



UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR

FACULTAD DE INGENIERÍA AUTOMOTRÍZ

TEMA:

“ANÁLISIS DE FUNCIONAMIENTO Y DETECCIÓN DE FALLAS DEL SISTEMA DE DIRECCIÓN ELECTRO ASISTIDA DEL VEHÍCULO TOYOTA PRIUS 2010”

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

AUTOR:

BRYAN ANDRÉS LAVAYEN SALÁN

GUAYAQUIL – NOVIEMBRE 2016

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA AUTOMOTRIZ

CERTIFICADO

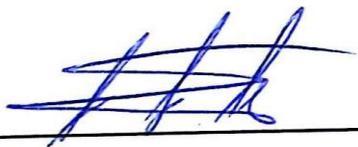
Ing. Adolfo Peña P. MSc.

CERTIFICA:

Que el trabajo titulado “**ANÁLISIS DE FUNCIONAMIENTO Y DETECCIÓN DE FALLAS DEL SISTEMA DE DIRECCION ELECTRO ASISTIDA DEL VEHICULO TOYOTA PRIUS 2010**”, realizado por el estudiante: **BRYAN ANDRÉS LAVAYEN SALÁN**, 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. El mencionado trabajo consta de un empastado y un disco compacto el cual contiene los archivos en formato portátil de Acrobat. Autoriza al señor: Bryan Andrés Lavayen Salán, que lo entregue a biblioteca de la Facultad, en su calidad de custodia de recursos y materiales bibliográficos.

Guayaquil, Noviembre 2016



Ing. Adolfo Peña P. MSc.

Director de Proyecto.

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR

FACULTAD DE INGENIERÍA EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, BRYAN ANDRES LAVAYEN SALAN

DECLARO QUE:

La investigación de cátedra denominada: **“ANÁLISIS DE FUNCIONAMIENTO Y DETECCIÓN DE FALLAS DEL SISTEMA DE DIRECCIÓN ELECTRO ASISTIDA DEL VEHÍCULO TOYOTA PRIUS 2010”**, 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, Noviembre 2016.


BRYAN ANDRES LAVAYEN SALAN
C.I. 0923938161

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR

FACULTAD DE INGENIERÍA EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ

AUTORIZACIÓN

Yo, BRYAN ANDRES LAVAYEN SALAN

Autorizo a la Universidad Internacional del Ecuador, la publicación en la biblioteca virtual de la Institución, de la investigación de cátedra: **“ANÁLISIS DE FUNCIONAMIENTO Y DETECCIÓN DE FALLAS DEL SISTEMA DE DIRECCIÓN ELECTRO ASISTIDA DEL VEHÍCULO TOYOTA PRIUS 2010”**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y autoría.

Guayaquil, Noviembre 2016



BRYAN ANDRES LAVAYEN SALAN

C.I. 0923938161

INDICE GENERAL

CERTIFICADO.....	ii
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD	iii
AUTORIZACIÓN.....	iv
INDICE GENERAL.....	v
DEDICATORIA	x
AGRADECIMIENTO	xi
RESUMEN GENERAL	xii
ABSTRACT.....	xiii
CAPÍTULO I.....	1
PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN Y MARCO REFERENCIAL.	1
1.1. Definición del problema.	1
1.2. Ubicación del problema.	1
1.3. Formulación del problema.	2
1.4. Sistematización del problema.	2
1.5. Objetivos de investigación.	2
1.5.1. Objetivo General.....	2
1.6.2. Objetivos Específicos.....	3
1.6. Alcance.....	3
1.7. Justificación e importancia de la investigación.....	3
1.8. Hipótesis.....	4
1.9. Variables de hipótesis.....	4
1.10. Operacionalización de las variables.....	5
CAPÍTULO II.....	6
MARCO TEORICO	6

2.1. Sistemas de Dirección	6
2.2. Componentes del sistema de dirección.	7
2.3. Tipos de mecanismos de dirección.	10
2.4. Formas constructivas del mecanismo de dirección.	10
2.5. Direcciones asistidas.	12
2.5.1. Dirección hidráulica.	13
2.5.2. Dirección eléctrica.	14
2.6. Toyota Prius 2010.....	15
2.6.1. Sistema de dirección del Toyota Prius.	17
2.7. Funcionamiento del sistema ESP	18
2.7.1 Funcionamiento de los componentes del EPS	21
CAPÍTULO III.....	30
COMPROBACION Y OBTENCION DE DATOS	30
3.1. Sistemas de seguridad	30
3.1.2. Baterías y cables de HV	31
3.1.3. Manipulación del sistema de dirección electrónica.	31
3.2. Herramienta utilizada para la prueba.	33
3.2.1. Interfaz de diagnóstico Toyota TechStream.....	33
3.3. Obtención de datos del sistema EPS.....	37
CAPÍTULO IV	41
ANALISIS DE RESULTADOS	41
4.1. Análisis del resultado del vehículo.	41
4.2. Trabajo del sistema de dirección asistida	47
4.2.1. Trabajo del sistema circulando en la ciudad.....	48
4.3. Estado actual del vehículo	49
CAPÍTULO V	50

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	50
5.1. Conclusiones	50
5.2. Recomendaciones	51
BIBLIOGRAFÍA	52
ANEXOS	53
GLOSARIO	54

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación geográfica de la Universidad Internacional de Ecuador Extensión Guayaquil.....	1
Figura 2. Volante	8
Figura 3. Columna de dirección.	9
Figura 4. Mecanismo de dirección.....	10
Figura 5. Dirección de cremallera.	11
Figura 6. Dirección de bolas circundantes.....	12
Figura 7. Componentes del sistema de dirección hidráulico.....	13
Figura 8. Componentes del sistema de dirección eléctrica.	15
Figura 9. Toyota Prius 2010.....	16
Figura 10. Componentes del sistema de dirección eléctrica Toyota Prius....	17
Figura 11. Funcionamiento Electrónico del EPS.	18
Figura 12. Comunicación Electrónica de la ECU de EPS.	19
Figura 13. Ubicación de los componentes en el habitáculo.	20
Figura 14 . Motor eléctrico del Toyota Prius.	21
Figura 15. Sensor de par.	22
Figura 16. ECU de EPS.	23
Figura 17. Diagrama de pines de conexión de ECU de EPS.	23
Figura 18. Testigo de alerta.....	26
Figura 19. Cooperación del funcionamiento.	29
Figura 20. Interfaz OBDII MINI-VCI J2534.	34
Figura 21. Pantalla de inicio Global TechStream	36
Figura 22. Pantalla de datos del vehículo.	37
Figura 23. Pantalla de inicio Global TechStream	38
Figura 24. Parámetros generales de EPS.....	39
Figura 25. Parámetros del EPS en vivo.	40
Figura 26. Parametros EPS direccion al centro.	43
Figura 27. Parametros EPS direccion hacia la derecha.	45
Figura 28. Parametros EPS direccion hacia la izquierda.	47

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla.1 Operacionalización de variables dependiente e independiente.	5
Tabla 2. Componentes del sistema de dirección electro asistida.	14
Tabla 3. Secciones de pines de ECU de EPS.....	24
Tabla 4.Pines de ECU de EPS	24
Tabla 5.Códigos de falla del ECU de ESP.....	26
Tabla 6. Resultado obtenido dirección en el centro.	41
Tabla 7. Resultado obtenido dirección hacia la derecha.	44
Tabla 8. Resultado obtenido dirección hacia la izquierda	46

DEDICATORIA

De manera muy especial quiero dedicar este logro a mi madre Rosa Salan quien siempre ha estado conmigo a lo largo de mi formación dándome palabras de aliento para que siga adelante y jamás me rinda ante cualquier adversidad que se me presente, por su apoyo, por sus esfuerzos y sacrificios que ha hecho por mí, para que este sueño se transformara en realidad, este título de ingeniero es solamente suyo mama.

A todas mis hermanas Andreina Cueva y Maissa Cueva quienes me brindaron todo su apoyo y me acompañaron en esas noches de desvelo para que culminara mi sueño.

A todos mis profesores de la Universidad Internacional Del Ecuador quienes me ayudaron a formarme como profesional y me dieron su voto de confianza para poder cumplir mis metas.

BRYAN ANDRES LAVAYEN SALAN

AGRADECIMIENTO

Primeramente agradezco a Dios ser que me dio fuerza y fe para acabar lo que me parecía imposible terminar, a mi madre quien siempre ha estado conmigo apoyándome a lo largo de toda mi formación además de un apoyo incondicional, quiero agradecer a mi director de carrera el Ing. Edwin Puentes por su apoyo y total amistad desde los inicios de mi carrera de Ingeniería Mecánica Automotriz, también manifestar mis agradecimientos a las Bibliotecarias que abrieron las puertas para obtener información en general a todas las personas que de una u otra forma han aportado su granito de arena para que pueda llegar a la culminación de la carrera

Un agradecimiento muy especial a mi tutor, el Ing. Adolfo Peña, por orientarme al buen crecimiento y éxito de este proyecto.

BRYAN ANDRES LAVAYEN SALAN

RESUMEN GENERAL

En la facultad de Ingeniería Automotriz, extensión Guayaquil de la Universidad Internacional del Ecuador, se procedió a realizar el análisis completo de funcionamiento y detección de fallas del sistema de dirección electro asistida del vehículo Toyota Prius 2010.

Previamente el estudiante deberá conocer y estudiar la evolución de los distintos tipos de sistema de dirección en el vehículo desde los más viejos hasta los más modernos para poder entender y posteriormente trabajar en el actual sistema de dirección electro asistida del vehículo Toyota Prius 2010.

En este estudio del sistema de dirección electro asistido del Toyota Prius 2010; vehículo que se encuentra en el taller de la facultad de ingeniería automotriz, se estudió y analizo el funcionamiento completo del sistema de dirección posteriormente se procedió a comparar los datos generados por las herramientas de diagnóstico electrónico y el manual del taller dando como resultado que el vehículo se encuentra en óptimas condiciones.

La propuesta de generar una guía práctica de como poder encontrar fallas en el sistema de dirección electro asistida del Toyota Prius previamente teniendo conocimiento del funcionamiento ahorrara tiempo y trabajo a los profesores y estudiante de la facultad de ingeniería Automotriz al momento de realizar prácticas en el vehículo.

En este estudio cabe denotar que se trabajó con los más altos estándares de seguridad ya que trabajar en este tipo de vehículos al ser híbridos estamos expuestos a descargas eléctricas por sus baterías de alto voltaje las cuales se encuentran dentro del vehículo que nos obliga a usar el equipo de protección personal pertinente.

ABSTRACT

At the Faculty of Automotive Engineering, Guayaquil extension of the International University of Ecuador, we proceeded to perform complete performance analysis and troubleshooting system electro-assisted vehicle steering 2010 Toyota Prius.

Previously the student must know and study the evolution of different types of steering the vehicle from the oldest to the most modern to understand and then work in the current system of electro-steering vehicle Toyota Prius 2010.

In this study steering system assisted electro Toyota Prius 2010; vehicle is in the workshop faculty automotive engineering, he studied and analyzed the complete operation of the steering system then proceeded to compare the data generated by the tools of electronic diagnostic and shop manual resulting in the vehicle it is in good condition.

The proposal to create a practical guide on how to find flaws in the system assisted electro direction of Toyota Prius previously having knowledge of the operation will save time and work to teachers and students of the Faculty of Automotive Engineering at the time of practice in the vehicle .

In this study, we can denote that worked with the highest safety standards and to work on these vehicles when hybrids are exposed to electric shocks for its high-voltage batteries which are inside the vehicle.

INTRODUCCION

La mayoría de los vehículos por no decir todos utilizan sistemas de dirección que es una parte fundamental del vehículo ya que este permite de acuerdo a la voluntad del conductor girar las ruedas por medio de un volante variando su trayectoria hacia la derecha o la izquierda, convirtiendo así un movimiento giratorio en un cambio angular de las ruedas directrices.

Los sistemas de dirección tienen que cumplir una serie de requisitos los cuales tienen que brindar confort y seguridad al conducir transmitiendo así los golpes de las irregularidades del camino hacia el volante del vehículo los más suave posible sin perder la adherencia por la amortiguación, manteniendo la estabilidad y el total control de la dirección.

Antiguamente los vehículos utilizaban direcciones mecánicas que quedaron obsoletas en el pasado ya que eran demasiado duras especialmente cuando el vehículo estaba parado haciendo así gastar millones a las compañías ya que tenían que diseñar más componentes de multiplicadores de fuerza, pues bien en la actualidad el sistema de dirección a evolucionado en sistemas hidráulicos, eléctricos o de sistemas mixtos los cuales usan menos componentes generando una mejor conductividad más suave sin perder su firmeza haciendo más placentera la conducción.

El Toyota Prius vehículo de estudio está provisto de un sistema de dirección asistida eléctricamente provista de una ECU la cual por medio de sensores en la columna de dirección censa los movimientos del volante generando un par específico dependiendo de la demanda hacia el motor de corriente continua para posterior girar las ruedas del vehículo en distintas direcciones.

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN Y MARCO REFERENCIAL.

1.1. Definición del problema.

Desde el año 2008 cuando se inició la venta de vehículos híbridos en nuestro país se tiene poca información sobre este tipo de vehículos y sus componentes, especialmente sobre el sistema de dirección electro asistida del Toyota Prius en base a este problema, se realizara las distintas pruebas en el equipo de diagnóstico electrónico como el programa original de Toyota TECHSCREEAM para poder interpretar, analizar la funcionalidad de cada uno de los componentes y detectar fallas en el sistema, con la finalidad que la comunidad universitaria esté en la capacidad de identificar y comprobar los parámetros de funcionamiento de los mismos.

