



UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR

FACULTAD DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

TEMA:

**“ESTUDIO Y ANÁLISIS DEL SISTEMA DE SEGURIDAD PASIVA DEL VEHÍCULO
HÍBRIDO TOYOTA PRIUS A”**

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

AUTOR:

PEDRO ANDRÉS VALAREZO DÍAZ

GUAYAQUIL – AGOSTO 2015

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA AUTOMOTRIZ

CERTIFICADO

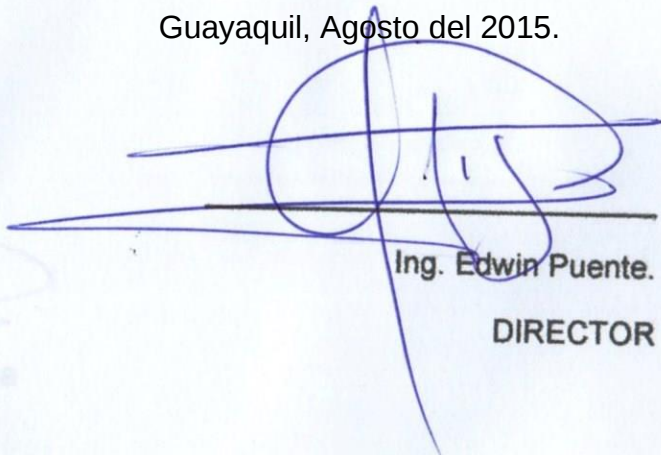
Ing. Edwin Puente

CERTIFICA:

Que el trabajo titulado **“ESTUDIO Y ANÁLISIS DEL SISTEMA DE SEGURIDAD PASIVA DEL TOYOTA PRIUS MODELO “A” AÑO 2010”** realizado por el estudiante: **Pedro Andrés Valarezo Díaz**, 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: Pedro Andrés Valarezo Díaz, 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

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR

FACULTAD DE INGENIERÍA EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, Pedro Andrés Valarezo Díaz.

DECLARO QUE:

La investigación de cátedra denominada: **“ESTUDIO Y ANÁLISIS DEL SISTEMA DE SEGURIDAD PASIVA DEL TOYOTA PRIUS MODELO “A” AÑO 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, Agosto del 2015.



Pedro Andrés Valarezo Díaz.

C.I. 0705129302.

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR

FACULTAD DE INGENIERÍA EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ

AUTORIZACIÓN

Yo, Pedro Andrés Valarezo Díaz.

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 SEGURIDAD PASIVA DEL TOYOTA PRIUS MODELO “A” AÑO 2010”**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y autoría.

Guayaquil, Agosto del 2015.



Pedro Andrés Valarezo Díaz.

C.I. 0705129302.

DEDICATORIA

Dedico esta investigación a mis padres y mi familia, quienes con su apoyo han hecho posible éste momento y esta etapa de mi vida, quienes me formaron con mucho esfuerzo, amor y dedicación, a quienes les debo más que mi vida entera y a quienes dedico todos mis logros.

A mis maestros de Escuela y Colegio Héroes de Paquisha y Unidad de Educación Integral Del Pacífico, a mis maestros de la Escuela Superior Politécnica del Litoral, y a mis maestros de la Universidad Internacional Del Ecuador quienes han contribuido a mi desarrollo educativo y profesional y a crecer como persona a lo largo de mi ciclo como estudiante.

Pedro Andrés Valarezo Díaz

AGRADECIMIENTO

Agradezco de todo corazón a mis amados padres, quienes se han esforzado por formarme cómo ser humano y cómo profesional, por preocuparse todo un siempre de que no me falte sustento ni me falte un buen consejo para seguir adelante, por darme aliento y motivarme a ser un profesional y muy sobre todo por su comprensión y amor que nunca faltó en mi hogar.

Pedro Andrés Valarezo Díaz

PRÓLOGO.

La necesidad de conocer un poco más el vehículo híbrido Toyota Prius modelo “A” año 2010 es el causante de llevar éste tema de investigación adelante; la seguridad pasiva de los vehículos en general es un tema de suma importancia para grandes empresas que fabrican autos como para las personas o empresas que los reparan y por qué no tendría que serlo para estudiantes de la Universidad Internacional del Ecuador.

Por tanto es vital conocer en un mundo con un desarrollo tecnológico acelerado cómo funciona un sistema de seguridad pasiva en un vehículo híbrido como lo es el Toyota Prius modelo “A” 2010 conociendo sus unidades de mando abordo en el vehículo a cargo de la seguridad pasiva dado que en otros vehículos más sencillos la seguridad pasiva es algo más básico que protege al ocupante, pero en el Toyota Prius todo es más elaborado, más minucioso controlado por una red CAN-BUS y con módulos que intercambian información cada segundo.

Se encontrará información básica de todo el sistema de seguridad pasiva que se desglosa en varios sistemas más los cuales están descritos por sus funciones y elementos que lo conforman.

Índice General

CERTIFICADO	ii
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD.....	iii
AUTORIZACIÓN	iv
DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTO	vi
PRÓLOGO.	vii
Índice General	viii
Índice de figuras.	xiii
Resumen General	xvii
ABSTRACT	xviii
CAPÍTULO I	20
MARCO TEÓRICO.....	20
1.1 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	20
1.1.1. Objetivo General.	20
1.1.2. Objetivos Específicos.	21
1.2. HIPÓTESIS DE TRABAJO.	21
1.2.1. Variables de hipótesis.....	21
1.3. VEHÍCULO HÍBRIDO TOYOTA PRIUS MODELO “A”.	22
1.3.1. Reseña.	22

1.3.2.	Funcionamiento básico.	23
1.4.	SISTEMA DE SEGURIDAD PASIVA.	29
1.4.1.	Cinturón de seguridad.	30
1.4.2.	Air Bag.	33
1.4.2.1.	Funcionamiento.	36
1.4.3.	Chasis y Carrocería.	39
1.4.3.1.	Chasis.	41
1.4.3.2.	Carrocerías.	42
1.4.4.	Cristales.	43
1.4.5.	Reposacabezas.	46
1.5.	SISTEMA DE SEGURIDAD PASIVA DEL VEHÍCULO HÍBRIDO TOYOTA PRIUS MODELO “A”.	47
1.5.1.	Carrocería Autoportante.	48
1.5.2.	Cinturones de seguridad.	49
1.5.3.	Apoyacabezas.	50
1.5.4.	Airbags.	51
1.5.5.	Cristales laminados y templados.	52
1.5.6.	Columna de dirección fraccionada.	53
1.6.	APLICACIONES VARIAS DEL SISTEMA DE SEGURIDAD PASIVA DEL VEHÍCULO HÍBRIDO TOYOTA PRIUS MODELO “A”.	54
CAPÍTULO II		59

ESTUDIO DEL SISTEMA DE SEGURIDAD PASIVA DEL VEHÍCULO HÍBRIDO

TOYOTA PRIUS MODELO “A”	59
2.1. Seguridad pasiva del vehículo híbrido Toyota Prius Modelo “A”	59
2.1.1. Airbags.....	59
2.1.2. Cinturones de seguridad.....	68
2.1.3. Apoyacabezas.....	73
2.1.4. Carrocería autoportante.	76
2.1.4.1. Tipos de colisiones.	77
2.1.4.2. Material de carrocería.	79
2.1.4.3. Resistencia en puertas.	80
2.1.5. Columna de dirección fraccionada.	82
2.1.6. Cristales.....	83
2.2. Comprobaciones	85
2.2.1. Tipos de comprobaciones.....	85
2.2.1.1. Airbags.....	85
2.2.1.2. Cinturones de seguridad.	89
2.2.1.3. Apoyacabezas.....	91
2.2.1.4. Carrocería.	93
2.2.1.5. Columna de dirección fraccionada.....	94
2.2.1.6. Cristales.....	94
2.3. Parámetros del fabricante	95

CAPÍTULO III	96
ANÁLISIS DEL SISTEMA DE SEGURIDAD PASIVA DEL VEHICULO HÍBRIDO	
TOYOTA PRIUS MODELO “A”.	96
3.1. Equipos de prueba.....	96
3.1.1. Herramientas.....	96
3.1.2. Equipo de diagnóstico.....	96
3.1.3. Materiales.	96
3.2. Seguridad.....	97
3.3. Análisis de parámetros resultantes de las comprobaciones y de los parámetros del fabricante.....	99
3.3.1. Análisis de resultados de valores nominales teóricos vs valores nominales prácticos.	101
CAPÍTULO IV	106
DISEÑO DE LA PROPUESTA.	106
4.1. Toyota Prius híbrido modelo “A” 2010 Guayaquil-Uide.	106
4.2. Sistema de seguridad pasiva del vehículo híbrido Toyota Prius híbrido modelo “A” año 2010.....	107
CAPÍTULO V	109
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	109
5.1. Conclusiones.	109
5.2. Recomendaciones.	110

BIBLIOGRAFÍA.....	111
ANEXOS.....	114

Índice de figuras.

