acuerdo al manual de servicio.

Tabla 3. 6: Medición de conectores de bobinas.

	MEDICION REAL	FABRICANTE
Conector 1	12.5 v	11-14 V
Conector 2	12 V	11-14 V
Conector 3	12.5 V	11-14 V
Conector 4	12.5 V	11-14 V

Fuente: Oscar G. Macías Monserrate.
Editado por: Oscar G. Macías Monserrate.

3.4.7 Medición de holgura de electrodos de bujías.

Se desmontaron la bujías para medir la holgura de los electrodos. Para este efecto se realizaron las actividades descritas en el manual de servicio.

Tabla 3. 7: Medición de holgura de electrodos.

	MEDICION REAL	FABRICANTE
Bujía 1	1.2	max 1.3 mm
Bujía 2	1.3	max 1.3 mm
Bujía 3	1.3	max 1.3 mm
Bujía 4	1.2	max 1.3 mm

Fuente: Oscar G. Macías Monserrate.
Editado por: Oscar G. Macías Monserrate.

3.4.8 Medición de relay integrador.

Se realiza el desmontaje del relay integrador para de acuerdo con las instrucción del manual de servicio realizar la medición de los pines de conexión.

Tabla 3. 8: Medición de pines de conexión de relay integrador.

CONDICIÓN		MEDIR ENTRE	ESPECIFICACIÓN	REAL
NO VOLTAJE ENTRE	1B-3 1B-2	1C-1 1B-4	10 k Ω o superior	10 k Ω
APLICANDO VOLTAJE ENTRE	1B-3 1B-2	1C-1 1B-4	debajo de 1 Ω	0.9 Ω
NO VOLTAJE ENTRE	1A-2 1A-3	1C-1 1A-4	10 k Ω o superior	10 k Ω
APLICANDO VOLTAJE ENTRE	1A-2 1A-3	1-C1 1A-4	debajo de 1 Ω	0.85 Ω
NO VOLTAJE ENTRE	1A-6 1A-7	1A-5 1A-8	10 k Ω o superior	10 k Ω
APLICANDO VOLTAJE ENTRE	1A-6 1A-7	1A-5 1A-8	debajo de 1 Ω	0.9 Ω
NO VOLTAJE ENTRE	1B-7 1B-6	1C-1 1B-8	10 k Ω o superior	10.5 k Ω
APLICANDO VOLTAJE ENTRE	1B-7 1B-6	1C-1 1B-8	debajo de 1 Ω	0.9 Ω

Fuente: Oscar G. Macías Monserrate.
Editado por: Oscar G. Macías Monserrate.

Los datos obtenidos en cada una de las mediciones realizadas en los componentes involucrados en el sistema de encendido y arranque se han realizado de acuerdo a las instrucción del manual del fabricante y se han comparado con los parámetros de funcionamiento.

Cada una de estas tablas permite realizar un análisis comparativo del estado actual del vehículo en sus componentes que envían señales al módulo para arrancar el vehículo.

El detalle comparativo permite apreciar que los elementos evaluados en sus dimensiones de lectura de datos admite que no existan códigos de falla activos en el vehículo involucrados con el sistema del cual es objeto este estudio.

Permite además comprobar que al desmontar y montar elementos electrónicos de medición como son los sensores no aparezcan códigos de falla que puedan generarse por una mala operación de desmontaje o mal montaje porque se siguieron las instrucciones del manual de servicio del vehículo.

Se realizaron pruebas de encendido y arranque del vehículo para verificar que las mediciones realizadas no afecten al funcionamiento correcto del carro.

CAPITULO IV

DISEÑO DE LA PROPUESTA

El desarrollo de esta investigación en su parte práctica se ha realizado satisfactoriamente, por lo tanto, propongo realizar el estudio y análisis del sistema de encendido y arranque del Toyota Prius A; y comprobar que los parámetros de operación de los componentes de este sistema del vehículo, de la Universidad Internacional del Ecuador no presentan fallas.

Los componentes de este sistema que involucran una sección del vehículo pero que trabajan en conjunto con todos los otros sistemas garantizan el normal funcionamiento del sistema híbrido del vehículo con las especificaciones de consumo y emisiones con las que fue diseñado.