1.2. Ubicación del problema.

La delimitación geográfica es en la Facultad de Ingeniería Automotriz, extensión Guayaquil perteneciente a la Universidad Internacional del Ecuador. En los talleres ubicado en: Av. Tomas Martínez y Rocafuerte. Fig. 1.

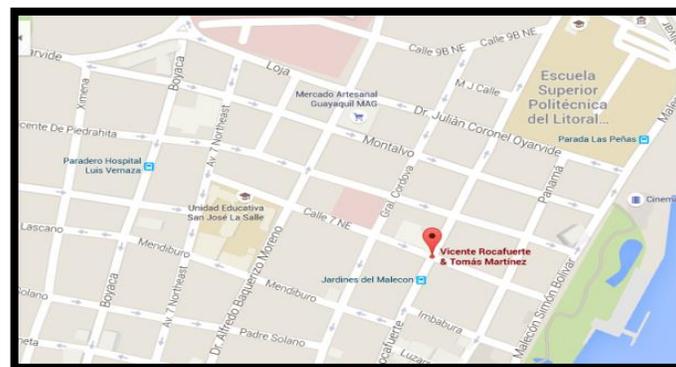


Figura 1. Ubicación geográfica de la Universidad Internacional de Ecuador Extensión Guayaquil

Fuente: Google Maps (Google) Editado por: El autor.

1.3. Formulación del problema.

¿Es viable realizar el análisis de funcionamiento y detección de fallas del sistema de dirección electro asistida del vehículo Toyota Prius 2010?

1.4. Sistematización del problema.

- ¿Cuál es el funcionamiento de la dirección electro asistida del Toyota Prius?
- ¿Cuál es la información para el conocimiento sobre los sistemas de dirección que asiste al Toyota Prius 2010?
- ¿Qué instrumentos electrónicos y mecánicos se utilizarán para el desarrollo del trabajo?
- ¿Cómo se desarrolla las pruebas del sistema de dirección del vehículo Toyota Prius 2010?

1.5. Objetivos de investigación.

1.5.1. Objetivo General.

Se analizó y detecto fallos en el funcionamiento de la dirección electro asistido del Toyota Prius.

1.6.2. Objetivos Específicos.

- Se recopiló información sobre la dirección electro asistida con la cual trabaja el vehículo Toyota Prius.
- Se comparó los datos generados por el Toyota Prius 2010 mediante el equipo de diagnóstico TechStream y los datos del manual del taller.
- Se analizó los resultados arrojados por el equipo de diagnóstico TechStream mediante las pruebas realizadas en la dirección electro asistida.
- Se detectó fallos mecánicos en el sistema de dirección electro asistida del Toyota Prius 2010.

1.6. Alcance.

El alcance de este estudio es que tanto los profesores como los estudiantes sean capaces de diferenciar las partes, funcionamiento y detección de fallas del sistema de dirección del Toyota Prius 2010.

1.7. Justificación e importancia de la investigación.

La base teórica del trabajo se fundamenta en el estudio y análisis del sistema de dirección electro asistida del Toyota Prius 2010.

Esta investigación se encuentra basada en la comparación de datos arrojada por el vehículo mediante las herramientas de diagnóstico electrónico con el manual de reparación de taller del Toyota Prius 2010.

Dentro de la metodología se definen las técnicas de investigación y de observación así como los instrumentos en donde se recolecta la información.

El análisis del funcionamiento de la dirección del Toyota Prius, apoyara a la detección de las posibles fallas que se podrían presentar, tomando la medida correctiva oportuna. Con el equipo de diagnóstico Toyota TechStream, al finalizar la prueba se podrá obtener un análisis completo del sistema de dirección electro asistida.

1.8. Hipótesis.

El resultado del análisis de funcionamiento del sistema de dirección electro asistida de un Toyota Prius apoyara a realizar pruebas sencillas para diagnosticar fallas para el complejo diagnóstico del vehículo.

1.9. Variables de hipótesis.

Variable independiente: Sistema de dirección electro asistida del Toyota Prius.

Variable dependiente: Diagnostico de averías y causas del sistema de dirección electro asistida del Toyota Prius 2010.

1.10. Operacionalización de las variables.

Tabla.1 Operacionalización de variables dependiente e independiente.

Variable	Tipo de Variable	Dimensión	Indicadores
Diagnostico de averías y causas del sistema de dirección electro asistida del Toyota Prius 2010.	Dependiente	Adquisición del equipo de diagnostico TechStream	100% adquirida
		Simulación del funcionamiento	100% simulado
Sistema de dirección electro asistida del Toyota Prius.	Independiente	Utilizacion de herramientas	Adoptar modelos establecidos y normalizados
		Toyota Prius Híbrido 2010	100% simulado

Fuente: El autor.

CAPÍTULO II

MARCO TEORICO

2.1. Sistemas de Dirección

Los sistemas de dirección que es una parte fundamental del vehículo ya que este permite de acuerdo a la voluntad del conductor girar las ruedas por medio de un volante variando su trayectoria hacia la derecha o la izquierda, convirtiendo así un movimiento giratorio en un cambio angular de las ruedas directrices.

En los vehículos antiguos constaban un mecanismo des multiplicador de par para poder girar las ruedas ahora en los vehículos modernos comprenden de un mecanismos servoasistido.

Estos sistemas tienen que cumplir una serie de requisitos los cuales tienen que brindar confort y seguridad al conducir transmitiendo así los golpes de las irregularidades del camino hacia el volante del vehículo los más suave posible sin perder la adherencia por la amortiguación, manteniendo la estabilidad y el total control de la dirección.

Las características más importantes que tiene que tener un sistema de dirección son:

- **Seguridad:** está íntimamente relacionada a los componentes que la componen, a la resistencia del material y el entrenamiento del conductor.

- **Suavidad:** De acuerdo a los componentes que tiene se obtiene un desmultiplicación optima, con un armado de las piezas en correcto orden y con un engrase perfecto.
- **Precisión:** se consigue haciendo que la dirección no sea muy dura ni muy suave. Si la dirección es muy dura por un excesivo ataque o pequeña desmultiplicación, El conducir se hace inestable; por el contrario, si es muy suave, por causa de una desmultiplicación grande, el conductor no siente la dirección y el vehículo sigue una trayectoria errada.
- **Reversibilidad:** El sistema automáticamente debe devolver a las ruedas su posición correcta momento en que el mismo deja de actuar.
- **Accionamiento eficaz:** El sistema debe ser ágil y suave para evitar el cansancio del conductor.

La dirección es un sistema de seguridad del vehículo y trabaja conjuntamente con la suspensión. La acción conjuntos de dirección y suspensión permite conseguir que la dirección cumpla con los requisitos de confortabilidad, precisión y seguridad.¹

2.2. Componentes del sistema de dirección.

Los componentes de dirección a través del tiempo han variado mucho en sus diferentes componentes pero algunos imprescindibles hasta el día de hoy los cuales se mantienen en el tiempo hasta la creación de algunos mejores.

Volante: Es un elemento de la dirección que es más frecuentemente usado por el conductor, la misión número uno que tiene el volante es de transmitir el giro

¹ Circuitos de fluidos, suspensión y dirección. Pag. 295

realizado por el conductor y la fuerza por la columna de dirección hacia las ruedas motrices.

Al principio el volante era un componente más de la dirección pero a medida que avanza la tecnología se le ha ido incorporando botones y elementos de seguridad como es el airbag hoy en día a parte de lo usual que es el claxon del vehículo.

El volante se encuentra engranado a la columna de dirección por medio de un eje ranurado; para desmontarlo se debe extraer su tornillo central y tirar del mismo hacia el conductor mientras que en los autos con airbags lo primero que se tiene que hacer es desconectar la alimentación eléctrica en este caso la batería del vehículo y esperar 10 minutos.² Fig. 2.



Figura 2. Volante
Fuente: El autor

² Circuitos de fluidos, suspensión y dirección. Pag. 297

Columna de dirección: Dividida en varias secciones unidas por articulaciones del tipo cardan, para que en caso de accidentes, el volante no impacte contra el tórax del conductor, también se puede decir que es el elemento que une el volante con la caja o mecanismo de dirección.

En algunos vehículos la columna de dirección está realizada mediante dos secciones tubulares que entran una dentro de otra. Esta tecnología tuvo intube procura un mayor confort al conductor, ya que no le transmite las irregularidades del camino y se mantiene firme.³ Fig. 3.

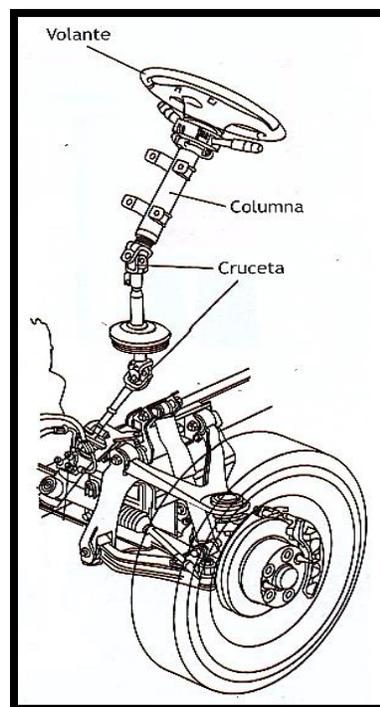


Figura 3. Columna de dirección.

Fuente: Circuitos de fluidos, suspensión y dirección Macmillan Edición 2014
Editado por: Bryan Lavayen S

Mecanismo de dirección: Mecanismo de mando de la dirección transmite el movimiento lineal de la caja de dirección hasta la biela de mando de las ruedas, esta depende del tipo de caja des multiplicadora tenga el vehículo.⁴

³ Arias Paz Manual del automóvil. Pag. 849

⁴ Circuitos de fluidos, suspensión y dirección. Pag.301

Los vehículos con dirección de cremallera tienen menos barras y componentes en la tirantearía que los que montan cajas de tornillo sin fin. Fig. 4.

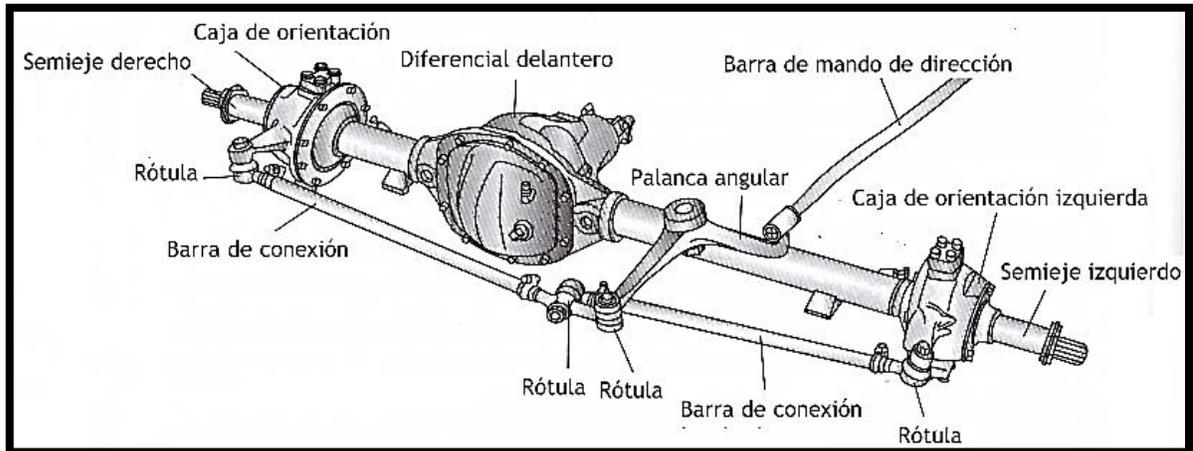


Figura 4. Mecanismo de dirección.

Fuente: Circuitos de fluidos, Macmillan Edición 2014
Editado por: Bryan Lavayen S

2.3. Tipos de mecanismos de dirección.

En el campo de los sistemas de dirección existen distintos tipos de mecanismos de sistema de dirección entre los cuales tenemos a los siguientes:

- Caja de tornillo y tuerca desplazable.
- Caja de tornillo y tuerca con bolas circundantes.
- Caja de tornillo globoide y rodillo.
- Caja de tornillo y sector dentado.

2.4. Formas constructivas del mecanismo de dirección.

Después de dar algunas características y cualidades que deben de cumplir los sistemas de dirección actualmente solo dos formas constructivas cumplen con las exigencias de los vehículos.⁵

⁵ (Bosch, 2005). Pag. 787

- **Dirección de cremallera:** Está formada fundamentalmente por un piñón y una cremallera; la desmultiplicación de par viene transmitida por las vueltas que da el piñón o traducido también cuantos giros da el volante, con respecto a la cremallera, este a su vez mediante sus dentados, la desmultiplicación puede variar a lo largo de su carrera.⁶ Fig. 5.

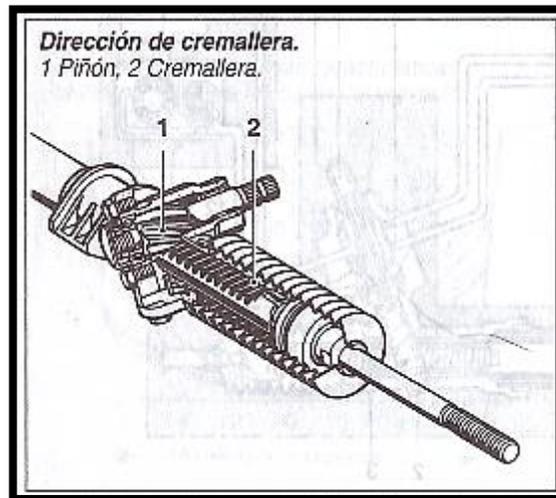


Figura 5. Dirección de cremallera.