Figura 1. 1: Toyota Prius 1997.	22
Figura 1. 2: Híbrido.	23
Figura 1. 3: Partes vitales del sistema híbrido.	24
Figura 1. 4: Frenado Regenerativo.	25
Figura 1. 5: Dirección Asistida Eléctrica.	26
Figura 1. 6: Motor Toyota Prius 1.5L.	27
Figura 1. 7: Toyota Prius "C".	28
Figura 1. 8: Seguridad Pasiva.	29
Figura 1. 9: Tipos de cinturones de seguridad de 2 y 3 puntos.	31
Figura 1. 10: Asiento con cinturón incorporado.	32
Figura 1. 11: Componentes del cinturón de seguridad.	33
Figura 1. 12: Partes del cinturón de seguridad.	33
Figura 1. 13: Airbags lado derecho e izquierdo.	34
Figura 1. 14: Airbags lado izquierdo y derecho.	35
Figura 1. 15: Airbags en asientos y rodillas.	35
Figura 1. 16: Funcionamiento del airbag.	36
Figura 1. 17: Cómo trabaja un airbag.	37
Figura 1. 18: Despliegue de Airbag.	38
Figura 1. 19: Resistencia estructural.	41
Figura 1. 20: Chasis – Chasis tubular.	41
Figura 1. 21: Carrocería.	43
Figura 1. 22: Vidrio templado.	44
Figura 1. 23: Fractura de vidrio templado.	44

Figura 1. 24: Vidrio laminado.....	45
Figura 1. 25: Fractura de vidrio laminado.	45
Figura 1. 26: Estructura del vidrio laminado.	45
Figura 1. 27: Apoyacabezas.	46
Figura 1. 28: Posición de apoyacabezas.	46
Figura 1. 29: Función de apoyacabezas correcta.....	47
Figura 1. 30: Carrocería Autoportante Prius.....	48
Figura 1. 31: Cinturones de seguridad Prius con pretensor y limitador de fuerza.....	49
Figura 1. 32: Apoyacabezas delanteros Prius.....	50
Figura 1. 33: Apoyacabezas traseros Prius.	51
Figura 1. 34: Airbags en habitáculo Prius.	52
Figura 1. 35: Vidrio laminado en parabrisas del Prius.....	52
Figura 1. 36: Vidrio Templado en ventanas y ventoleras del Prius.	53
Figura 1. 37: Columna de dirección fraccionada Prius.	54
Figura 1. 38: Cinturones de seguridad en camiones.....	55
Figura 1. 39: Cinturón de seguridad en maquinaria pesada.	56
Figura 1. 40: Airbag en aviones.	57
Figura 1. 41: Construcción de carrocería automotriz.	57
Figura 2. 1: Airbags en Toyota Prius 2010.	60
Figura 2. 2: Airbags principales Toyota Prius.....	61
Figura 2. 3: Componentes de sistema airbag.....	62
Figura 2. 4: Sistemas que intervienen en los airbags.	63
Figura 2. 5: Airbag en volante.....	64
Figura 2. 6: Airbag de pasajero.	64

Figura 2. 7: Airbag de cortina delantero (derecho e izquierdo).	65
Figura 2. 8: Airbag lateral exterior en asiento de conductor.	65
Figura 2. 9: Airbag lateral exterior en asiento de copiloto.	66
Figura 2. 10: Socket y cable amarillo de despliegue para airbag lateral exterior de asiento.	66
Figura 2. 11: Airbags de cortina posteriores.	67
Figura 2. 12: Airbag de rodillas para el conductor.	67
Figura 2. 13: Trabajo del pretensor.	69
Figura 2. 14: Sinergia entre cinturón de seguridad y Airbag.	70
Figura 2. 15: Cinturones de seguridad (piloto y copiloto).	71
Figura 2. 16: Cinturones de seguridad traseros.	71
Figura 2. 17: Anclajes de cinturones de piloto y copiloto.	72
Figura 2. 18: Anclaje de cinturones de seguridad traseros (der e izq).	72
Figura 2. 19: Anclaje de cinturón de seguridad trasero central.	73
Figura 2. 20: Apoyacabezas de piloto y copiloto.	74
Figura 2. 21: Apoyacabezas de asientos traseros.	74
Figura 2. 22: Esquema de trabajo de apoyacabezas.	75
Figura 2. 23: Tecnología activa en apoyacabezas.	75
Figura 2. 24: División de módulos en la carrocería autoportante.	76
Figura 2. 25: Carrocería autoportante Toyota Prius.	77
Figura 2. 26: Colisión frontal.	77
Figura 2. 27: Colisión lateral.	78
Figura 2. 28: Colisión trasera.	79
Figura 2. 29: Carrocería Toyota Prius modelo "A"	80

Figura 2. 30: Barra de defensa en puertas delanteras.....	81
Figura 2. 31: Barra de defensa en puertas traseras.....	82
Figura 2. 32: Columna de dirección fraccionable Toyota Prius.....	83
Figura 2. 33: Parabrisas laminado en Prius.....	84
Figura 2. 34: Vidrio laminado sin fracturas.	85
Figura 2. 35: Sistema de detección de ocupantes mediante Tech Stream.....	86
Figura 2. 36: Inicio de punto de calibración para sensores de detección de ocupantes.	87
Figura 2. 37: Proceso de calibración de sensor de detección de ocupante.....	88
Figura 2. 38: Punto final del proceso de calibración de sensores de detección de ocupantes.....	88
Figura 2. 39: Prueba de broches de cinturones de seguridad.	89
Figura 2. 40: Vista desde Tech Stream de posición de broche de cinturón de seguridad. .	90
Figura 2. 41: Configuración de alerta de cinturones de seguridad.....	91
Figura 2. 42: Prueba de apoyacabezas (movimiento de adelante hacia atrás).....	92
Figura 2. 43: Diferencia de alturas entre apoyacabezas puede regularse.	92
Figura 2. 44: Pruebas de colisión.....	93
Figura 2. 45: Eje intermedio de la columna de dirección Toyota Prius.	94

Resumen General

El sistema de seguridad pasiva del vehículo híbrido Toyota Prius modelo “A” minimiza en la medida posible los daños a los pasajeros como consecuencia de un accidente y por ende protege la vida de los ocupantes durante el accidente y evitar lesiones graves y víctimas fatales del accidente.

Al hablar de seguridad pasiva analizamos y estudiamos sus sistemas y encontramos; Airbags (frontales, de rodilla, laterales, y de cortina), cinturones de seguridad, apoyacabezas, estructura de carrocería autoportante, vidrios laminados (para el parabrisas) y vidrios templados (para ventanas, ventoleras y luneta posterior). Toda esta información la obtuvimos revisando manuales de taller y verificándolo personalmente.

El objetivo principal que nosotros esperamos hacer realidad es saber la funcionalidad de los dispositivos de seguridad pasiva, dónde se encuentran localizados y antes que todo saber qué módulos se encuentran involucrados.

ABSTRACT

The Toyota Prius hybrid vehicle "A" passive safety system minimize to the max level as possible to avoid damage to the passengers as a result of an accident and protect the lives of the occupants during accidents, collisions and avoid serious injury and fatal accident victims .

Speaking of passive safety systems we make an study and analyze and found ; Airbags (front, knee , side , and curtain) , seat belts , head restraints , self-supporting body structure , laminated glass (windshield) and tempered glass (for windows , gusts and rear window). All these information we got checking workshop manuals and looking for it personally.

The main objective that we expect to get real is know all the functionality of the passive safety devices like where is located and first of all know what modules and ECU works in all the system with.

INTRODUCCIÓN

El estudio del sistema de seguridad pasiva del Toyota Prius Híbrido año 2010 ha tenido un alcance tal; que podremos comprender su ubicación, funcionamiento y escaneo de códigos de fallas.