Los datos que se adjuntan a este capítulo corresponden a las características del vehículo.

4.1 Toyota Prius A

El Toyota Prius a con el que cuenta la UIDE tiene las siguientes características:

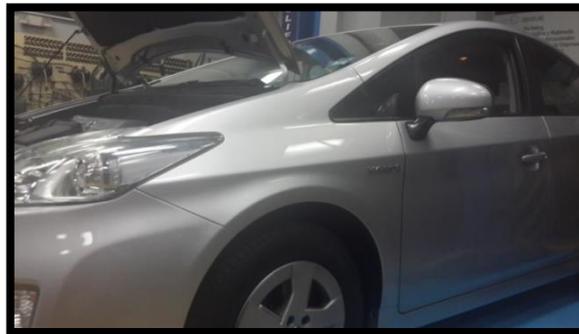


Figura 4. 1: Toyota Prius UIDE.
Fuente: Oscar G. Macías Monserrate.
Editado por: Oscar G. Macías Monserrate.

- Color: Plata
- Año de fabricación: 2010
- Recorrido: 96356 km



Figura 4. 2: Número VIN del vehículo.
Fuente: Oscar G. Macías Monserrate.
Editado por: Oscar G. Macías Monserrate.

- Dimensiones y peso.

Tabla 4. 1: Especificaciones de dimensiones.

Longitud total	4460 mm	
Ancho	1745 mm	
Altura	1510 mm	
Batalla	2700 mm	
Banda de rodadura	Parte delantera	1525 mm
	Parte trasera	1520 mm
Masa bruta del vehículo	1805 kg	
Capacidad admisible del eje	Parte delantera	1020 kg
	Parte trasera	980 kg

Fuente: Manual del propietario Toyota Prius A.
Editado por: Oscar G. Macías Monserrate.

- **Motor de combustión interna (MCI).**

Tabla 4. 2: Especificaciones de MCI.

Modelo	2ZR-FXE		
Tipo	4 cilindros en línea, 4 tiempos* , gasolina		
Calibre y carrera	80,5 x 88,3 mm		
Cilindrada	1798 cm ³		
* Ciclo Atkinson			

Fuente: Manual del propietario Toyota Prius A.

Editado por: Oscar G. Macías Monserrate.

- **Sistema de lubricación**

Tabla 4. 3: Llenado de aceite.

Capacidad de aceite de motor	
Con filtro	4.2 L
Sin filtro	3.9 L

Fuente: Manual del propietario Toyota Prius A.

Editado por: Oscar G. Macías Monserrate.

- **Tipo de combustible.**

Tabla 4. 4: Especificación de combustible.

Tipo de combustible	Gasolina sin plomo
Octanaje	95 o mayor
Capacidad del tanque	45 L

Fuente: Manual del propietario Toyota Prius A.

Editado por: Oscar G. Macías Monserrate.

- **Sistema eléctrico.**

Tabla 4. 5: Batería auxiliar.

Batería de 12 Voltios	12.6-12.8 V Totalmente cargada
	12.2-12.4 V Media carga
	11.5-11.9 V Descargada
Amperaje de carga	5 A max

Fuente: Manual del propietario Toyota Prius A.
Editado por: Oscar G. Macías Monserrate.

- **Batería Híbrida.**

Tabla 4. 6: Batería híbrida.

TIPO	Batería de níquel-hidruro metálico
TENSIÓN	7,2 V / modulo
CAPACIDAD	6.5 Ah (3HR)
CANTIDAD	28 Módulos
Tensión Total	201,6 V

Fuente: Manual del propietario Toyota Prius A.
Editado por: Oscar G. Macías Monserrate.

- **Motor eléctrico.**

Tabla 4. 7: Especificaciones de motor eléctrico.

TIPO	Motor de imán permanente.
POTENCIA MAXIMA	60 KW
PAR MÁXIMO	207 N*m (153 lb*pie)

Fuente: Manual del propietario Toyota Prius A.
Editado por: Oscar G. Macías Monserrate.

4.2 Sistema de encendido y arranque del Toyota Prius A.

En el presente trabajo se ha realizado una investigación para el estudio y análisis del sistema de arranque y encendido del Toyota Prius A, encontrándose mucha información que relaciona todos los sistemas del vehículo, es decir, no es posible encontrar un sistema independiente en este vehículo por lo que el estudio de esta y otras áreas del vehículo no pueden trabajar de manera separada.