Fuente: Manual de la técnica del automóvil Bosch Edición 2005
Editado por: Bryan Lavayen S.

- **Dirección de bolas circundantes:** Una fila sin fin de bolas con poco rozamiento trasmite las fuerzas entre el sinfín de la dirección y la tuerca de la dirección. La tuerca actúa sobre el eje de dirección a través de un dentado.⁷ Fig. 6.

⁶ Manual de la técnica del automóvil Bosch. Pag. 787

⁷ Manual de la técnica el automóvil Bosch. Pag 788

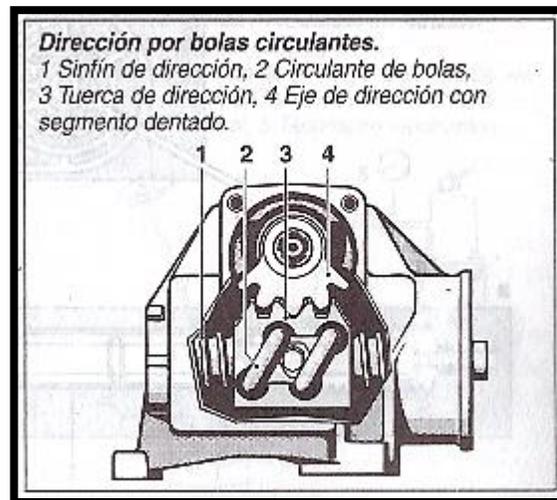


Figura 6. Dirección de bolas circundantes.

Fuente: Manual de la técnica del automóvil Bosch Edición 2005

Editado por: Bryan Lavayen S

2.5. Direcciones asistidas.

Debido a que el vehículo como lo conocemos utiliza componentes muy pesados como las ruedas que tienen gran superficie de contacto y los demás componentes de dirección a los conductores se les hacía demasiado cansado poder desplazarse con una dirección muy dura pues bien esto supuso la creación de diferentes asistentes de dirección los cuales harían la conductividad mucho más agradable, suave y lo más importante si perder la maniobrabilidad y estabilidad del mismo.

Así se creó tiempo después la dirección asistida la cual no es más que coger un grupo de mecanismos simples acoplándoles asistentes los cuales pueden ser hidráulicos; mecanismos que funciona por medio de una bomba Hidraulica donde el líquido hidráulico por medio de esta bomba hace circular a gran presión dentro de la cremallera de dirección haciendo los movimientos mas suaves, actualmente también existe la asistencia eléctrica movido por motores eléctricos acoplados a la columna de dirección por medio del mecanismo de cremallera multiplica la fuerza de volante hacia las ruedas todo esto controlado por una ECU o centralita.

2.5.1. Dirección hidráulica.

El sistema de dirección hidráulica reemplazo totalmente al sistema mecánico haciéndolo en poco tiempo el más usado por toda la industria automotriz su fuerza radica en una bomba de paletas la cual es accionada normalmente por un motor de combustión interna la cual por medio de una tubería dosificadora ingresa a presión hacia la cremallera esta a su vez es movida a demanda del conductor la cual para moverla a la derecha o a la izquierda lo hace por medio de un piñón que une a la columna de dirección.

La bomba y todos sus componentes deben de estar instalados de tal forma que el líquido hidráulico no suba más de 100 °C y menos de 100°C para que no produzca ruidos o genere burbujas por formación de espuma.⁸ Fig. 7

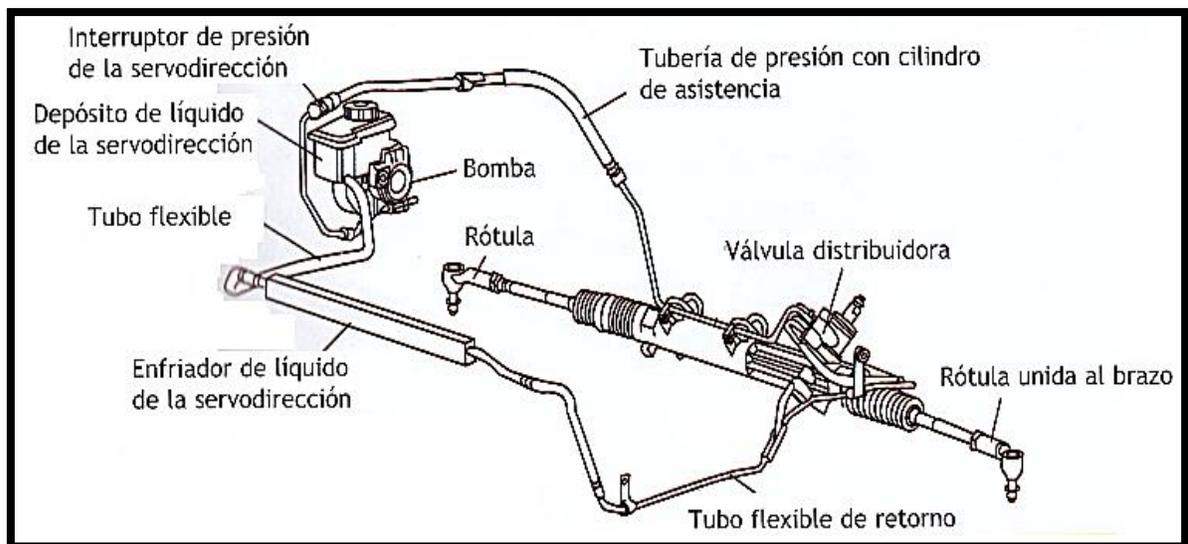


Figura 7. Componentes del sistema de dirección hidráulico.

Fuente: Circuitos de fluidos, Macmillan Edición 2014

Editado por: Bryan Lavayen S

⁸ Manual de la técnica el automóvil Bosch. Pag 788

2.5.2. Dirección eléctrica.

En la actualidad la mayoría de los vehículos por no decir todos usan la dirección eléctricamente asistida ya que al eliminar todo el circuito hidráulico que comprende de bomba, cañerías de alta presión, depósito y demás componentes usados en el sistema de dirección hidráulica supone un gran ahorro de espacio por esta razón se lo usa en vehículos utilitarios o pequeños.

Últimamente se está usando en vehículos del segmento medio como Crossover; la gran limitación de este sistema es que no se lo puede usar en vehículos de mayor tamaño ya que al tener una ruedas mas grandes y pesadas comprende un esfuerzo mucho mayor del motor eléctrico y demanda de mayor voltaje procedente de la batería, como ya conocemos el voltaje de un auto es limitado e inclusive el sistema mandara un código de error bloqueando la dirección que llevara a apagar el motor eléctrico volviendo así su auto moderno en un auto con una dirección mecánica.

En resumen la dirección asistida eléctricamente se compone de un motor eléctrico, accionado por una unidad de control electrónica ECU y una serie de sensores de captación e información de cualquier acción del sistema direccional para generar la servo asistencia correspondiente de la dirección.⁹ Fig. 8.

Tabla 2. Componentes del sistema de dirección electro asistida.

NUMERO DE COMPONENTE	COMPONENTE
1	Dirección asistida EPS
2	Caja de dirección mecánica
3	Batería
4	Centralita de derivación de motor
5	Centralita del ESP

Fuente: Bryan Lavayen Salan.

⁹ Mecanismo de dirección Folleto Centro- Zaragoza n40.

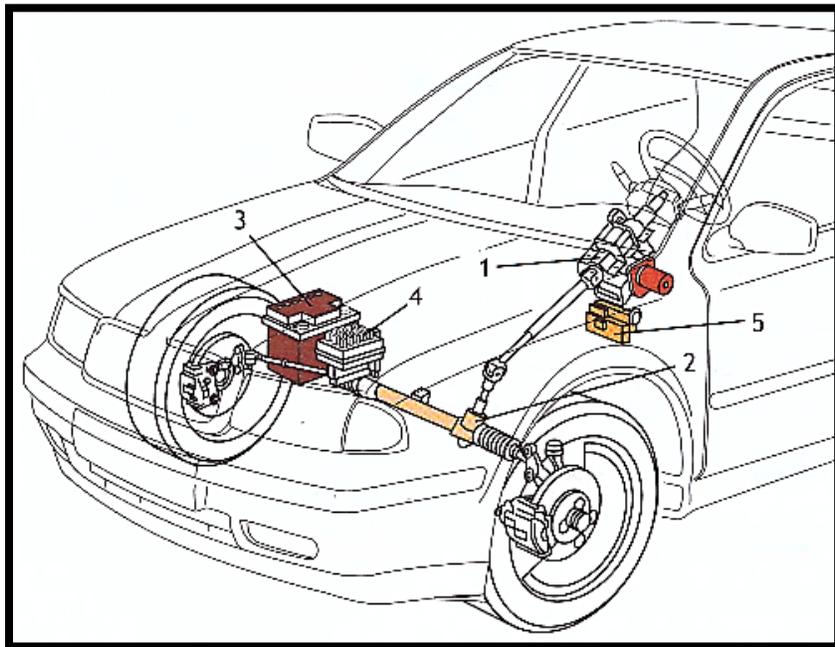


Figura 8. Componentes del sistema de dirección eléctrica.

Fuente: Circuitos de fluidos, Macmillan Edición 2014

Editado por: Bryan Lavayen S

En la tabla número 2 se encuentra los nombres de los componentes de la figura 8. Componentes de dirección eléctrica.

2.6. Toyota Prius 2010

Auto insignia de empresa japonesa Toyota es una de los pioneros en el lanzamiento de los vehículos híbridos es decir autos con dos motores una a combustión interna y un motor eléctrico el cual era capaz de usar energía desde un paquete de baterías las cuales eran auto regenerativas, vio la luz por primera vez ante el mundo como un prototipo en el Tokio Motor Show con el nombre de XW10, posteriormente revolucionaria totalmente el modo en que los seres humanos nos movemos y es así que se comenzó con la carrera de hacer vehículos más amigables con el medio ambiente usando poco combustibles.

Ya en el año 2001 se lanza el vehículo de segunda generación para el mercado europeo y estadounidense claro está con normas distintivas de cada continente, remodelado hasta el más último detalle logra ser uno de los vehículos mas seguros y de menor consumo del mercado llego a vender en su primer semestre casi un total de 8 millones de unidades.

Y es así que para el año 2009 el vehículo llega por primera vez al Ecuador donde fue un bum nacional ya que era el primer auto híbrido en el país como dato histórico la primera unidad llego a las islas galápagos para el 50 aniversario de conservación de las islas.

Actualmente ya se está vendiendo la cuarta generación que incorpora un motor de ciclo Atkinson de 1.8 de cilindraje conjuntamente con un motor eléctrico capaz de producir 138 CV que se activa mayoritariamente en la ciudad donde la conducción es moderada y no necesitas correr sino andar despacio en los grandes atascos no consume un solo litro de combustible ya que tendrás que pasar de los 40 km/h para que comiences a consumir gasolina por medio del motor de combustión interna. Fig. 9.



Figura 9. Toyota Prius 2010.

Fuente: El autor.

2.6.1. Sistema de dirección del Toyota Prius.

El sistema que usa el Toyota Prius es de dirección electro asistida o por sus siglas en ingles EPS “Power steering system” el cual mediante su dirección de piñón y cremallera mueve las ruedas motrices con mucha facilidad.

El sistema de dirección eléctrica de potencia genera un par a través de la operación del motor y el engranaje de reducción instalado en el eje de la columna con el fin de ayudar a dirigir esfuerzo.

La ECU de dirección asistida determina la dirección y la cantidad de potencia de asistencia de acuerdo con las señales de velocidad del vehículo y las señales del sensor de par incorporados en el conjunto de la columna de dirección. Como resultado, el esfuerzo de dirección se controla la conducción a baja velocidad y moderadamente alta durante la conducción a alta velocidad.¹⁰ Fig. 10.

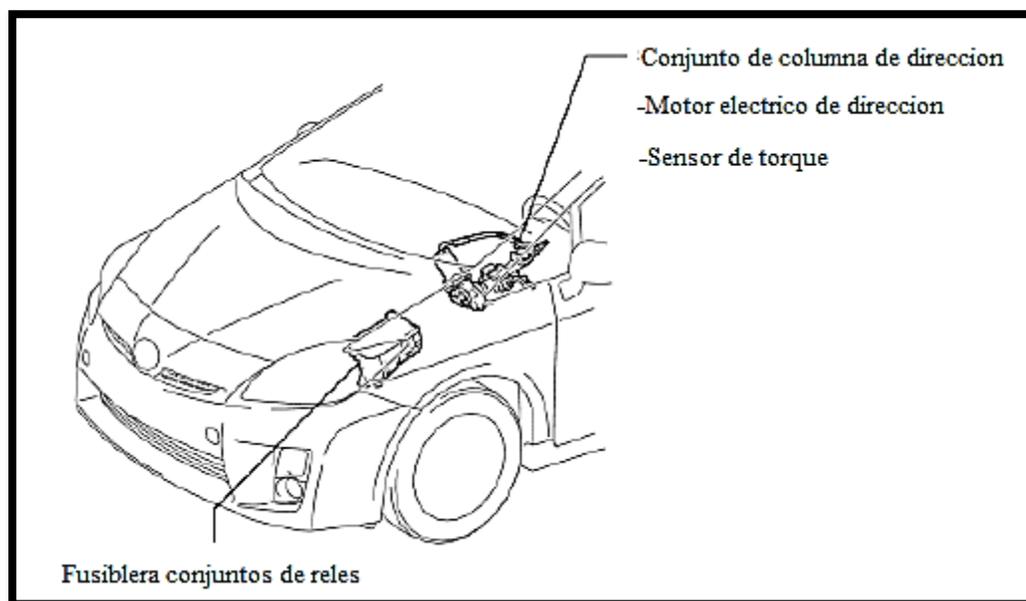


Figura 10. Componentes del sistema de dirección eléctrica Toyota Prius.