Si bien es cierto en los libros podemos encontrar mucha información sobre éste tipo de sistemas de seguridad pasiva de forma muy general la referencia bibliográfica es muy amplia pero, teniendo una herramienta de diagnóstico con su interface como lo es la de Toyota se nos facilita muchísimo el trabajo más aún cuando tenemos el manual de taller del vehículo a la mano.

Haciendo uso del método científico se justificarán todos los parámetros necesarios ya que usaremos instrumentos de medición para capturar datos verídicos de las funciones de los componentes del vehículo híbrido Toyota Prius A los resultados de las pruebas son muy alentadores ya que es un resultado que no requiere de mucho análisis porque se constata el funcionamiento de los componente existentes.

Y para finalizar el estudio y análisis del sistema de seguridad pasiva de dicho vehículo concluyo que tiene en excelencia seguridad pasiva para los ocupantes de dicho vehículo con un óptimo funcionamiento.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

En el caso de los sistemas de seguridad pasiva que tenga el vehículo híbrido Toyota Prius modelo “A” se los van a comparar versus los valores que estén plasmados en el manual del usuario de manera qué, estudiemos y analicemos con que otros sistemas en conjunto trabajan y cuáles son las misiones de dichos sistemas.

Si dichos sistemas al momento de un accidente ayudan a salvaguardar la vida de los ocupantes o reducir los daños y efectos productos de una colisión; se tomará valores numéricos con los que trabajan o se activan dichos sistemas, cómo lo es el caso de los componentes electrónicos que trabajan con sensores y con la ECM; en el caso de los sistemas que funciones sin electricidad o sin señales provenientes de otros sensores se dará valores a su resistencia estructural o se dará en detalle el funcionamiento que tiene cada uno.

1.1 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.

1.1.1. Objetivo General.

- Estudiar y analizar el sistema de seguridad pasiva del vehículo híbrido Toyota Prius A para conocer bajo qué parámetros funciona.

1.1.2. Objetivos Específicos.

- Verificar cuántos y cuáles son los componentes de seguridad pasiva del vehículo híbrido Toyota Prius A.
- Verificar y estudiar la funcionalidad de los componentes que intervienen en la seguridad pasiva del vehículo híbrido Toyota Prius A.
- Qué señales eléctricas intervienen en el sistema de seguridad pasiva del vehículo híbrido Toyota Prius A.
- Verificar cuántos airbag posee el vehículo híbrido Toyota Prius A.
- Verificar el funcionamiento de cinturones de seguridad del vehículo híbrido Toyota Prius A.

1.2. HIPÓTESIS DE TRABAJO.

Se espera comparar junto con la información del manual del vehículo híbrido Toyota Prius A la información señalada en el manual sea la misma que nos arrojan los instrumentos de medición , exploración y diagnóstico; y que también aprendamos a hacer uso de dicho sistema para analizar y estudiar los componentes de seguridad pasiva del Toyota Prius A.

1.2.1. Variables de hipótesis.

Variable independiente.

Sistema de seguridad pasivo.

Variable dependiente.

Toyota Prius híbrido A.

1.3. VEHÍCULO HÍBRIDO TOYOTA PRIUS MODELO “A”.

1.3.1. Reseña.

Toyota Prius, fue lanzado al mercado japonés en el año de 1997 tras varios años de éxito en el mercado local en el año 2001 se lanzó al mercado mundial, siendo así el vehículo híbrido más popular. El concepto de híbrido proviene de la unión de dos elementos de distinta naturaleza; propiamente dicho en éste caso hablamos de la naturaleza de un vehículo eléctrico y la naturaleza de un vehículo con un motor de combustión interna.



Figura 1. 1: Toyota Prius 1997.

Fuente: http://www.toyota-global.com/company/toyota_traditions/innovation/images/page01_photo2.jpg .

Editado por: Pedro Valarezo.

La fusión de éstas naturalezas las llamamos híbridos uniéndose así para funcionar en conjunto de manera que la matriz energética del vehículo híbrido Toyota Prius es un motor de Ciclo Atkinson de 4 cilindros con una cilindrada de 1.5 l siendo ésta la primeras versiones de los modelos Toyota Prius ya que en sus últimas versiones cómo el modelo “C” la cilindrada es de 1.8 l.

En el motor de ciclo Atkinson y el motor de ciclo Otto hay muchas similitudes en todos sus ciclos de admisión, compresión, explosión y escape; sin embargo se diferencian únicamente en el ciclo de compresión al mantenerse en dicho ciclo en el motor de ciclo Otto ambas válvulas de admisión y escape cerradas mientras que en el motor de ciclo Atkinson la válvula de escape está cerrada y la de admisión se cierra durante el recorrido del pistón al punto muerto superior siendo la compresión menor y siendo también el calor generado menor que en un motor de ciclo Otto, siendo así el consumo energético mucho menor.



Figura 1. 2: Híbrido.

Fuente: <http://www.toyota.com/content/tcom1/custom-panels/priusplugin/prius-plugin-plugin-mode-desktop.png> .

Editado por: Pedro Valarezo.

1.3.2. Funcionamiento básico.

El sistema funciona de tal manera que el motor eléctrico compense parte del esfuerzo del motor de combustión interna así como al encenderlo o al hacer paradas constantes como consecuencia del tráfico vehicular. Ahorrando así combustible y eliminando el ruido del motor de combustión interna.

Al quedar apagado el motor de combustión interna el motor eléctrico instalado dentro de la transmisión continuamente variable denominada E-CTV es el encargado de darle movimiento al vehículo hasta cierta velocidad luego de que la velocidad máxima del motor eléctrico es superada el motor de combustión interna es crankeado y puesto a trabajar para darle movilidad al vehículo.

E-CTV o transmisión continua variable electrónica es la encargada de trabajar directamente con el motor de combustión interna o con el motor eléctrico generador mediante engranajes planetarios los cuales capta el movimiento del motor que se encuentre trabajando en dicho momento.

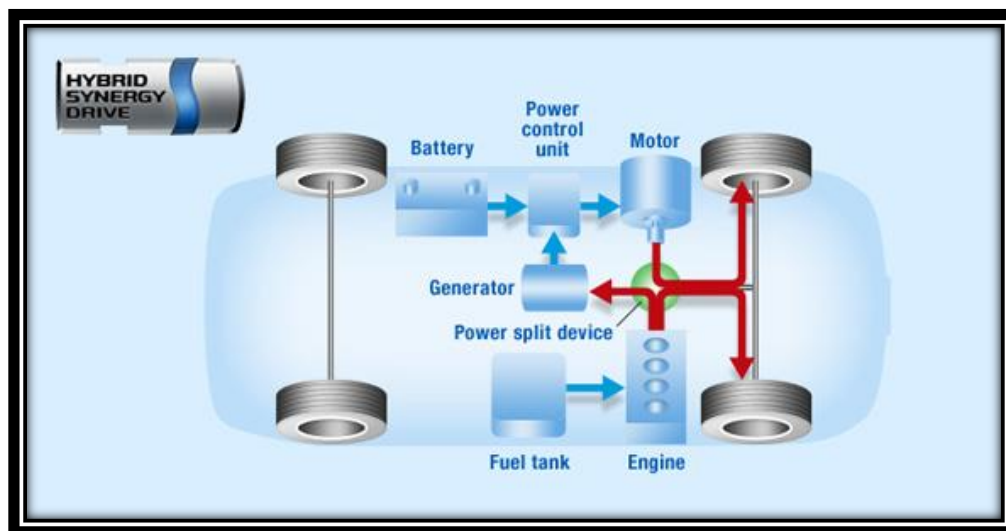


Figura 1. 3: Partes vitales del sistema híbrido.

Fuente: http://www.toyotasingapore.com.sg/Images/hdc_2010_tcm310-175096.jpg .

Editado por: Pedro Valarezo.

Toda la energía que usa la transmisión o que usa el vehículo en modo eléctrico es proveniente de un grupo de baterías de Níquel e hidruro metálico que alimentan el motor eléctrico, así mismo dichas baterías son recargadas por un motor

generador instalado en serie con el motor de combustión interna en la misma transmisión que trabaja con el motor inducido que da movimiento al vehículo.

Dicho motor generador también es accionado cuando se presiona el pedal de freno ya que posee frenos regenerativos, lo que quiere decir que, usa la energía absorbida en el frenado para recargar las baterías de Níquel e hidruro metálico que trabajan con el motor eléctrico de la transmisión.