Se consideran ciertos parámetros de funcionamiento del sistema en forma de señales que son indispensables para el funcionamiento del Prius por lo que debido a la cantidad de información que reciben los módulos electrónicos del vehículo, incluso la señal de la temperatura de las baterías podría interferir en el buen funcionamiento del vehículo por lo que es importante acotar que el sistema de encendido y arranque de este automóvil enfoca muchos sistemas y los involucra para poder cumplir con las especificaciones de diseño.

Las señales de alarma que el vehículo pueda generar por simplemente utilizar mal la llave de aproximación, no deben generar en el usuario del vehículo problemas mayores simplemente son sistema de protección del carro que garantizan la óptima funcionalidad del mismo.

En otras palabras esta tecnología que brinda Toyota en el vehículo al no tener un sitio donde introducir la llave es con el objetivo de brindar un concepto diferente en lo que respecta a la cotidianidad del uso de medios de transporte domésticos.

El uso de nuevas tecnologías no debe ser un impedimento para la manipulación de los componentes de este sistema y los otros en general, sin embargo, si no se utiliza la información adecuada y los elementos de investigación también adecuados puede ponerse en riesgo la integridad física y los bienes materiales.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones.

- Se analizó la estructura del sistema de encendido y arranque del sistema de arranque y encendido del Toyota Prius A en sus componentes.
- Se realizó la medición de lecturas de parámetros de funcionamiento de elementos involucrados en el sistema de arranque y encendido del Toyota Prius A.
- Se realizaron los cuadros comparativos de las mediciones realizadas.
- Se compararon los datos obtenidos versus los parámetros establecidos por el fabricante.
- Se simularon fallas en el vehículo cuando se desmontaron los componentes del sistema de encendido y arranque.
- Se conocieron y aplicaron las recomendaciones de seguridad del manual de servicio durante la parte práctica de esta investigación.

En base a las conclusiones generadas luego del análisis y comparación de datos se realizan las siguientes recomendaciones.

5.2 Recomendaciones.

- El análisis de la estructura del sistema de encendido y arranque puede involucrar un amplio espectro de pruebas que pueden ser realizadas y obtenerse muchos resultados. Se recomienda la interpretación y discusión de estos datos para ayudar e comprender el funcionamiento de esta tecnología.
- Realizar nuevas lecturas de parámetros pues estos difieren con el tiempo de uso del vehículo y otros factores de orden físico que se manifiestan por el deterioro normal de las partes.
- Realizar nuevos cuadros comparativos para obtener una tendencia del estado de los componentes del vehículo.
- Con los datos del estudio que involucren nuevas tablas se debe analizar la tendencia de desgaste y lo más importante se obtienen nuevos criterios para solucionar algún problema de código de falla que pudiera generarse.
- La simulación de fallas en el sistema es un campo muy amplio para explorar se recomienda la simulación de las mismas siempre con la guía de información correcta para evitar daños catastróficos en la integridad física y en el Prius.
- Se recomienda seguir en forma estricta las recomendaciones de seguridad, no olvidar que se trabaja con tensiones de voltaje altas.

BIBLIOGRAFIA

- Díaz Morales; Hipólito. Tecnología de vehículos híbridos (2012).
- O. Parra, Sistema de inyección de combustible con gestión electrónica. 2006 Quinta edición.
- Manual Toyota Prius 3ra Generación 2010.
- Ken Layne Tomo 1 1992. Manual de electrónica y electricidad automotrices.
- Winstom-Salem 1985 3th Edition. Transmission System for Communications
- Haynes Taller Chilton 2001 hasta 2012 - Manual de taller Servicio Reparación Toyota Prius.
- Manual de Servicio Toyota Prius 2009.
- Manual técnico del vehículo híbrido Toyota Prius modela A 2010.2ZR-FXE.
- Gijs Mom. The Electric Vehicle: Technology and Expectations in the Automobile Age. Editor JHU Press, 2012.
- Steam Cars 1770-1970. By Lord Montagu of Beaulieu & Anthony Bird.
- Por colectivo de autores. Editorial B- Pro México. Fecha 2012. Industria Terminal Automotriz.
- Jiménez Padilla Bernabé. Técnicas Básicas de Electricidad de Vehículos.
- Jorge Miguel Cabrera Armijos IC Editorial 2012. Mantenimiento de los dispositivos eléctricos del habitáculo y cofre del motor.
- Arias-Paz. 56ª Edición. Manual de Automóviles.
- Joan Antonio Ros Marín-Óscar Barrera Doblado. Paraninfo 2011. Sistemas eléctricos de seguridad y confortabilidad.
- Michel Bedeur. Editor: Vieux Temps. Henre Pieper. Ungène Crèatur.