Fuente: 2010 Toyota Prius Repair Manual

Editado por: Bryan Lavayen S

¹⁰ 2010 Toyota Prius Repair Manual (Mitchell, 2010)

2.7. Funcionamiento del sistema ESP

Este sistema genera el par empleado un motor de corriente continua y un mecanismo de dirección montado en la columna de dirección para asistir al esfuerzo del conductor.

La ECU de EPS calcula la cantidad de servo asistencia de acuerdo con las señales enviadas por los sensores y la ECU.

La ECU por su parte mantiene una comunicación precisa con la ECU de control de anti patinaje, ECU de HV y ECU de acceso de enlace a través de la CAN, la ECU de EPS mantiene comunicación con la ECU de medidores a través de la ECU de acceso de enlace, mediante la BEAN que es el protocolo original de comunicación de la Toyota.

Así también podemos decir que el motor de corriente continua solo consume energía cuando la servo asistencia lo requiere. Fig. 11.

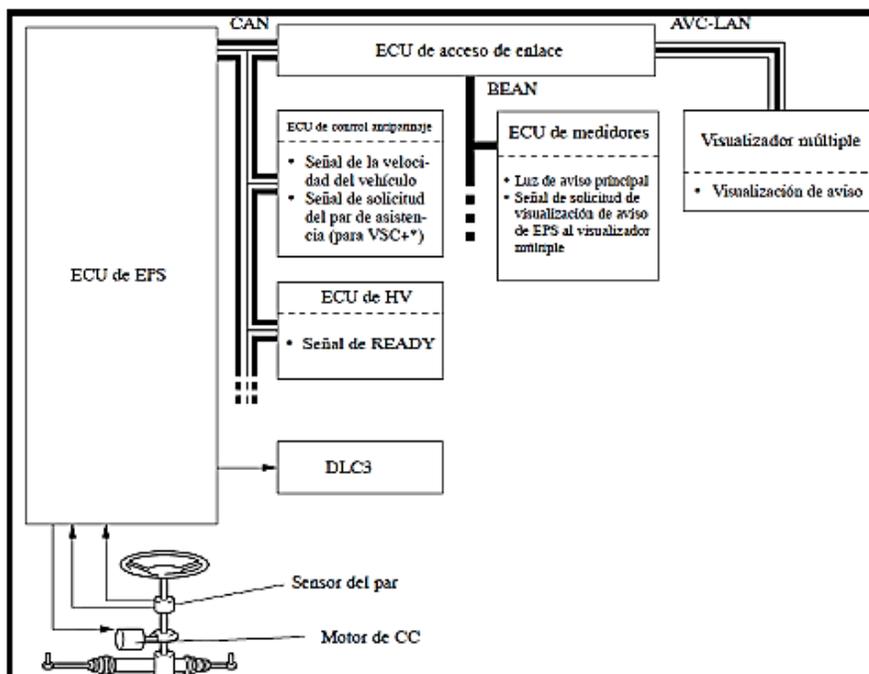


Figura 11. Funcionamiento Electrónico del EPS.

Fuente: 2010 Toyota Prius Repair Manual

Editado por: Bryan Lavayen S

Una vez que ya hemos explicado como todos los componentes electrónicos se comunican en general es hora de hablar como se comunica la ECU de EPS con los demás sensores y actuadores en el momento que este está funcionando a continuación como podemos ver en la figura 12, nos damos cuenta que la ECU de EPS por medio del giro del volante donde tenemos un sensor de par el cual censa la posición del volante envía una señal hacia la ECU de EPS que posteriormente recibe la señal de todos sus sensores tales como el DLC3, todo esto pasando por sus líneas de comunicación CAN, la ECU de control de derrapaje, sensores de ángulo y el sensor de velocidad de giro de las ruedas una vez que la ECU de EPS tiene toda esta información compara todos estos parámetros por medio de la centralita enviando un resultado hacia la ECU de EPS la cual le indica al motor eléctrico con que par trabajar para endurecer o suavizar la dirección con respecto a la velocidad del vehículo todo esto en microsegundos imperceptible totalmente para el ser humano. Fig. 12.

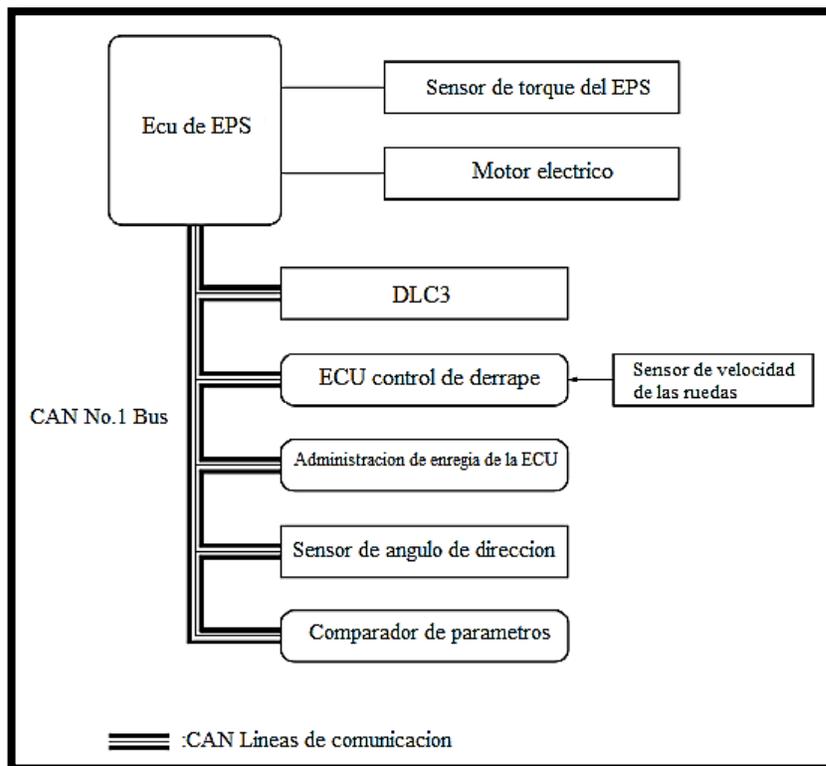


Figura 12. Comunicación Electrónica de la ECU de EPS.

Fuente: 2010 Toyota Prius Repair Manual
Editado por: Bryan Lavayen S

Como podemos observar en la figura 13 podemos ver que tenemos la pantalla multifuncional la cual nos indica los parámetros de funcionamiento del vehículo que recibe información de las demás centralitas de dirección por medio de una red de comunicación CAN la cual recibe información del DLC3, ECU de EPS, ECM esta están íntimamente relacionada con la fusiblera donde reposan los relés y fusibles del sistema, todo estos para poder llevar una conducción seguro y no derrapar en la vía o controlar el vehículo con firmeza y confort. Fig. 13.

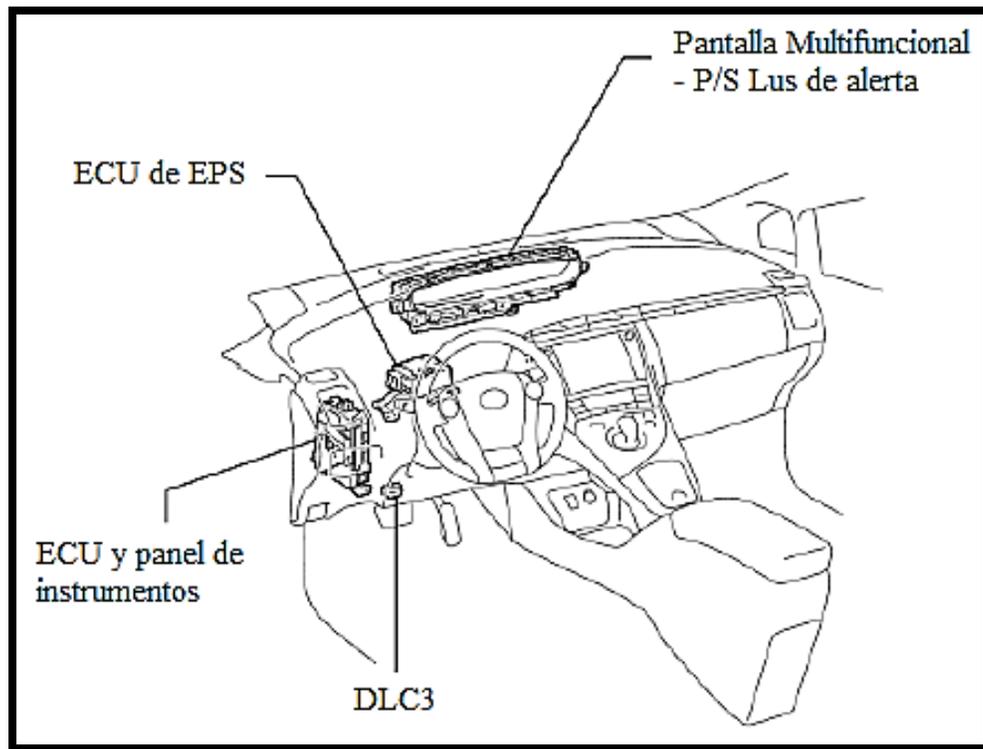


Figura 13. Ubicación de los componentes en el habitáculo.

Fuente: 2010 Toyota Prius Repair Manual

Editado por: Bryan Lavayen S

2.7.1 Funcionamiento de los componentes del EPS

Motor de corriente continua: Este motor eléctrico es activado por las señales de la ECU de ESP de dirección asistida y genera par de torsión para ayudar al esfuerzo de la dirección creando así la sensación de un volante suave y firme a la vez dependiendo de su velocidad. (E., 2011)¹¹

Este motor consiste en un rotor, estator y eje de motor el cual transmite la fuerza generada por un engranaje sin fin hacia el engranaje del volante y este por añadidura al eje de columna.¹² Fig. 14.

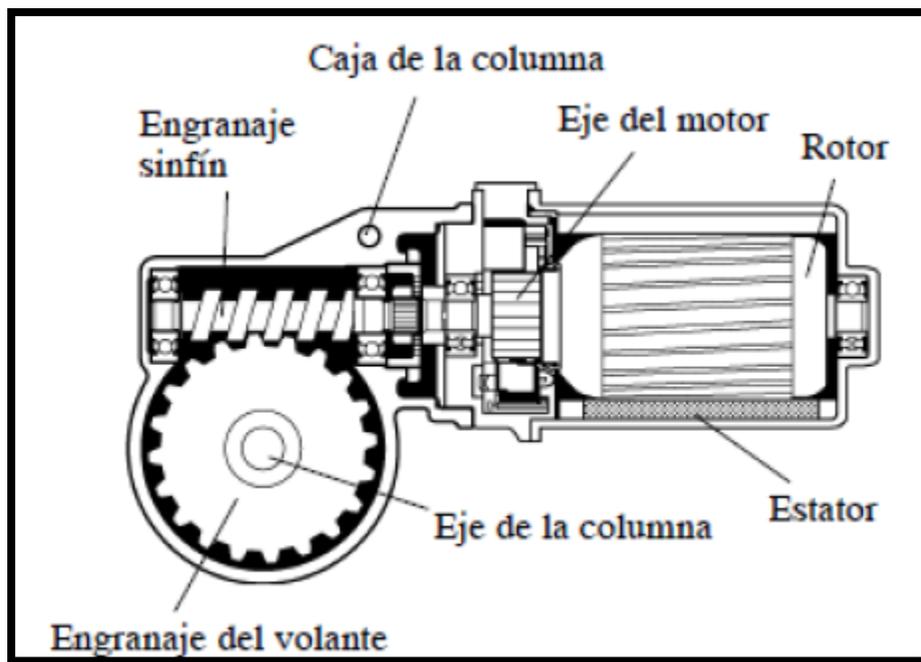


Figura 14 . Motor eléctrico del Toyota Prius.
Fuente: 2010 Toyota Prius Repair Manual
Editado por: Bryan Lavayen S

¹¹ Sistema de transmisión y frenado

¹² 2010 Toyota Prius Repair Manual

Sensor de par: es el encargado de censar el giro de la columna de dirección para luego transformarla en señales eléctricas las cuales se traducen en información binaria hacia la ECU de EPS.¹³

Este sensor se basa en el principio de medición magnética es así que el sensor de par está compuesto de dos anillos uno al principio y otro a la salida del sensor los cuales están allí para corregir la señal ya que la bobina genera temperatura.

La bobina es doble y este tiene doble sensor de par, la ECU de EPS recibe dos señales provenientes de VT1 VT2. Fig. 15.