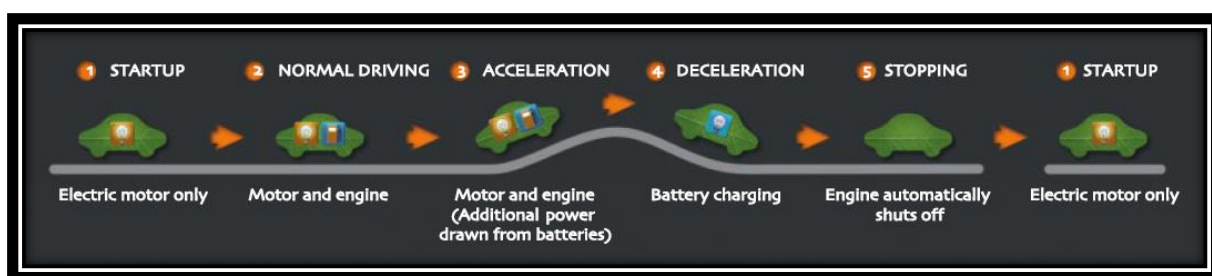


Figura 1. 4: Frenado Regenerativo.

Fuente: http://toyota.lk/wp-content/uploads/2011/09/how_it_works.jpg .

Editado por: Pedro Valarezo.

En el caso del sistema de aire acondicionado también es impulsado por un compresor eléctrico que se alimenta del grupo de baterías que trabaja en cortos lapsos de tiempo para mantener la temperatura de la cabina a la temperatura requerida por el usuario.

El sistema de dirección es del tipo asistida lo que significa que trabaja recibiendo información de sensores de posición y de torque en el timón y caña de la dirección para enviar las señales a módulo y posteriormente a un motor eléctrico que da movilidad a la dirección y al vehículo en distintas direcciones para hacer más confortable la conducción y operación del vehículo.

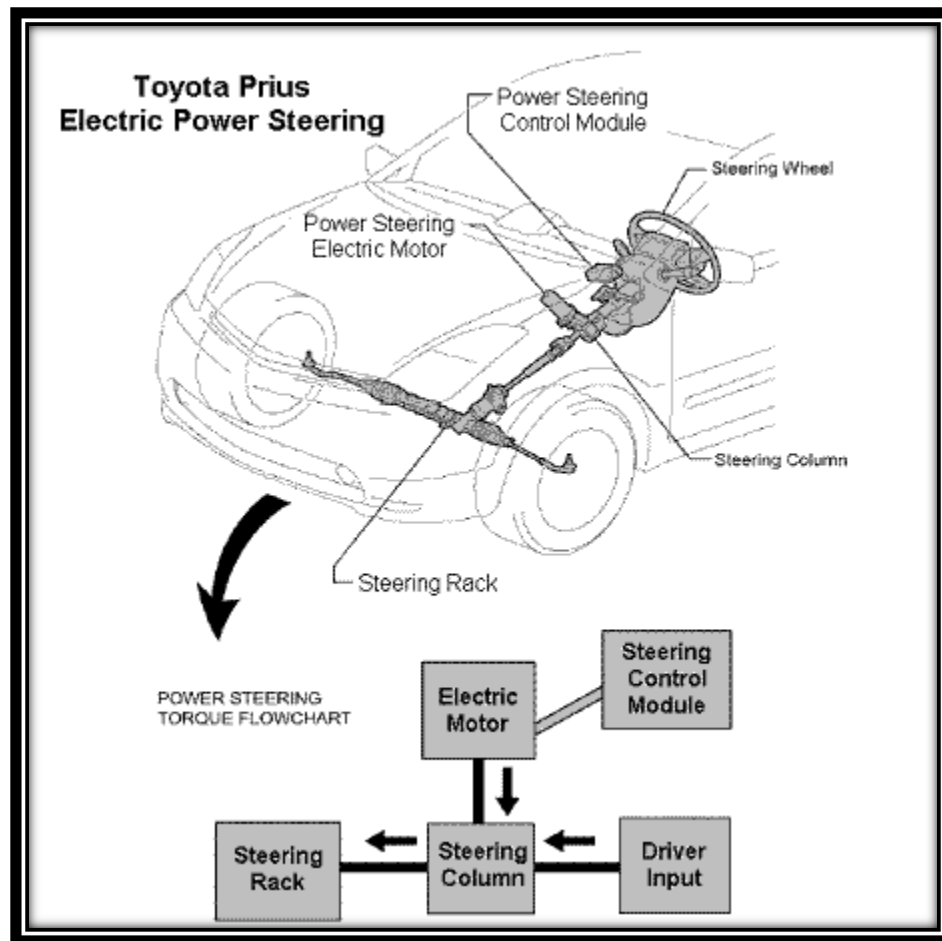


Figura 1. 5: Dirección Asistida Eléctrica.

Fuente: http://toyota-alabama.com/wp-content/uploads/2010/02/electric_steering_toyota_prius.gif .

Editado por: Pedro Valarezo.

Otro de los principios bajo el cual trabaja el sistema híbrido en el Toyota Prius es, que toma la corriente continua de las baterías y pasa por un inversor de corriente que la transforma en corriente alterna lo cual le da al motor eléctrico el poder para realizar el trabajo necesario.

En cuanto a la seguridad pasiva del vehículo híbrido Toyota Prius cabe recalcar que ha sido diseñado con altos estándares para ser aprobados por la Euroncap (European New Car Assessment Program), posee los sistemas de seguridad pasiva más seguros y confiables para proteger la vida de los ocupantes.

De igual manera posee sistemas de seguridad activa que ayudan a que el vehículo sea lo más maniobrable posible en un caso fortuito de pérdida de control del mismo.

En la actualidad el modelo Toyota Prius Híbrido se ha visto variado, aumentando así su cilindraje de 1.5 l a 1.8 l y cambiando la aerodinámica viéndose muchas mejoras en su modelo.

El cilindraje o cilindrada es la suma de volumen útil de los cilindros de un motor de combustión interna o alternativo.

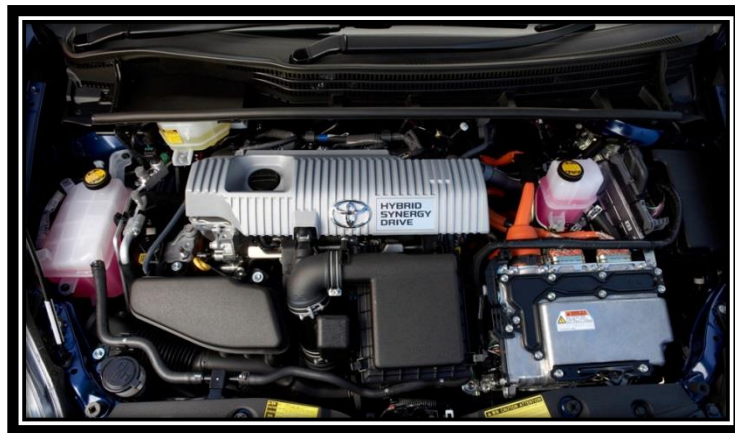


Figura 1. 6: Motor Toyota Prius 1.5L.

Fuente: <http://www.toyota.com.au/static/images/15i0k-toyota-prius-features-first-beltless-toyota-engine-940x529.jpg> .

Editado por: Pedro Valarezo.

En versiones anteriores su velocidad máxima era de 170 km/h pero en versión actual es de 180 km/h su motor base en el sistema de distribución encontramos el sistema VVT-I (Valve variable timing intelligent) el cuál varía la apertura y cierre de válvulas mediante el control de las barras de levas de forma hidráulica o eléctrica en ciertos casos , un sistema de encendido DIS (distributorless ignition system) también llamado sistema de encendido sin distribuidor que consta de bobinas por cada cilindro energizadas y controladas por la ECU también posee inyección de combustible EFI L-JETRONIC la cual tiene control de caudal de aire en la admisión una válvula de aire adicional, control de ángulo y apertura de la mariposa de aceleración un regulador de presión de combustible junto con un sensor de temperatura del motor y una sonda lambda en la salida de gases de escape todo controlado y registrado por la ECU.

Otra de las mejoras en la actualidad del nuevo modelo Prius híbrido modelo C es la batería de iones de litio que no solamente mejora la autonomía del vehículo sino que mejora el desarrollo de potencia y velocidad del mismo.



Figura 1. 7: Toyota Prius "C".

Fuente: http://www.toyota-global.com/showroom/toyota_design/concept_cars/images/gallery/Hybrid/08_prus_c/prius_c_01.jpg .

Editado por: Pedro Valarezo.