Bibliografía web

- Costas, J. (25 de Junio de 2009). <http://www.motorpasion.com/coches-hibridos-alternativos/historia-del-coche-hibrido-la-tecnología-se-perfecciona>.
- <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/4572/1/T-ESPEL-0846.pdf>
- <http://repositorio.uide.edu.ec:8080/bitstream/37000/149/1/T-UIDE-0146.pdf>
- http://www.toyota-tech.eu/HYBRID/ERG/ES/Prius_ERG_SPA.pdf
- http://www.toyota.com.ar/cars/new_cars/prius/specs.aspx
- www.gminsidenews.com

GLOSARIO DE TÉRMINOS

ACC	ACCESORIOS
B+	TENSIÓN DE LA BATERÍA
BAT	BATERÍA
CC	CORRIENTE CONTINUA
CKP	SENSOR DE POSICIÓN DEL CIGÜEÑAL
CMP	SENSOR DE POSICIÓN DE LA BARRA DE LEVAS
DIS	DIRECT IGNITION SYSTEM
ECU	MODULO DE CONTROL ELECTRÓNICO
HSD	HYBRID SINERGY DRIVE
IG-ON	ARRANQUE
MCI	MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA
MG1	MOTOGENERADOR 1
MG2	MOTOGENERADOR 2
OFF	DESCONECTADO
READY	LISTO
THS	TOYOTA HYBRID SYSTEM II
V	VOLTAJE

ANEXO 1

Plan de mantenimiento para el sistema de encendido y arranque del Toyota Prius A. El mantenimiento sugerido para los componentes del sistema estudiado involucra actividades de inspección, ajuste y reemplazo en caso de que los elementos revisados estén fuera de especificaciones de servicio.

Los componentes involucrados en el sistema son:

- Llave inteligente.
- Sensores.
- Batería HV.
- Batería auxiliar.
- Bujías.
- Cables.
- Bobinas.
- Relay integrador.
- Conectores.

Para realizar los trabajos descritos a continuación es necesario seguir todas las recomendaciones del manual del servicio del vehículo, para evitar accidentes que pueden ocasionar graves lesiones. Las herramientas necesarias para los componentes arriba descritos se encuentran disponibles en el Taller de la UIDE se los enumera a continuación:

- Tech stream
- Computadora (laptop)
- Caja de dados
- Llaves
- Multímetro
- EPP

La lista adjunta describe las actividades y el orden de los componentes que correspondientes al sistema. Los periodos se los ha hecho en base a tiempo y no recorrido del vehículo por considerárselo de uso didáctico, es decir, no se considera el recorrido como un dato que indique cuando se realizan los mantenimientos.

No se ha involucrado el MG1 en este cuadro de mantenimiento, porque se lo considera un elemento del tren de fuerza del vehículo que tiene un régimen de mantenimiento establecido en el manual de servicio del Toyota Prius.

Lista de actividades para mantenimiento

	60 Días	6 Meses	1 Año
Llave Inteligente(batería)			R
Sensores		I	
Batería HV		I	
Batería auxiliar	I		
Bujías			I/A
Cables		I	
Bobinas			I
Relay integrador			I
Conectores		I	

Actividades	
Inspeccione	I
Ajuste	A
Reemplace	R

Para realizar cualquiera de las actividades recomendadas es importante seguir el procedimiento del manual de servicio con respecto al desmontaje de cada uno de los componentes. En uno de los capítulos de la investigación se incluye información del manual de servicio del Toyota Prius en el que se explica algunos de los pasos a seguir y la ubicación de las partes a evaluar.