Figura 15. Sensor de par.
Fuente: 2010 Toyota Prius Repair Manual
Editado por: Bryan Lavayen S

ECU de EPS: La ECU calcula la dirección asistida de potencia auxiliar basa en las señales de torsión en la dirección del sensor de par y señales de velocidad del vehículo desde la ECU de control de patinazo. Fig. 16.

¹³ 2010 Toyota Prius Repair Manual



Figura 16. ECU de EPS.

Fuente: 2010 Toyota Prius Repair Manual
 Editado por: Bryan Lavayen S

Verificación de la ECU de EPS: En el diagrama de conexiones de pines ECU de EPS tenemos 4 conectores principales enumerados con sockets tipo z16 que únicamente utilizado para la conexión de alimentación del motor de cc, z15 Y z14 sensores de ángulo, L54 utilizado para las líneas de comunicación CAN, A27 es de alimentación y derivación a negativo detallaremos en la siguiente tabla cada pin, color de cableado y valor nominal de trabajo. Fig. 17.

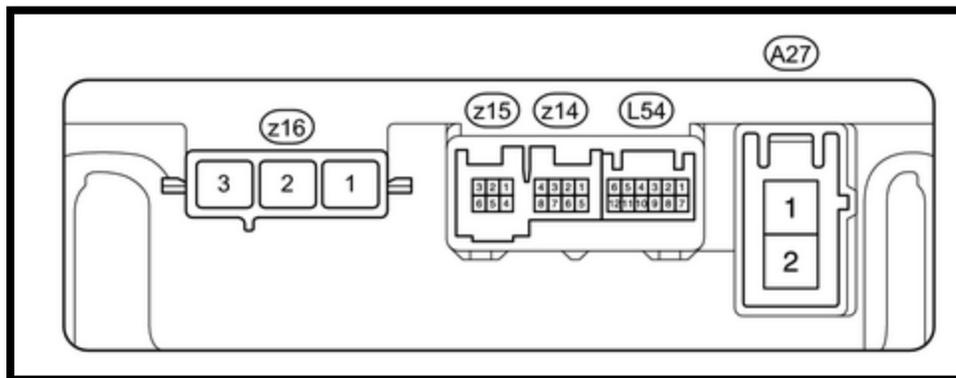


Figura 17. Diagrama de pines de conexión de ECU de EPS.

Fuente: 2010 Toyota Prius Repair Manual
 Editado por: Bryan Lavayen S

Importante: Como conector z16 utiliza una palanca de bloqueo, cada terminal no se puede comprobar mientras que el conector todavía está conectado a la ECU de dirección asistida.¹⁴

Tabla 3. Secciones de pines de ECU de EPS

Terminal simbología	Color de cables	Descripción
Z16-1(V)	Blanco	V fase de la salida del motor
Z16-2(U)	Negro	U fase de la salida del motor
Z16-3(W)	Rojo	W fase de la salida del motor

Fuente: 2010 Toyota Prius Repair Manual

Editado por: Bryan Lavayen S.

En la siguiente tabla encontraremos cada uno de los detalles de cada uno de los pines de conexión.

Tabla 4. Pines de ECU de EPS

TERMINAL	COLOR DE CABLE	DESCRIPCION DEL TERMINAL	CONDICION	CONDICION ESPECIFICA
A27-1 (PIG) - A27-2 (PGND)	W - W - B	FUENTE DE ALIMENTACIÓN	SIEMPRE	11 TO 14 V
A27-2 (PGND) - NEGATIVO CARROCERIA	W -B - NEGATIVO CARROCERÍA	ALIMENTACION NEGATIVA	SIEMPRE	SIEMPRE UN 1 OHM
L54-1 (CANH) - L54-7 (CANL)	B - W	LÍNEA COMUNICACIÓN CAN	SWITCH OFF	54 A 69 OHMS

¹⁴ 2010 Toyota Prius Repair Manual

L54-6 (IG) - A27-2 (PGND)	B - W - B	ALIMENTACIÓN DE IG	SWITCH ON	11 A 14 V
z15-1 (RZV) - A27-2 (PGND)	R - W - B	SENSOR DE ÁNGULO SALIDA SEÑAL	SWITCH ON	0.68 to 4.42 V
z15-3 (RZG) - A27-2 (PGND)	B - W - B	SENSOR DE ÁNGULO CIRCUITO NEGATIVO	SIEMPRE	SIEMPRE UN 1 OHMS
z15-5 (RZCS) - A27-2 (PGND)	L - W - B	SENSOR DE ÁNGULO SALIDA SEÑAL COS	SWITCH ON	0.68 to 4.42 V
z15-6 (RZSN) - A27-2 (PGND)	Y - W - B	SENSOR DE ÁNGULO SALIDA SEÑAL SIN	SWITCH ON	0.68 to 4.42 V
z14-5 (TRQ1) - z14-8 (TRQG)	NO ESPECIFICA MANUAL NO ESPECIFICA MANUAL	SENSOR DE TORQUE	SIN VIRAR RUEDA	2.3 to 2.7 V
			GIRADO LH PARADO	2,5 A 3,8 V
			GIRADO RH PARADO	4,5 A 5,5 V
z14-6 (TRQV) - z14-8 (TRQG)	NO ESPECIFICA MANUAL	VOLTAJE DE ALIMENTACIÓN SENSOR TORQUE	SWITCH ON	4,5 A 5,5 V
z14-7 (TRQ2) - z14-8 (TRQG)	NO ESPECIFICA MANUAL	SEÑAL DE SENSOR DE TORQUE	SIN VIRAR RUEDA	2.3 to 2.7 V
			GIRADO LH PARADO	1.2 to 2.5 V
			GIRADO RH PARADO	2.5 to 3.8 V
z14-8 (TRQG) -	CUERPO TIERRA	SENSOR DE	SWITCH ON	SIEMPRE UN 1 OHM

Cuerpo a tierra		TORQUE A TIERRA	
-----------------	--	-----------------	--

Fuente: 2010 Toyota Prius Repair Manual

Editado por: Bryan Lavayen S.

Luz de alerta (Warning Light): Cuando se produce un problema en el sistema de dirección asistida, el EPS emite un testigo o luz de advertencia en la pantalla multifunción se enciende para informar al conductor del problema.

Fig. 18.

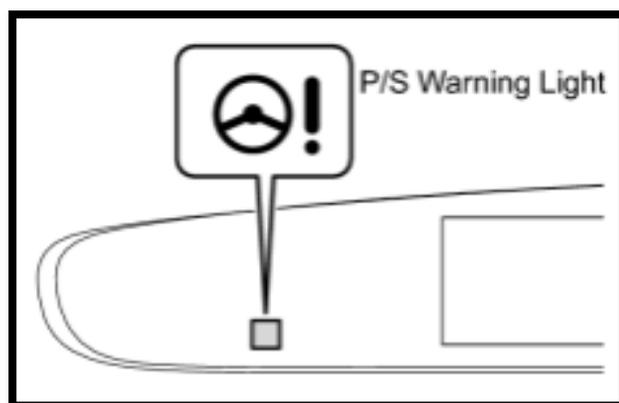


Figura 18. Testigo de alerta.

Fuente: 2010 Toyota Prius Repair Manual

Editado por: Bryan Lavayen S

Si se produce un problema en el sistema de dirección asistida, la luz de aviso se enciende en la pantalla multifuncional y automáticamente el motor de asistencia eléctrica se detendrá o bloqueará, disminuyendo simultáneamente la velocidad para proteger el sistema.¹⁵

Tabla 5. Códigos de falla del ECU de ESP.

CODIGO	CONDICIÓN DETECTADA	MODO DE FALLO
C1511	MAL FUNCIONAMIENTO	DETENCIÓN DE LA
C1512	SENSOR DE TORQUE	ASISTENCIA
C1513		
C1514		
C1515		
C1516		

¹⁵ 2010 Toyota Prius Repair Manual

C1517		
C1521	MAL FUNCIONAMIENTO	
C1522	CIRCUITO DE MOTOR	
C1523		
C1524		
C1525	MAL FUNCIONAMIENTO	
C1526	SENSOR DE ÁNGULO MOTOR	
C1528		
C1531	MAL FUNCIONAMIENTO ECU	
C1532	EPS	
C1533		DETENCIÓN DE LA
C1534		ASISTENCIA
C1541	MAL FUNCIONAMIENTO SENSOR DE VELOCIDAD	A MAYOR DE 100 KM/H (62 MPH) DETENCIÓN DE LA ASISTENCIA
C1551	ERROR DE ALIMENTACIÓN IG	DETENCIÓN DE LA ASISTENCIA
C1552	ERROR DE ALIMENTACIÓN PIG	
C1554	MAL FUNCIONAMIENTO RELAY DE ALIMENTACIÓN	
C1555	MAL FUNCIONAMIENTO RELAY DE MOTOR	
C1581	NO ESCRITURA EN ECU EPS	CONTROLADO USANDO ERROR DE MAMA
C1582	PERDIDA DE INFORMACIÓN ESCRITA EN ECU EPS	CONTROLADO USANDO FALLA DE MAPA
U0129	ERROR DE COMUNICACIÓN ECU	A MAYOR DE 100 KM/H (62 MPH) DETENCIÓN DE LA ASISTENCIA
U0293	ERROR DE COMUNICACIÓN ECU HV	DETENCIÓN DE LA ASISTENCIA

Fuente: 2010 Toyota Prius Repair Manual

Editado por: Bryan Lavayen S.

Importante: La cantidad de potencia de asistencia se puede disminuir para evitar que el motor se sobrecaliente y ECUs, si la dirección sigue girando constantemente cuando el vehículo está detenido, circula a una velocidad baja, o si la dirección se mantiene a cualquiera de las posiciones de bloqueo completamente durante mucho tiempo, en tales casos, la cantidad de potencia de

asistencia vuelve a normal si el volante no se enciende durante aproximadamente 10 minutos con el interruptor de encendido.

Si la batería no está suficientemente cargada o la tensión disminuye temporalmente, la cantidad de potencia de asistencia será reducida y la luz de aviso se enciende. En tales casos, la cantidad de potencia de asistencia vuelve a la normalidad cuando el voltaje de la batería se recupere.¹⁶

ECU de HV: Transmite una señal de READY a la ECU de EPS para informar al sistema que está preparado para generar electricidad.

ECU de control anti patinaje: Emite las señales del sensor de velocidad a la ECU de EPS, cuando el VSC está operando, la ECU de control de anti patinaje transmite una señal de par adicional (calcula de acuerdo con las señales procedentes de los sensores con el propósito de efectuar el control cooperativo) a la ECU de EPS.¹⁷

ECU de medidores: Al recibir una señal de la ECU de EPS en caso de mal funcionamiento del sistema, la ECU de medidores hace que se encienda la luz de aviso principal y transmite simultáneamente una señal de solicitud de visualización de aviso de la servodirección al visualizador de información múltiple.¹⁸

Control operativo VSC+: con sistema de dirección asistida EPS, sirve para facilitar la operación de la dirección por parte del conductor dependiendo de las situaciones del vehículo y la coordinación del control cooperativo con EPS, además con el control VSC. Fig. 19.

¹⁶ 2010 Toyota Prius Repair Manual

¹⁷ 2010 Toyota Prius Repair Manual

¹⁸ 2010 Toyota Prius Repair Manual

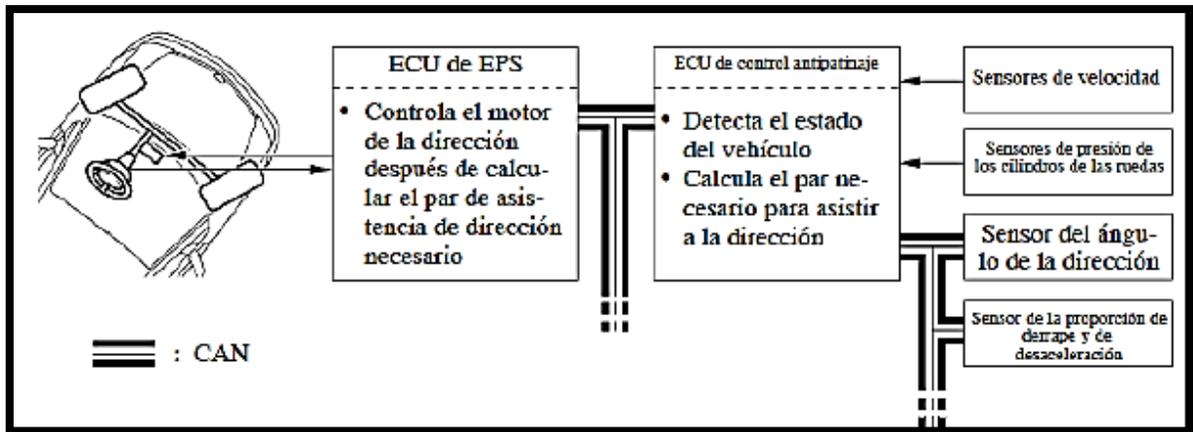


Figura 19. Cooperación del funcionamiento.

Fuente: 2010 Toyota Prius Repair Manual

Editado por: Bryan Lavayen S

CAPÍTULO III

COMPROBACION Y OBTENCION DE DATOS

3.1. Sistemas de seguridad

Antes de proceder a realizar cualquier trabajo en un auto y más si es un Toyota Prius hibrido siempre tenemos que tener en cuenta las normas de seguridad básicas para este tipo de vehículos ya que ellos poseen un conjunto de baterías de iones de litio de alta tensión que varía entre 500 a 600 voltios los cuales si se manejan indebidamente pueden llegar a causar accidentes mortales.