La tensión nominal del motor es de 500 V siendo así que el grupo de baterías desarrolladas en conjunto con la compañía Panasonic es de 201.6 V y 6.5 Ah

1.4. SISTEMA DE SEGURIDAD PASIVA.

Los fabricantes de vehículos de acuerdo a las leyes impuestas por los organismos internacionales, buscan maneras de proteger la vida de los ocupantes de los vehículos mediante el desarrollo de seguridad activa y seguridad pasiva en las unidades vehiculares.

El acople y adaptación de nuevas tecnologías en los vehículos es necesario para cumplir dichos estándares internacionales y poder sacar a la venta los nuevos y modernos modelos de vehículos.



Figura 1. 8: Seguridad Pasiva.

Fuente: <http://www.toyota.com.au/static/images/166u8-toyota-promise-safety-passive-safety-airbags-940x529.jpg> .

Editado por: Pedro Valarezo.

La seguridad pasiva del vehículo es aquella que reduce al mínimo los daños ocasionados por un siniestro o colisión y aquellos elementos que intervienen en dicha misión para proteger la vida de los ocupantes.

En éste sistema intervienen de manera directa e indirecta los siguientes componentes: Cinturones de seguridad, Air Bags, Chasis, Carrocería, Cristales y reposacabezas.

1.4.1. Cinturón de seguridad.

Componente de seguridad pasiva que se encuentra instalado o anclado en los parantes de la cabina del vehículo, su misión es mantener a los ocupantes en sus asientos en todo momento, también en maniobras evasivas o de conducción y especialmente en colisiones o siniestros.

Existen varios tipos de cinturones de seguridad cómo lo es de 2 puntos y de 3 puntos, fijos y retráctiles, éstos han venido mejorando con el paso de los años y se desarrollan para ser instalados en las plazas delanteras y traseras del vehículo protegiendo a todos los usuarios del automotor.

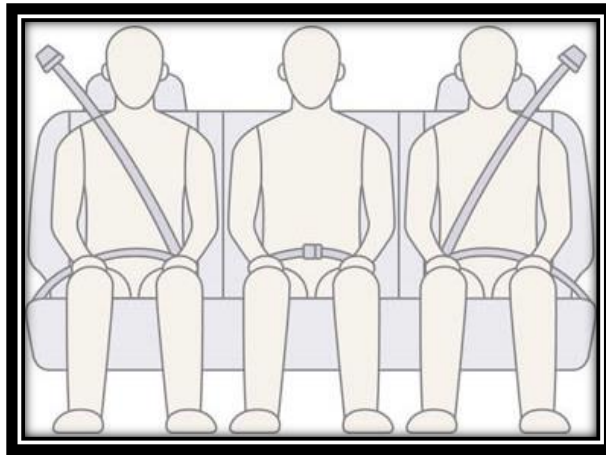


Figura 1. 9: Tipos de cinturones de seguridad de 2 y 3 puntos.

Fuente: <http://www.toyotaperu.com.pe/images/carros/hilux/cinto.jpg> .

Editado por: Pedro Valarezo.

Cómo se puede apreciar en la Figura 1.9 en los distintos tipos de cinturones de seguridad vemos que tan eficientes pueden ser los cinturones de 2 y 3 puntos, que es más beneficioso y seguro el cinturón de 3 puntos, dado que su punto de anclaje es en 2 puntos diferentes más el broche .

Los modelos retráctiles también son más convenientes dado que es más cómodo para el usuario ponerse y quitarse el cinturón de seguridad haciendo que lo use la mayor parte del tiempo posible.

En la transición a la modernización de los asientos de los usuarios tenemos ciertos modelos en vehículos de alta gama que los cinturones de seguridad y sus mecanismos vienen instalados en el mismo asiento siendo retráctiles de 3 puntos.



Figura 1. 10: Asiento con cinturón incorporado.

Fuente: Sistemas de seguridad y Confortabilidad: Grado medio. Martín Hernández, Juan Jesús, Pérez Belló, Miguel Ángel; año 2009.

Editado por: Pedro Valarezo.

Las partes principales del cinturón de seguridad en la mayoría de los más comunes vehículos son: Correa, anclaje superior, tornillo a chasis, Broche, carrete retractable (en el caso de los cinturones de seguridad de tipo retráctiles).

El material del que se encuentran hechos la mayoría de los cinturones de seguridad estándar son de nylon y de poliéster, con grosores que van desde los 0.050 in a 0.047 in siendo los de poliéster más resistentes que resisten frenazos de que generan 3000 a 6000 lbs de tensión y los de nylon solo resisten hasta 3000 lbs de tensión su punto de derretimiento al calor es de 480 grados Fahrenheit

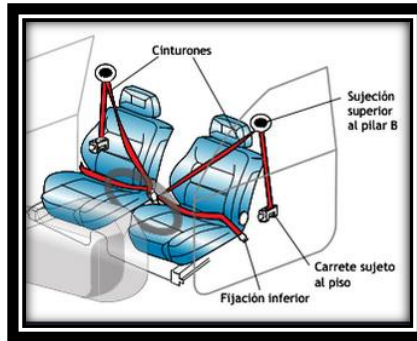


Figura 1. 11: Componentes del cinturón de seguridad.

Fuente: Sistemas de seguridad y Confortabilidad: Grado medio. Martín Hernández, Juan Jesús, Pérez Belló, Miguel Ángel; año 2009.

Editado por: Pedro Valarezo.

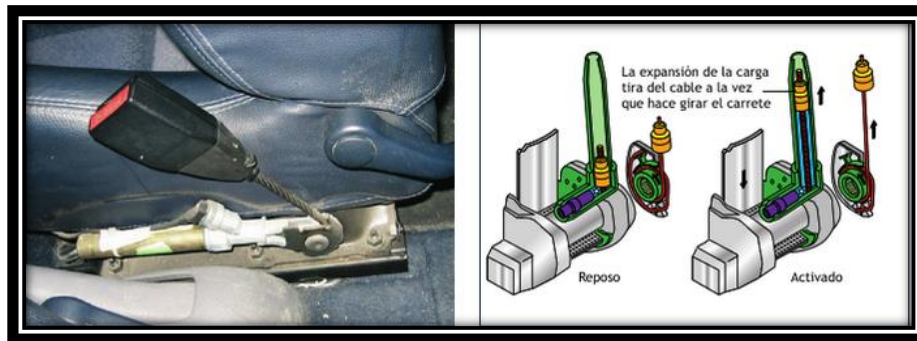


Figura 1. 12: Partes del cinturón de seguridad.

Fuente: Sistemas de seguridad y Confortabilidad: Grado medio. Martín Hernández, Juan Jesús, Pérez Belló, Miguel Ángel; año 2009.

Editado por: Pedro Valarezo.

1.4.2. Air Bag.

Componente de seguridad pasiva de los vehículos que al momento de una colisión o choque frontal a una velocidad de que sobrepase los 50 km/h o choque con un objeto sólido salen en forma de bolsas mediante un sistema pirotécnico que las infla de gas en fracciones de segundo.

Su objetivo es evitar que los ocupantes se golpeen directamente contra alguna parte del vehículo y resulten con lesiones peores de las que pueden resultar de un accidente sin los air bags.



Figura 1. 13: Airbags lado derecho e izquierdo.

Fuente: <http://www.toyota.com.au/static/images/1650g-toyota-hilux-srs-airbags-940x529.jpg>.

Editado por: Pedro Valarezo.

Cómo observamos en la Figura 1.13 los airbags del lado izquierdo están activados, en este caso vemos que tienen airbags de cortina, airbags de volante, airbags para rodillas; de igual manera los hay para el lado derecho.

En caso de vehículos de alta gama podemos contemplar también que hay airbags en los asientos de los usuarios en cada lugar donde se coloca cada ocupante a la altura de la cabeza para que no tenga lesiones a la altura craneal.



Figura 1. 14: Airbags lado izquierdo y derecho.

Fuente: <http://www.toyota.com.au/static/images/166u8-toyota-promise-safety-passive-safety-airbags-940x529.jpg> .

Editado por: Pedro Valarezo.

En caso de vehículos de alta gama podemos ver también que hay airbags en la apoyacabezas de los asientos de los usuarios en las plazas traseras donde se ubican los ocupantes; a la altura de la cabeza para que no tenga lesiones entre los ocupantes a la altura craneal.



Figura 1. 15: Airbags en asientos y rodillas.

Fuente: <http://www.toyota.com.au/static/images/186sj-prado-gallery-images-airbags-940x529.jpg> .