Para estos es necesario siempre contar con nuestro equipo de protección personal o epp por sus siglas tales como guantes de caucho para estar aislados de cualquier cortocircuito, zapatos de cuero con punta de acero, gafas de protección ocular y siempre nuestro mandil de protección.

Cabe de recalcar que siempre antes de realizar cualquier trabajo, mantenimiento o reparación del vehículo debemos leer el manual del taller donde nos indican algunas de las precauciones que debemos de tener al manipular algunos de los componentes del Toyota Prius en este caso en el sistema de dirección electro asistida tenemos elementos de mucha importancia y sensibles a su vez a la manipulación.

Comenzamos con el sistema más visible que es el sistema de airbags.

3.1.1. SRS AIRBAG

El Toyota Prius cuenta con 6 airbag bolsas de aire o también llamados SRS sistema de sujeción suplementaria el cual no debe de ser manipulado ya que se

puede activar repentinamente si se lo intenta sacar recuerde que el SRS puede permanecer activo durante 90 segundos después de haber apagado el vehículo.

Para evitar lesiones graves o incluso la muerte a causa de la activación accidental del SRS, no corte los componentes del SRS y por favor lea los avisos de advertencia que se encuentran en el manual del taller o en adhesivos dentro del vehículo.¹⁹

3.1.2. Baterías y cables de HV

No manipular el las baterías y los cables del sistema hibrido solo si este estrictamente necesario recuerde que el sistema de alta tensión puede permanecer conectado hasta 10 minutos después de haber apagado el vehículo, para evitar lesiones graves e inclusive la muerte provocadas por quemaduras graves o descargas eléctricas, no toque, no corte ni abra los cables eléctricos de alta tensión de color naranja ni los componentes de alta tensión.²⁰

3.1.3. Manipulación del sistema de dirección electrónica.

Antes de manipular cualquier elemento del conjunto de dirección asistida del vehículo posicione los neumáticos en línea recta, posteriormente si va a desconectar la dirección no se olvide de colocar marcas para poder comenzar con el desmontaje.

Si se va a manipular o cambiar cualquier componente de la columna de dirección asistida o se va a reemplazar la ecu EPS, desactive el sensor de ángulo de rotación y al cambiar este calibrar el sensor de par en el punto cero.

¹⁹ Prius+_es Manual de desguace

²⁰ Prius+_es Manual de desguace

No someter a ningún tipo de golpes si se va a manipular la columna de dirección asistida este puede des calibrar el sensor de ángulo de giro y el sensor de torque o par.

Así también al cambiar la ECU EPS se debe realizar la programación de este a fin de calibrar en punto cero el sensor de ángulo de giro y el sensor de torque o par.

Si al manipular el sensor de ángulo de giro, el sensor par o el motor de CC de la columna de dirección asistida lo mejor es sustituirlas por otros componentes ya que estos son muy sensibles y suelen dañarse con el mas mínimo golpe los cuales si se instalan así pueden generar DTC de error en el sistema e inhabilitar el sistema.

Al conectar y desconectar los conectores tenemos que tener en cuenta que no se los debe hacer inesperadamente antes tenemos que seguir una serie de pasos:

- Antes de desconectar los conectores relacionados con el sistema de dirección asistida, desconecte la alimentación de encendido (IG), centrar el volante, gire el interruptor de alimentación y desconecte el conectores. ²¹
- Antes de volver a conectar los conectores relacionados con el sistema de dirección asistida, asegúrese de que el interruptor de encendido está apagado. Entonces centrar el volante y gire el interruptor de encendido (IG). ²²

²¹ Prius+_es Manual de desguace

²² Prius+_es Manual de desguace

Para finalizar tomar en cuenta que en el momento de la comunicación CAN no debemos interrumpir de cualquier tipo como golpear la interfaz manipular el computador en su entrada USB ya que la comunicación de interrumpiría y puede automáticamente borrar DTC para los cuales debemos realizar de nuevo el enlace y si se encontrara DTC en el sistema tendríamos que borrar esas fallas primero antes de comenzar con la inspección del sistema EPS.

3.2. Herramienta utilizada para la prueba.

3.2.1. Interfaz de diagnóstico Toyota TechStream.

Para la obtención de los datos del vehículo Toyota Prius 2010 se utilizó una Interfaz de comunicación desde un computador por medio del conector OBDII MINI-VCI J2534 el cual se muestra en la figura 20.

Para revisar la EPS que es la ECU del sistema de dirección electrónica se usó el programa original de Toyota TECHSTREAM el cual nos facilitó la rápida lectura de los diferentes sensores y módulos el cual consta el sistema electrónico del Toyota Prius 2010 posteriormente veremos el inicio del programa y sus parámetros generales del sistema cabe resaltar que antes de la utilización del sistema este instalo en un computador con sistema operativo Windows XP Profesional para evitar cualquier fallo o incompatibilidad con el programa original de diagnóstico de Toyota TECHSTREAM. Fig. 20.



Figura 20. Interfaz OBDII MINI-VCI J2534.

Fuente: El autor.

Una vez instalado el programa TechStream que es el programa de diagnóstico original utilizado por la Toyota en una computadora con Windows XP profesional se procedió a realizar los siguientes pasos:

- Se comenzó con la conexión de la interfaz OBDII MINI-VCI J2534 y el auto.
- Una vez conectado se procedió al enlace con el sistema.
- Se apretó el botón de conectar al vehículo para que el sistema reconociera los datos del auto se espera unos minutos.
- Después de la espera no se obtuvo conexión con el vehículo, se usó otro método de enlace con el auto por medio del botón OBDII genérico el cual incorpora el programa TechStream.

- Al dar clic en el botón OBDII genérico el programa pide que ingrese los datos del vehículo como marca, año y motor, posteriormente se acepta y se espera el enlace.
- Por medio de este paso se logró la comunicación con el sistema y nos dio el acceso a todos los parámetros generales del vehículo así se pudo observar que el sistema estaba funcionando óptimamente.
- Posteriormente de analizar que todos los sensores y ecus estaban funcionando correctamente pasamos a revisar el sistema de dirección electro asistida.
- Ingresando al sistema EMPS en vivo podemos revisar el funcionamiento del sistema de dirección electro asistida.
- Una vez en el sistema EMPS en vivo que es el que rige la dirección nos damos cuenta que al mover el volante en distintas direcciones los parámetros del sensor de ángulo de giro, sensor de torque varia en factor de voltaje de cada uno de ellos.
- Al girar el volante se notaba una especie de sonido en la dirección con los cual se procedió a elevar el mismo y se notó que las terminales del mismo estaban con desgaste en sus guardapolvos cosa que es normal por el kilometraje pero puede tener repercusiones a futuro en la revisión anual de la ATM.
- En la figura 21 podemos ver el inicio de pantalla del programa de diagnóstico original de Toyota TechStream. Fig. 21.

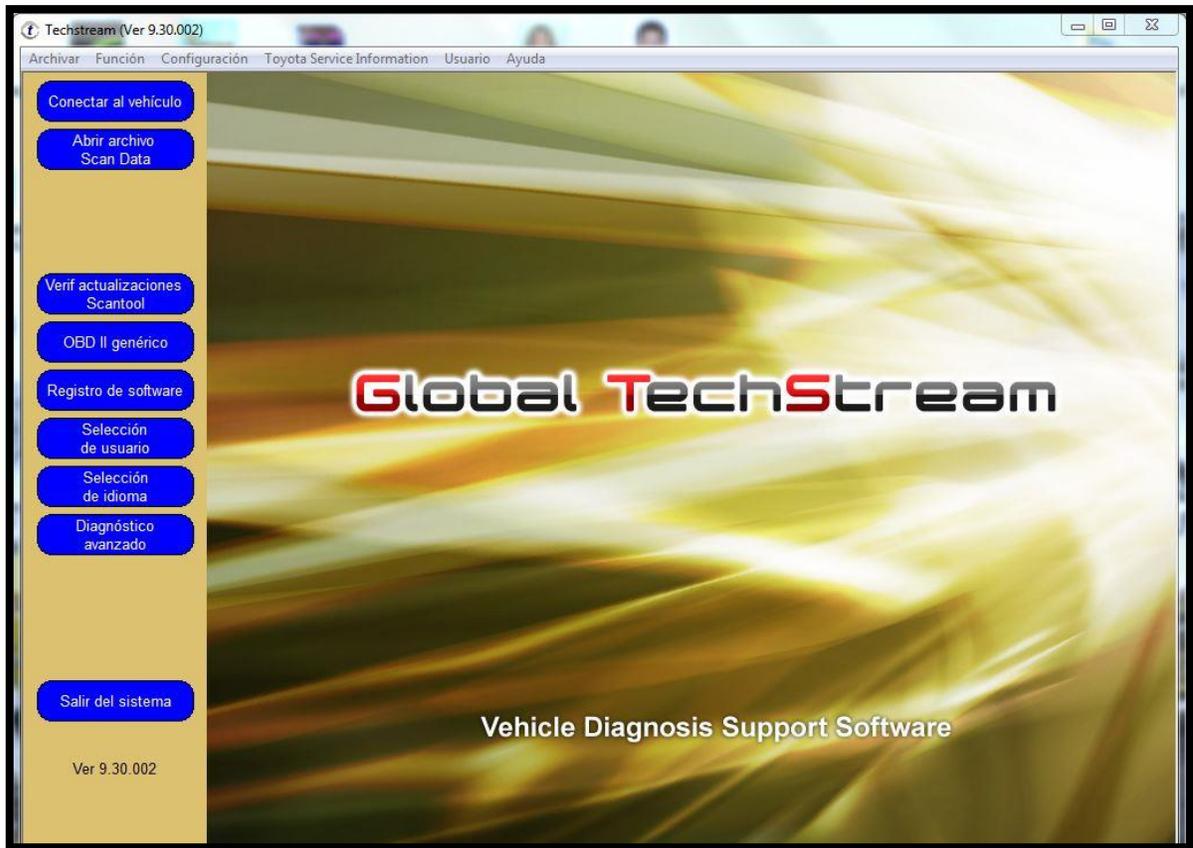


Figura 21. Pantalla de inicio Global TechStream
Editado por: Bryan Lavayen S.

En la figura 21. Podemos observar la pantalla de inicio del programa Global TechStream versión 9.30.002 en el cual se muestra una serie de botones en el cual tenemos el primer botón de Conectar al Vehículo, este reconoce el vehículo instantáneamente después de la conexión de la interfaz OBDII, adicional tenemos el botón de OBDII genérico que también sirve para la conexión del vehículo manualmente; así tenemos botones los cuales controlan el idioma, actualización, archivos guardados, registro del sistema, diagnostico avanzado y posterior botón de salida del mismo.

3.3. Obtención de datos del sistema EPS

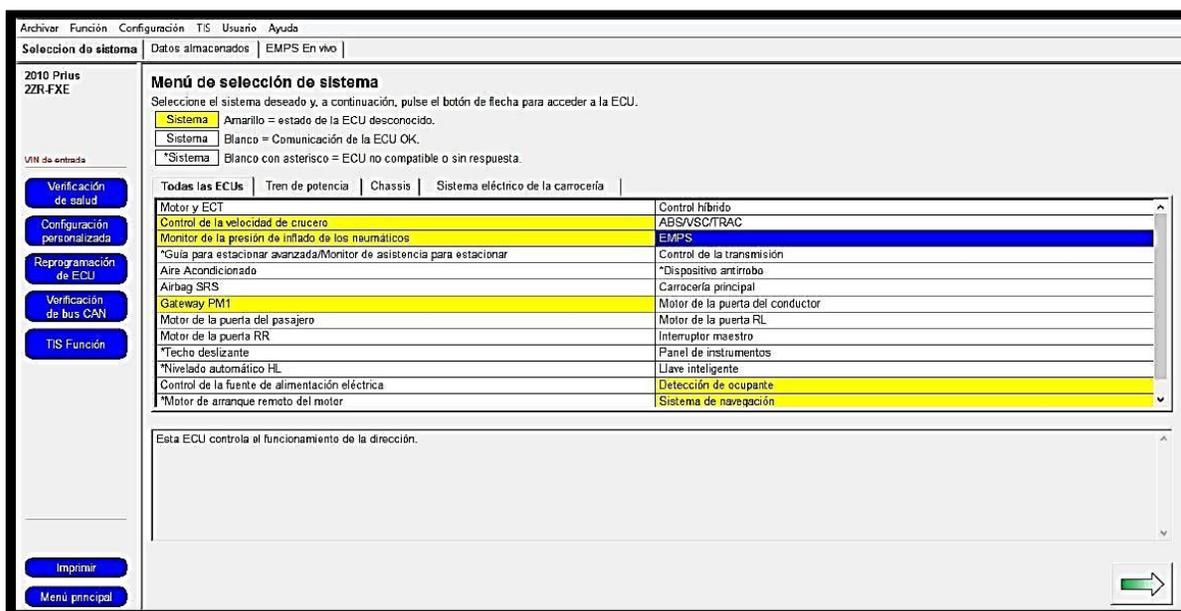


Figura 22. Pantalla de datos del vehículo.
Editado por: Bryan Lavayen S.

En la figura 22. Posterior del ingreso de los datos del vehículo el cual es un Toyota Prius 2010 con un motor 2ZR- FXE entramos en el menú de selección de los distintos sistemas en el cual nos presenta una serie de parámetros como todas las ECUs, tren de potencia, chasis y sistema eléctrico de carrocería.