Editado por: Pedro Valarezo.

1.4.2.1. Funcionamiento.

En la composición de los airbag, para que puedan desplegarse tan rápido es necesaria una reacción química que genera un gas inerte como el nitrógeno, funciona de manera sencilla, una sola unidad de control airbag controla el despliegue de los mismos, monitoreando sensores de impacto en la carrocería tanto en el frente cómo a los lados, sensores de volteo, giroscopio, acelerómetro, sensores de presión, sensores de velocidad en las ruedas, sensores de presión del pedal del freno, sensores de ocupación de asiento, el módulo de control filtra ésta información todo el tiempo, en el momento que éstos valores superan el límite máximo los airbags se disparan a través de un generador de gas propelente, al inflar la bolsa de aire por completo, ésta pierde aire de manera controlada por unos orificios calibrados para que al amortigüe el golpe del ocupante del asiento durante el impacto.

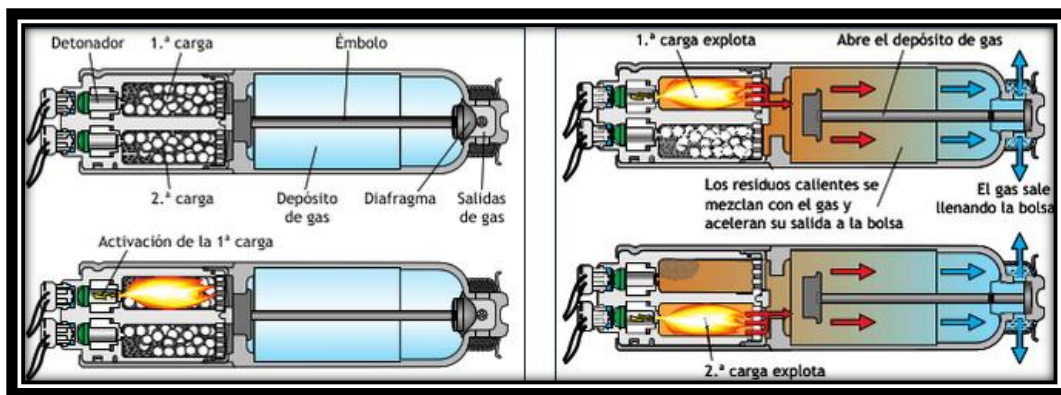


Figura 1. 16: Funcionamiento del airbag.

Fuente: Sistemas de seguridad y Confortabilidad: Grado medio. Martín Hernández, Juan Jesús, Pérez Belló, Miguel Ángel; año 2009.

Editado por: Pedro Valarezo.

La reacción química que ocurre en ese momento se genera si bien es cierto mediante un gas propelente, que es liberado con un iniciador eléctrico que se activa con una corriente de 1 a 3 amperios. Éste iniciador es un material conductor forrado de material combustible.

Al momento de recibir corriente se calienta en 3 milisegundos y llega al punto en que la combustión del material combustible genera gas a tal velocidad que debe llenar la bolsa de aire en menos de 30 milisegundos como producto de la acción del iniciador sobre un propelente sólido. Hay que tener muy en cuenta que la duración de un choque es muy corta es por aquello, que las bolsas de aire deben desplegarse lo antes posible.

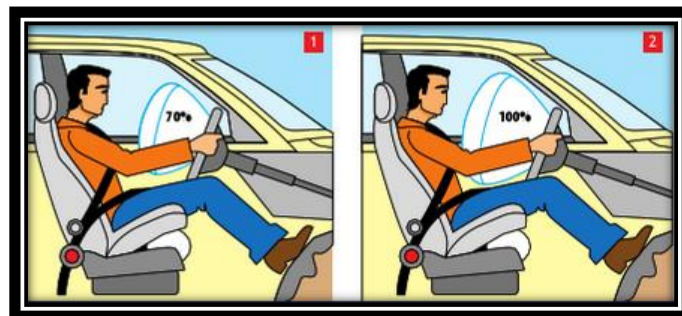


Figura 1. 17: Cómo trabaja un airbag.

Fuente: Sistemas de seguridad y Confortabilidad: Grado medio. Martín Hernández, Juan Jesús, Pérez Belló, Miguel Ángel; año 2009.

Editado por: Pedro Valarezo.

De 15 a 30 milisegundos después del choque se decide que airbag debe desplegarse y a los 60 milisegundos ya deben estar completamente inflados.

Los sistemas más antiguos contenían una azida sódica o Nitruro de sodio (NaN_3), Nitrato de Potasio (KNO_3), y Sílice (SiO_2), si comparamos el airbag del conductor con al airbag del pasajero el del conductor contiene de 50 a 80 gr de NaN_3 y el del pasajero o copiloto contiene 250gr, esto es porque la bolsa de aire es más grande y se necesita que actúe con mayor rapidez.

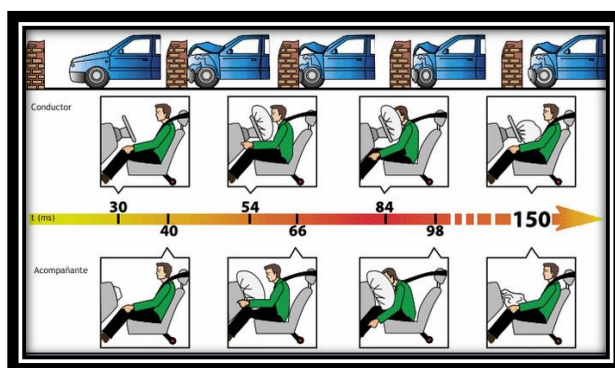


Figura 1. 18: Despliegue de Airbag.

Fuente: Sistemas de seguridad y Confortabilidad: Grado medio. Martín Hernández, Juan Jesús, Pérez Belló, Miguel Ángel; año 2009.

Editado por: Pedro Valarezo.

En 40 milisegundos se producen 3 reacciones químicas distintas descritas de la siguiente manera.

1. $2 \text{NaN}_3 \Rightarrow 2 \text{Na} + 3 \text{N}_2 = \text{gas}$
2. $10 \text{Na} + 2 \text{KNO}_3 \Rightarrow \text{K}_2\text{O} + 5 \text{Na}_2\text{O} + \text{N}_2 = \text{gas}$
3. $\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + 2 \text{SiO}_2 \Rightarrow \text{K}_2\text{O}_3 \text{Si} + \text{Na}_2 \text{O}_3 \text{Si} = \text{Polvo de silicato}$

La primera reacción corresponde a la descomposición del Nitruro de sodio; cómo éste componente es energizado y alcanza los 300°C es suficiente para descomponer el Nitruro de sodio, cómo es altamente reactivo el nitrato de potasio y el polvo de silicato reaccionan y lo retiran para a su vez producir más N_2 .

La segunda reacción demuestra qué, la razón por la que se utiliza Nitrato de potasio es porque es menos higroscópico es decir que absorbe menos agua es muy importante que no haya humedad o agua en el sistema ya que puede causar una reacción tardía y hacer que el sistema falle.

La reacción final se utiliza para eliminar el Óxido de potasio y el Óxido de sodio que se produjeron en la reacción anterior siendo altamente reactivos. Estos productos reaccionan con Óxido de silicio para luego producir polvo de silicato.

1.4.3. Chasis y Carrocería.

Nos preguntamos quizá porqué el chasis y la carrocería forman parte de la seguridad pasiva de un vehículo. Al ocurrir un choque o una colisión pondremos de ejemplo un vehículo con una carrocería rígida de acero, mientras que el otro vehículo puede ser una carrocería de aluminio con bases de plástico.

Si dejamos a la razón divagar, un choque menos brusco sería en el vehículo con carrocería de aluminio y bases plásticas que en el de acero rígido. La gran pregunta sigue siendo por qué?

Para poder comprender éste escenario es necesario tener claro los conceptos de: maleabilidad, ductilidad, tenacidad, plasticidad, elasticidad, dureza, resistencia, hendibilidad, resiliencia, y la mayoría de las propiedades que posee un material del cual está construido un vehículo.

Elasticidad.- Capacidad de un material para estirarse sin deformarse o perder sus cotas originales.

Plasticidad.- Capacidad que tiene un material para deformarse bajo acción de una carga sin volver a recuperar sus cotas.

Dureza.- Es la resistencia de un cuerpo a ser rayado por otro.