Ingresamos en todas las ECUs y veremos todos los actuadores y sensores que se lograron enlazar con el sistema que son los que están en blanco, los amarillos con los sistemas que no lograron conectarse.

Posteriormente nos posicionamos sobre el ítem que se ve sombreado en color azul el cual es la EMPS que es el sistema que controla la el sistema de dirección electrónica del vehículo Toyota Prius.

Cabe resaltar que los distintos sistemas se encuentra activos o no de acuerdo a una escala del propio programa de diagnóstico el cual nos dice que al estar el sistema en amarillo la ECU se encuentra desconectada, al estar el sistema

en blanco la comunicación es OK, y al estar el sistema con un asterisco * la ECU no es compatible o esta sin respuesta o comunicación. Fig. 23.

Parametro	Valor	Unidad	Parametro	Valor	Unidad
MG1 Temperature High-Last Operation	0		Battery Block Vol -V07	16,14	V
MG1 Temperature High-Last Trip	0		Battery Block Vol -V08	16,11	V
MG2(Motor) Inverter Temperature High-Last Op	0		Battery Block Vol -V09	16,14	V
MG2(Motor) Inverter Temperature High-Last Trip	0		Battery Block Vol -V10	16,11	V
MG1(Generator) Inverter Temperature High-Last Op	0		Battery Block Vol -V11	16,18	V
MG1(Generator) Inverter Temp High-Last Trip	0		Battery Block Vol -V12	16,21	V
Main Battery Low Voltage-Last Operation	3		Battery Block Vol -V13	16,23	V
Main Battery Low Voltage-Last Trip	3		Battery Block Vol -V14	16,26	V
Coolant Heating-Last Operation	0		Battery Low Time	0	
Coolant Heating-Last Trip	0		DC Inhibit Time	0	
Converter Heating-Last Operation	0		Hot Temperature Time	0	
Converter Heating-Last Trip	0				
Batt Pack Current Val	0,80	A			
Inhaling Air Temp	89,1	F			
VMF Fan Meter Voltage1	1,5	V			
Auxiliary Battery Vol	14,10	V			
Charge Control Value	-25,0	KW			
Discharge Control Value	21,0	KW			
Cooling Fan Mode1	1				
Temp of Batt TB1	94,3	F			
Temp of Batt TB2	95,5	F			
Temp of Batt TB3	92,1	F			
Battery Block Vol -V01	16,23	V			
Battery Block Vol -V02	16,16	V			
Battery Block Vol -V03	16,14	V			
Battery Block Vol -V04	16,14	V			
Battery Block Vol -V05	16,14	V			
Battery Block Vol -V06	16,14	V			

Figura 23. Pantalla de inicio Global TechStream
 Editado por: Bryan Lavayen S.

En la imagen 23. Veremos el Control híbrido en vivo que nos indica los parámetros de funcionamiento del sistema híbrido tales como el estado de carga de los 14 bloques de baterías con el cual consta nuestro vehículo y a su vez la temperatura en grados Fahrenheit de todos los bloques de baterías, el voltaje de carga, descarga y componentes como el voltaje de accionamiento del ventilador eléctrico.

Al revisar el estado del sistema híbrido y comparando con datos del manual del taller podemos apreciar que el componente más importante del sistema híbrido que son las baterías se encuentran en óptimas condiciones de funcionamiento. Fig. 24.

Archivar Función Configuración TIS Usuario Ayuda					
Selección de sistema		Datos almacenados EMPS En vivo			
Parametro	Valor	Unidad	Parametro	Valor	Unidad
Meter Vehicle Velocity	0,0	MPH	The Number of DTCs	0	
Motor Actual Current	-10,13	A			
Command Value Current	-7,28	A			
Steering Angle Velocity	63	deg/s			
Thermistor Temperature	116,1	F			
PIG Power Supply	14,3810	V			
IG Power Supply	14,3219	V			
Steering Angle Sens Sig	OK				
Steering Wheel Torque	1,19	Nm			
Motor Rotation Angle	233,332	deg			
Command Val Current 2	0,01	A			
PIG2 Voltage	14,357	V			
Motor Voltage	27,997	V			
Motor Terminal Volt(L)	17,248	V			
Motor Terminal Volt(V)	16,923	V			
Motor Terminal Volt(W)	14,308	V			
Torque Sensor 1 Output	2,1450	V			
Torque Sensor 2 Output	2,8470	V			
TRQ1 Zero Point Value	2,4570	V			
TRQ2 Zero Point Value	2,5155	V			
IG ON/OFF Times	0	times			
Motor Overheat Record	Unrec				
Motor Lo Power Record	Unrec				
Eng Rev Inter Record	Unrec				
Str Angle Inter Record	Rec				
Spd Sig Invalid Record	Unrec				
Battery Voltage Lo Record	0	times			
Ready Status	Ready				

Figura 24. Parámetros generales de EPS.
 Editado por: Bryan Lavayen S.

En la figura 24. Veremos los parámetros generales mostrados en la transmisión en vivo del sistema EPS controlador del sistema de dirección electrónica el cual consta de datos importantes tales como el medidor de velocidad del vehículo, punto de fuente de alimentación, ángulo de dirección, par ejercido por el volante, sensor de par 1 y 2 y tensión del motor de corriente continua.

En cada uno de los ítems mencionados no se encontró anomalía alguna por lo que se procedió a obtener datos del sistema EMPS en específico y revisar si existen códigos de fallos en el mismo. Fig. 25.

Archivar Función Configuración TIS Usuario Ayuda							
Selección de sistema		Datos almacenados		Control de la velocidad de crucero En vivo		EMPS En vivo	
Parametro	Valor	Unidad	Parametro	Valor	Unidad		
Meter Vehicle Velocity	0.0	MPH					
Steering Wheel Torque	-0.01	Nm					
Steering Angle Sans Sig	OK						
Motor Voltage	27.048	V					
Motor Terminal Volt(U)	13.671	V					
Motor Terminal Volt(V)	13.671	V					
Motor Terminal Volt(W)	13.622	V					
Torque Sensor 1 Output	2.4570	V					
Torque Sensor 2 Output	2.5155	V					
Str Angle Inter Record	Rec						
Spd Sig Invalid Record	Unrec						
Battery Voltage Lo Record	0	times					

Figura 25. Parámetros del EPS en vivo.
 Editado por: Bryan Lavayen S.

En la imagen 25. Ya podemos observar parámetros más puntuales acerca del sistema de dirección electro asistida EMPS en el cual ya se reflejan valores de voltaje en los terminales del motor, sensor de ángulo de giro, sensor de torque ejercida en el volante al igual que el voltaje en el motor de CC.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1. Análisis del resultado del vehículo.

Los resultados obtenidos se los realizo con el vehículo estacionado para los cual se analizara las tres posiciones básicas del vehículo las cuales son con dirección en el centro, dirección hacia la derecha y dirección hacia la izquierda.

El análisis se realiza mediante la comparación de datos recogidos por el equipo de diagnóstico y el manual del taller para así poder comparar resultados.

Los datos obtenidos mediante la interfaz de diagnóstico Toyota TechStream se los mostrara en tablas para poder realizar la comparación respectiva y poder discernir si el sistema de dirección asistida está funcionando correctamente las siguientes tablas con volante en el centro, con volante hacia la derecha y volante hacia la izquierda.

Tabla con posición de dirección en el centro y comparación con el funcionamiento EPS.

Tabla 6. Resultado obtenido dirección en el centro.

PARAMETRO	UNIDAD	VALOR VEHICULO	VALOR MANUAL DEL TALLER
MEDIDOR DE VELOCIDAD DEL VEHÍCULO.	MPH	0,0	0
CORRIENTE ACTUAL DEL MOTOR	A	0.05	-327,468 A 327,67
VALOR ACTUAL DEL COMANDO	A	0	-327,468 A 327,67

VELOCIDAD DEL ANGULO DE DIRECCION	DEG/S	0	-327,468 A 327,67
TEMPERATURA DEL TERMISTOR	F	100.3	-40°F A 302°F
ENERGIA SUPLEMENTARIA PIG	V	14,3613	0 A 20,1531
ENERGIA SUPLEMENTARIA IG	V	14,3219	0 A 20,1531
SEÑAL DE ANGULO DE DIRECCION		OK	OK / NG(1)
TORQUE DEL VOLANTE DE DIRECCION	NM	-0,05	-327,68 A 7
ANGULO DE GIRO DEL MOTOR	DEG	32,671	0 A 1441,77
VALOR ACTUAL DEL COMANDO 2		0.01	-327,68 A 327,67
VOLTAJE PIG 2		14,259	9 A 16
VOLTAJE DEL MOTOR		27,048	27
TERMINAL DEL MOTOR (U)		13,916	4 A 35
TERMINAL DEL MOTOR (V)		13,671	4 A 35
TERMINAL DEL MOTOR (W)		13,622	4 A 35
SENSOR DE TORQUE DE 1 SALIDA		2,4570	2,3 A 2,7
SENSOR DE TORQUE DE 1 SALIDA		2,5155	2,3 A 2,7
VALOR DE PUNTO ZERO TRQ1		2,4570	0 A 5
VALOR DE PUNTO ZERO TRQ2		2,5155	0 A 5
TIEMPO DE IG ON/OFF		0	0
SOBRECALENTAMIENTO DEL MOTOR		NO	NO
BAJA ENERGIA DE MOTOR REGISTRADO		NO	NO

Fuente: Toyota TechStream

Editado por: Bryan Lavayen S.

2010 Prius ZZR-FXE				2010 Prius ZZR-FXE			
Parametro	Valor	Unidad	Parametro	Valor	Unidad		
Meter Vehicle Velocity	0,0	MPH	The Number of DTCs	0			
Motor Actual Current	0.05	A					
Command Value Current	0.00	A					
Steering Angle Velocity	0	deg/s					
Thermistor Temperature	100,3	F					
PIG Power Supply	14,3613	V					
IG Power Supply	14,3219	V					
Steering Angle Sens Sig	OK						
Steering Wheel Torque	-0,05	Nm					
Motor Rotation Angle	32,671	deg					
Command Val Current 2	0,01	A					
PIG2 Voltage	14,259	V					
Motor Voltage	27,048	V					
Motor Terminal Volt(U)	13,916	V					
Motor Terminal Volt(V)	13,671	V					
Motor Terminal Volt(W)	13,622	V					
Torque Sensor 1 Output	2,4570	V					
Torque Sensor 2 Output	2,5155	V					
TRQ1 Zero Point Value	2,4570	V					
TRQ2 Zero Point Value	2,5155	V					
IG ON/OFF Times	0	times					
Motor Overheat Record	Unrec						
Motor Lo Power Record	Unrec						
Eng Rev Inter Record	Unrec						
Str Angle Inter Record	Rec						
Spd Sig Invalid Record	Rec						
Battery Voltage Lo Record	0	times					
Ready Status	Ready						

Figura 26. Parametros EPS direccion al centro.
 Editado por: Bryan Lavayen S.

Al comparar los datos del manual del taller con los resultados obtenidos de la interfaz de diagnóstico nos podemos dar cuenta que la dirección electro asistida se encuentra en buenas condiciones dado que los parámetros están en rangos permisibles con respecto a los del manual del taller es así también que uno de los componentes más importantes que consta la columna de dirección como es el sensor de ángulo de giro que por golpes, mala manipulación o comunicación errónea con la comunicación can se pone en modo falla con el equivalente de NG(1); al momento no presenta fallo alguno y se presenta como OK.

Lo que sí se pudo notar es que el voltaje del motor de CC de la dirección asistida tiene un rango algo elevado con respecto al manual del taller en los datos obtenidos se ve que tiene un voltaje de 27,048 cuando el voltaje normal es 27 esta sobre tensión en el motor puede ser ocasionado por la vetustez del mismo ya que es una auto del 2010, por lo pronto no se generó DTC en el equipo de diagnóstico mientras se verificaba el sistema por lo general el en posición central de las ruedas no se tiene ningún otro fallo. Fig. 26.

Tabla 7 de posición de dirección hacia la derecha arrojados por el Toyota TechStream con comparación de datos del manual del taller.

Tabla 7. Resultado obtenido dirección hacia la derecha.

PARAMETRO	UNIDAD	VALOR VEHICULO	VALOR MANUAL DEL TALLER
MEDIDOR DE VELOCIDAD DEL VEHÍCULO.	MPH	0,0	0
CORRIENTE ACTUAL DEL MOTOR	A	-31,38	-327,468 A 327,67
VALOR ACTUAL DEL COMANDO	A	-30,88	-327,468 A 327,67
VELOCIDAD DEL ANGULO DE DIRECCION	DEG/S	-84	-327,468 A 327,67
TEMPERATURA DEL TERMISTOR	F	103,6	-40°F A 302°F
ENERGIA SUPLEMENTARIA PIG	V	14,2431	0 A 20,1531
ENERGIA SUPLEMENTARIA IG	V	14,2628	0 A 20,1531
SEÑAL DE ANGULO DE DIRECCION		OK	OK / NG(1)
TORQUE DEL VOLANTE DE DIRECCION	NM	-2,88	-327,68 A 7
ANGULO DE GIRO DEL MOTOR	DEG	314,361	0 A 1441,77
VALOR ACTUAL DEL COMANDO 2	A	0,01	-327,68 A 327,67
VOLTAJE PIG 2	V	14,455	4 A 35
VOLTAJE DEL MOTOR	V	27,097	4 A 35
TERMINAL DEL MOTOR (U)	V	14,651	4 A 35
TERMINAL DEL MOTOR (V)	V	13,671	4 A 35
TERMINAL DEL MOTOR (W)	V	12,838	4 A 35
SENSOR DE TORQUE DE 1 SALIDA	V	2,7885	2,5 A 3,8
SENSOR DE TORQUE DE 1 SALIDA	V	2,1840	1,2 A 2,5
VALOR DE PUNTO ZERO TRQ1	V	2,4570	0 A 5
VALOR DE PUNTO ZERO TRQ2	V	2,5155	0 A 5
TIEMPO DE IG ON/OFF	TIEMPO	0	0
SOBRECALENTAMIENTO DEL MOTOR		NO	NO
BAJA ENERGIA DE MOTOR REGISTRADO		NO	NO

Fuente: Toyota TechStream

Editado por: Bryan Lavayen S.