Resistencia.- Propiedad de los materiales para resistir la influencia de fuerzas externas sin que falle o se destruya, es decir, la oposición a ser deformado, separado o destruido.

Maleabilidad.- Resistencia que presenta un material sometido a una carga o fuerza habiéndose deformado sin romperse obteniendo láminas.

Ductilidad.- Resistencia que presenta un material sometido a carga o fuerza habiéndose deformado sin romperse obteniendo hilos.

Hendibilidad.- Es la propiedad que tiene un material de partirse en el sentido de las láminas o fibras.

Resiliencia.- Capacidad que tiene un material para resistirse a deformación bajo una carga dinámica.

Teniendo claros estos conceptos, cabe recalcar, que tanto el chasis cómo una carrocería mientras tengan un punto de deformación alto al recibir una carga alta o un impacto absorberá más energía del choque, maltratando mucho menos a los usuarios del vehículo.



Figura 1. 19: Resistencia estructural.

Fuente: Sistemas de seguridad y Confortabilidad: Grado medio. Martín Hernández, Juan Jesús, Pérez Belló, Miguel Ángel; año 2009.

Editado por: Pedro Valarezo.

Ahora es necesario tener claro, que no por tener un punto de deformación alto no vaya a tener la resistencia suficiente para mantener el vehículo con la rigidez suficiente para soportar las necesidades de un vehículo normal.

1.4.3.1. Chasis.

Es el elemento estructural, encargado de soportar los esfuerzos estáticos y dinámicos de un vehículo, es muy duro y totalmente rígido.

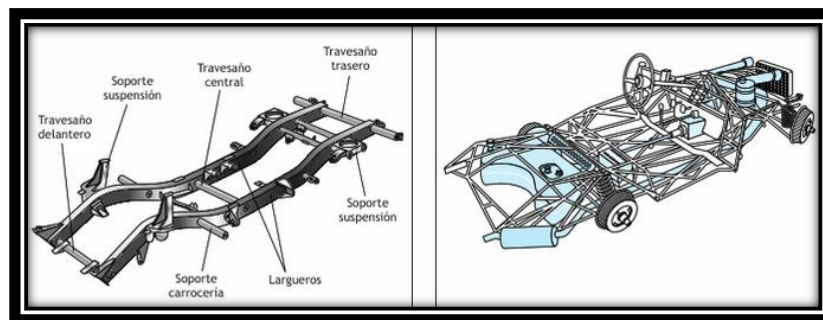


Figura 1. 20: Chasis – Chasis tubular.

Fuente: Sistemas de seguridad y Confortabilidad: Grado medio. Martín Hernández, Juan Jesús, Pérez Belló, Miguel Ángel; año 2009.

Editado por: Pedro Valarezo.

Los tipos de chasis que podemos contextualizar son los siguientes:

Chasis de Escalera.- Más antiguo y común se ha convertido en la base para la construcción de los autos modernos.

Chasis monocasco.- Son los más usados hoy en día en la mayoría de los autos en producción en serie, es muy rígido y muy duro su única desventaja es su peso.

Chasis monocasco UL SAB.- Al igual que el chasis monocasco convencional con la diferencia que éste es más rentable y más liviano.

Chasis espacial tubular.- Son muy poco rentables para producir en masa, son muy estables dadas sus condiciones de diseño se usa en su mayoría en autos de carrera.

Chasis columna vertebral.- Es un elemento más usado en vehículos roadsters su desventaja aparte de ser caros es que son muy pesados cómo para ser usados por vehículos deportivos.

1.4.3.2. Carrocerías.

Es el armazón del vehículo, formado por planchas metálicas unidas entre sí cuyo interior se destina para habitáculos de pasajeros o mercancía.

Entre los tipos de carrocerías los más importantes son: Monocasco y Autoportante.



Figura 1. 21: Carrocería.

Fuente: Sistemas de seguridad y Confortabilidad: Grado medio. Martín Hernández, Juan Jesús, Pérez Belló, Miguel Ángel; año 2009.

Editado por: Pedro Valarezo.

1.4.4. Cristales.

Es el principal compuesto de los vidrios que se encuentran presentes tanto en las ventanas como en el parabrisas y luneta del vehículo, son diseñados para que al momento de falla o fractura en los mismos; éstos se conviertan o fracturen en pedazos muy pequeños para que no dañen a los ocupantes al momento de una colisión.

Existen dos tipos de vidrios para uso vehicular, el tipo laminado y el tipo templado o reforzado.

El vidrio templado es un vidrio común que es sometido a tratamiento térmico para volverlo más resistente el templado consiste en calentarlo a altas temperaturas y enfriarlo con chorros de aire volviéndose hasta 5 veces más resistentes que los vidrios normales.



Figura 1. 22: Vidrio templado.

Fuente: Sistemas de seguridad y Confortabilidad: Grado medio. Martín Hernández, Juan Jesús, Pérez Belló, Miguel Ángel; año 2009.

Editado por: Pedro Valarezo.



Figura 1. 23: Fractura de vidrio templado.

Fuente: Sistemas de seguridad y Confortabilidad: Grado medio. Martín Hernández, Juan Jesús, Pérez Belló, Miguel Ángel; año 2009.

Editado por: Pedro Valarezo.

El vidrio laminado por otro lado, se obtiene de la unión de tres componentes; una lámina de polivinilo de bursátil que se ubica entre dos láminas de cristal ésta lámina central debe tener un alto grado de adherencia ya que al momento de fracturarse el vidrio éste se quede adherido a la lámina central sin desprenderse.



Figura 1. 24: Vidrio laminado.

Fuente: Pedro Valarezo.

Editado por: Pedro Valarezo.



Figura 1. 25: Fractura de vidrio laminado.

Fuente: Sistemas de seguridad y Confortabilidad: Grado medio. Martín Hernández, Juan Jesús, Pérez Belló, Miguel Ángel; año 2009.

Editado por: Pedro Valarezo.

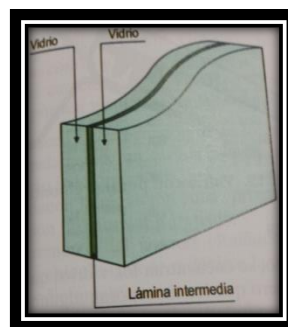


Figura 1. 26: Estructura del vidrio laminado.

Fuente: Elementos Amovibles. Eduardo Águeda Casado, Tomás Gómez Morales, José Luís García Jiménez, José Martín Navarro, Joaquín Gonzalo García; año 2010.

Editado por: Pedro Valarezo.

1.4.5. Reposacabezas.

Son los dispositivos que protegen a la persona frente al efecto del latigazo cervical frente una situación de choque o siniestro siempre y cuando se encuentre a la altura correcta con respecto a la estatura del ocupante.

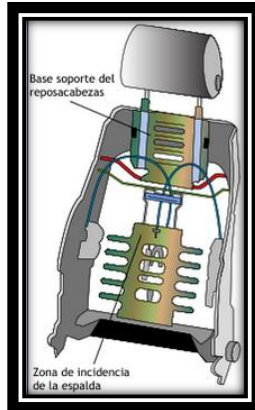


Figura 1. 27: Apoyacabezas.

Fuente: Sistemas de seguridad y Confortabilidad: Grado medio. Martín Hernández, Juan Jesús, Pérez Belló, Miguel Ángel; año 2009.

Editado por: Pedro Valarezo.



Figura 1. 28: Posición de apoyacabezas.

Fuente: http://www.toyota-global.com/innovation/safety_technology/safety_technology/technology_file/passive/images/sft_42_01.jpg.

Editado por: Pedro Valarezo.



Figura 1. 29: Función de apoyacabezas correcta.

Fuente: http://www.toyota-global.com/innovation/safety_technology/safety_technology/technology_file/passive/images/sft_42_04.jpg.

Editado por: Pedro Valarezo.

1.5. SISTEMA DE SEGURIDAD PASIVA DEL VEHÍCULO HÍBRIDO TOYOTA PRIUS MODELO “A”.

Toyota Prius se ha caracterizado no solamente por redefinir la autonomía y eficiencia automotriz, sino que también ha considerado todo un siempre la seguridad tanto activa como pasiva ante todo en sus modelos asegurando la maniobrabilidad y la reducción de daños ante un accidente.

La seguridad pasiva contempla en su concepto que son todos aquellos elementos u componentes que están destinados a reducir o disminuir los posibles daños como consecuencia de una colisión, choque o fortuito accidente.