Parametro	Valor	Unidad	Parametro	Valor	Unidad
Meter Vehicle Velocity	0.0	MPH	The Number of DTCs	0	
Motor Actual Current	-31.38	A			
Command Value Current	-30.88	A			
Steering Angle Velocity	-84	deg/s			
Thermistor Temperature	103.6	F			
PIG Power Supply	14.2431	V			
IG Power Supply	14.2620	V			
Steering Angle Sens Sig	OK				
Steering Wheel Torque	-2.88	Nm			
Motor Rotation Angle	314.361	deg			
Command Val Current 2	0.01	A			
PIG2 Voltage	14.456	V			
Motor Voltage	27.097	V			
Motor Terminal Volt(U)	14.651	V			
Motor Terminal Volt(V)	13.671	V			
Motor Terminal Volt(W)	12.336	V			
Torque Sensor 1 Output	2.7385	V			
Torque Sensor 2 Output	2.1846	V			
TRQ1 Zero Point Value	2.4576	V			
TRQ2 Zero Point Value	2.6166	V			
IG ON/OFF Times	0	times			
Motor Overheat Record	Unrec				
Motor Lo Power Record	Unrec				
Eng Rev Inter Record	Unrec				
Str Angle Inter Record	Rec				
Spd Sig Invalid Record	Rec				
Battery Voltage Lo Record	0	times			
Ready Status	Ready				

Figura 27. Parametros EPS direccion hacia la derecha.
 Editado por: Bryan Lavayen S.

Al igual que la posición central ahora podemos ver que el vehículo se encuentra con el volante totalmente movido hacia la derecha en el cual podemos observar que no presenta ninguna avería en el sistema los parámetros a medida que giramos el volante nos dimos cuenta que si giramos el volante hacia la derecha los rangos de voltaje y así como también el ángulo de giro en grados nos da valores negativos si giramos hacia la derecha nos dará valores en cero y si giramos la dirección hacia la izquierda nos da valores positivos.

Cabe denotar que si se gira demasiado rápido el volante en la velocidad de ángulo de giro que esta dado en grado/segundo cambia dependiendo la velocidad con que el conductor lo haga.

Esperando que el ángulo de giro no presente fallo alguno; se presenta con un estado de OK. Fig. 27.

Tabla 8. Resultado obtenido dirección hacia la izquierda

PARAMETRO	UNIDAD	VALOR VEHICULO	VALOR MANUAL DEL TALLER
MEDIDOR DE VELOCIDAD DEL VEHÍCULO.	MPH	0,0	0
CORRIENTE ACTUAL DEL MOTOR	A	2,27	-327,468 A 327,67
VALOR ACTUAL DEL COMANDO	A	2,11	-327,468 A 327,67
VELOCIDAD DEL ANGULO DE DIRECCION	DEG/S	16	-327,468 A 327,67
TEMPERATURA DEL TERMISTOR	F	101,9	-40°F A 302°F
ENERGIA SUPLEMENTARIA PIG	V	14,3613	0 A 20,1531
ENERGIA SUPLEMENTARIA IG	V	14,2628	0 A 20,1531
SEÑAL DE ANGULO DE DIRECCION		OK	OK / NG(1)
TORQUE DEL VOLANTE DE DIRECCION	NM	1,84	-327,68 A 7
ANGULO DE GIRO DEL MOTOR	DEG	45,361	0 A 1441,77
VALOR ACTUAL DEL COMANDO 2	A	-0,11	-327,68 A 327,67
VOLTAJE PIG 2	V	14,622	9 A 16
VOLTAJE DEL MOTOR	V	27,097	27
TERMINAL DEL MOTOR (U)	V	13,916	4 A 35
TERMINAL DEL MOTOR (V)	V	13,573	4 A 35
TERMINAL DEL MOTOR (W)	V	13,622	4 A 35
SENSOR DE TORQUE DE 1 SALIDA	V	2,3595	1,2 A 2,5
SENSOR DE TORQUE DE 1 SALIDA	V	2,5935	2,5 A 3,8
VALOR DE PUNTO ZERO TRQ1	V	2,4570	0 A 5
VALOR DE PUNTO ZERO TRQ2	V	2,5155	0 A 5
TIEMPO DE IG ON/OFF	TIEMPO	0	0
SOBRECALENTAMIENTO DEL MOTOR		NO	NO
BAJA ENERGIA DE MOTOR REGISTRADO		NO	NO

Fuente: Toyota TechStream

Editado por: Bryan Lavayen S.

Parametro	Valor	Unidad	Parametro	Valor	Unidad
Meter Vehicle Velocity	0.0	MPH	Battery Voltage Lo Record	0	times
Motor Actual Current	2.27	A	Ready Status	Ready	
Command Value Current	2.11	A	The Number of DTCs	0	
Steering Angle Velocity	16	deg/s			
Thermistor Temperature	101.9	F			
PIG Power Supply	14.3613	V			
IG Power Supply	14.2628	V			
Steering Angle Sans Sig	OK				
Steering Wheel Torque	1.84	Nm			
Motor Rotation Angle	45.361	deg			
Command Val Current 2	-0.11	A			
PIG2 Voltage	14.622	V			
Motor Voltage	27.097	V			
Motor Terminal Volt(U)	13.916	V			
Motor Terminal Volt(V)	13.573	V			
Motor Terminal Volt(W)	13.622	V			
Torque Sensor 1 Output	2.3595	V			
Torque Sensor 2 Output	2.5935	V			
TRQ1 Zero Point Value	2.4570	V			
TRQ2 Zero Point Value	2.5155	V			
IG ON/OFF Times	0	times			
Motor Overheat Record	Unrec				
Motor Lo Power Record	Unrec				
Eng Rev Inter Record	Unrec				
Str Angle Inter Record	Rec				
Spd Sig Invalid Record	Rec				
Battery Voltage Lo Record	0	times			
Ready Status	Ready				

Figura 28. Parametros EPS direccion hacia la izquierda.
 Editado por: Bryan Lavayen S.

El vehículo consta con dos sensores de par o torque que es el que desmultiplica la fuerza para que el conductor sienta que la dirección es suave y no tenga problemas al girar, cuando se gira la dirección hacia la izquierda el sensor de par se encuentra en buenas condiciones oscilando en un rango de 2,3570 a 2,5155 como máximo vemos que está en un rango permisible dado que es el manual del taller vemos que los rangos fluctúan de 0 como mínimo a 5 como máximo en picos de voltaje. Fig. 28.

El ángulo de giro se encuentra en óptimas condiciones y listo para trabajar.

4.2. Trabajo del sistema de dirección asistida

El Toyota Prius incorpora un motor de corriente continua el cual multiplica la fuerza que necesita el vehículo para poder mover la dirección a voluntad del conductor por medio medio del piñón de dirección y el piñón de accionamiento. El piñón de dirección transmite los pares de dirección aplicados por el conductor y el piñón de accionamiento transmite, a través de un engranaje sin fin, el par de la servo asistencia.

Si se dañara la parte electrónica en este caso el motor de CC el conductor no perdería la función de poder girar las ruedas gracias al conjunto de cremallera y el volante que los une, es así que el conductor no pierde el control del vehículo pero si ganaría rigidez e incomodidad al momento de conducir.

La dirección asistida comienza a trabajar apenas el conductor comience a girar el volante, al hacer esto la columna de dirección da vueltas y los sensores tales como el sensor de ángulo de giro, velocidad de giro, torque y sensor de régimen del motor comienzan a enviar información hacia la ECU de la EPS la cual le dice por medio de un voltaje al motor de cc que trabaje a mayor o menos fuerza dependiendo la maniobra que quiera hacer el conductor todo esto en milisegundo.

Para que el motor de CC trabaje la ECU de la EPS censa una cantidad de datos los cuales son el régimen del motor de combustión interna, la velocidad de giro del volante, el sensor de ángulo de giro por medio de las inclinaciones de la vía y así al final por medio del sensor de par enviar la fuerza necesaria hacia el motor, toda esta asistencia se realiza a través de un segundo piñón que actúa sobre la cremallera el cual es accionado por el motor eléctrico a través de un engranaje sin fin y un piñón de accionamiento es así que transmite la fuerza necesaria.

4.2.1. Trabajo del sistema circulando en la ciudad.

En las avenidas de la ciudad el conductor está en constante movimiento del volante esquivando los baches de la ciudad.

En ese momento la columna de dirección gira hacia un lado, el sensor de torque de dirección acoge la torsión y le dice a la ECU de la EPS que existe un par de dirección, de alta intensidad aplicándose al volante.

El sensor de ángulo de dirección le dice a la EPS que hay un ángulo de dirección pronunciado y el sensor del régimen del motor informa que hay un aumento de la velocidad combinada con la velocidad con que se gira la dirección.

Es así que la ECU de la EPS recoge toda esta información de todos los sensores que componen la dirección y le dice a la unidad de control que necesita una servo asistencia de alta magnitud para girar las ruedas induciendo al final el motor eléctrico quien da el par necesario hacia la cremallera por medio del segundo piñón el cual acciona un engranaje sin fin y poder girar las ruedas así el conductor esquiva el bache y se salva de ocasionar daños en el vehículo especialmente en los componentes de dirección.

4.3. Estado actual del vehículo

Después de realizar una revisión total del sistema de dirección asistida tanto electrónica como mecánica pudimos obtener los siguientes resultados:

- Sistema electrónico funcionando al 100%
- Desgaste en el motor eléctrico de dirección.
- Desgaste en bielitas de dirección.
- Desgaste en los guardapolvos del eje de dirección.
- Desgaste en los terminales de dirección.
- Cableado de los sensores no se encuentra dañado.
- Fallos en la comunicación OBDII por momentos.
- Se escucha ruido al girar el volante provocado por los guardapolvos.
- Dado que tenemos fugas mínimas en las articulaciones y terminales al alinear las llantas nos daría que tenemos un juego axial que de acuerdo al manual de servicio del taller ya tendrían que ser cambiados por su kilometraje y sus años.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- Se analizó todos los datos obtenidos por medio de un escaneo electrónico y una inspección mecánica se concluye que el vehículo está funcionando correctamente.
- Se comparó los datos obtenidos por el Toyota TechStream y el manual del taller es así que se observa el buen funcionamiento del mismo.
- Se comprobó por medio de los parámetros y los componentes de la dirección servo asistida están trabajando al 90%
- Se recopiló toda la información necesaria del sistema de dirección asistida para mejorar el conocimiento y el posterior aprendizaje de los alumnos y profesores de la UIDE.

5.2. Recomendaciones

- Al realizar futuras inspecciones del sistema de dirección asistida utilizar el epp necesario y seguir los parámetros de seguridad que se indican en el manual del taller para así evitar lesiones graves e inclusive la muerte.
- Sustitución de las partes mecánicas del sistema de dirección como articulaciones, terminales, guardapolvos que se encuentran en mal estado y afectan a la conducción.
- Realizar el mantenimiento de los componentes de la dirección cada 10.000 km para tener un sistema óptimo.
- Vigilar el motor eléctrico de dirección por si se presenta fallos por el alza de tensión del mismo.
- Si se va a cambiar cualquier pieza del sistema de dirección reprogramar el sensor de ángulo de giro ya que es muy sensible y arrojaría un código de fallo en el sistema así también los sensores de par.

BIBLIOGRAFÍA

- Bosch, R. (2005). *Manual de la tecnica del automovil*. España: ROBERT BOSCH GMBH 2002.
- E., D. (2011). *Sistemas de transmisión y frenado*. Madrid : Editex.
- Google. (s.f.). Obtenido de www.google.com.ec/maps/.
- Guitian, A. P. (2000,2010). *Manual de automoviles*. España: S.L. CIE INVERSIONES EDITORIALES DOSSAT-2000.
- Mitchell. (2010). *2010 Toyota PRIUS Repair Manual*. Japon: Toyota motor corporation workshop manual.
- Soriano, D. (2012). *Circuitos de fluidos suspensión y dirección*. España: MACMILLAN.

ANEXOS

GLOSARIO

ABREVIATURAS	SIGNIFICADO
EPS	SERVODIRECCION ELECTRONICA
ECU HV	UNIDAD DE CONTROL DEL SISTEMA HIBRIDO
DTC	CODIGOS DE ERROR
CC	CORRIENTE CONTINUA
ECM	UNIDAD DE CONTROL DEL MOTOR
VSC	CONTROL DE ESTABILIDAD DEL VEHICULO
INTERFAZ CAN	LINEA DE COMUNICACIÓN ESCANER-AUTO
BEAN	PROTOCOLO DE COMUNICACIÓN
TRQ	SEÑAL DE SENSOR DE TORQUE
BATTERY ECU	UNIDAD DE CONTROL DE LA BATERIA
VVT-I	SINCRONIZACION VARIABLE DE VALVULAS INTELIGENTES