En el caso del Prius cuenta con muchos de los elementos de seguridad pasiva convencionales, aunque adicionalmente en el sistema de airbags posee un airbag que no traen comúnmente los vehículos y es uno que está ubicado del lado del conductor bajo el tablero a la altura de las rodillas viene en versiones ejecutivas.

Cuenta con uno de los más altos estándares en seguridad pasiva en su categoría y es por tal motivo que casi todos los modelos del Toyota Prius Híbrido vienen con el mismo tipo de equipamiento en cuanto a seguridad pasiva automotriz.

Los principales sistemas de seguridad pasiva con los que cuenta el Toyota Prius Híbrido son: Cinturones de seguridad con pretensores, asientos con apoyacabezas, airbags frontales, de cortina, laterales, de rodilla, carrocería autoportante deformable vidrio laminado y vidrio templado.

1.5.1. Carrocería Autoportante.

Éste tipo de carrocería en el Toyota Prius siendo una de las mejores diseñadas en el mundo posee características muy beneficiosas y ventajosas para la seguridad pasiva de los ocupantes en el vehículo; en caso se colisión o volcamiento está construida para deformarse, absorbiendo la energía de los impactos reduciendo los daños hacia los ocupantes.



Figura 1. 30: Carrocería Autoportante Prius.

Fuente: http://www.toyotasingapore.com.sg/Images/prius_safety_03_tcm310-162754.jpg .

Editado por: Pedro Valarezo.

Está diseñada para soportar impactos frontales, laterales, y traseros, a la carrocería se le instalan sensores de impacto, los cuales trabajan en conjunto con los airbags.

1.5.2. Cinturones de seguridad.

Posee cinturones de seguridad retráctiles en las plazas delanteras y traseras, todos los cinturones en el vehículo poseen pretensores activándose al momento de una frenada brusca, colisión o volcamiento, manteniendo a los ocupantes en sus sitios.

Los asientos delanteros tienen el cinturón anclado al parante de la puerta y empernado a la carrocería en el piso y finalmente cierra en el broche.

El tipo de cinturones de seguridad que posee en 4 puestos es de 3 puntos retráctiles, mientras que en la plaza trasera en el asiento central el cinturón de seguridad es del tipo dos puntos retráctil.



Figura 1. 31: Cinturones de seguridad Prius con pretensor y limitador de fuerza.

Fuente: http://www.toyota-global.com/innovation/safety_technology/safety_technology/technology_file/passive/images/sft_31_01.jpg.

Editado por: Pedro Valarezo.

1.5.3. Apoyacabezas.

El Toyota Prius en todos sus modelos trae consigo apoyacabezas en la plaza delantera y en la plaza trasera incluyendo en el centro de la plaza trasera, se recomienda en el puesto central de la plaza trasera no colocar a ocupantes demasiado altos ya que en caso de una colisión el apoyacabezas es muy bajo y poco regulable.

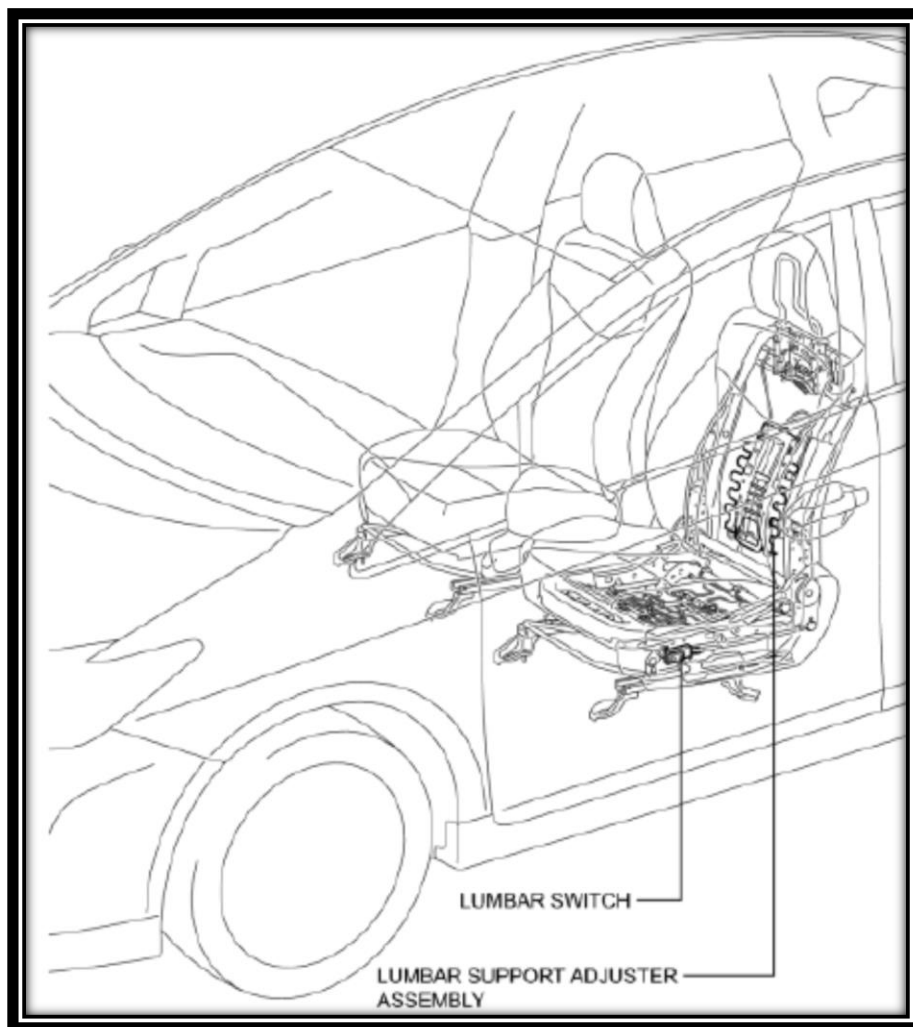


Figura 1. 32: Apoyacabezas delanteros Prius.

Fuente: Manual de reparación Toyota Prius 2010.

Editado por: Pedro Valarezo.



Figura 1. 33: Apoyacabezas traseros Prius.

Fuente: <http://www.toyota.com.au/static/images/16mmi-prius-c-i-tech-interior-rear-seats-940x529.jpg> .

Editado por: Pedro Valarezo.

Cómo podemos apreciar en la Figura 1.31 el apoyacabezas central es demasiado bajo por lo cual se recomienda no colocar personas de estatura muy alta en la plaza trasera.

1.5.4. Airbags.

Éste vehículo desde la gama más sencilla, hasta la gama más alta alberga airbags en distintas zonas del habitáculo; estratégicas para proteger a los ocupantes, tanto en colisiones frontales y colisiones laterales.

En su gama más alta, el Toyota Prius trae un airbag más que no lo caracterizaba en los modelos más sencillos, pero de acuerdo a los estándares ahora deben traer en todos sus niveles un airbag para las rodillas del conductor.



Figura 1. 34: Airbags en habitáculo Prius.

Fuente: http://www.toyota.com/img/vehicles/2010/prius/gallery/full/int_image12.jpg .

Editado por: Pedro Valarezo.

1.5.5. Cristales laminados y templados.

En el caso de la mayoría de los vehículos y no solamente del Toyota Prius muchas veces tienen instalados vidrios templados para proteger la integridad de los ocupantes pero al momento de reemplazar el parabrisas por ejemplo, instalan un vidrio laminado pero que puede afectar algunas de las funciones del Prius en condiciones climáticas que requieren la atención del sistema del vehículo.



Figura 1. 35: Vidrio laminado en parabrisas del Prius.

Fuente: Manual de servicio Toyota Prius 2010.

Editado por: Pedro Valarezo.



Figura 1. 36: Vidrio Templado en ventanas y ventoleras del Prius.

Fuente: Manual de servicio Toyota Prius 2010.

Editado por: Pedro Valarezo.

1.5.6. Columna de dirección fraccionada.

Éste componente del grupo del sistema de dirección del vehículo se lo considera dentro de los sistemas de seguridad pasiva también, ya que al momento de una colisión frontal, han sido muchos los conductores como víctimas fatales de los accidentes.

El mecanismo de seguridad pasiva consiste en que la columna de dirección ya no sea un solo eje rígido cómo lo era hace años atrás, ahora es fraccionado, puede estar embonado de distintas maneras por medio de una junta homocinética o por medio de una encaje. En el caso del Toyota Prius es una unión mixta, lo que quiere decir que cuenta con junta homocinética y con un encaje de tubo.

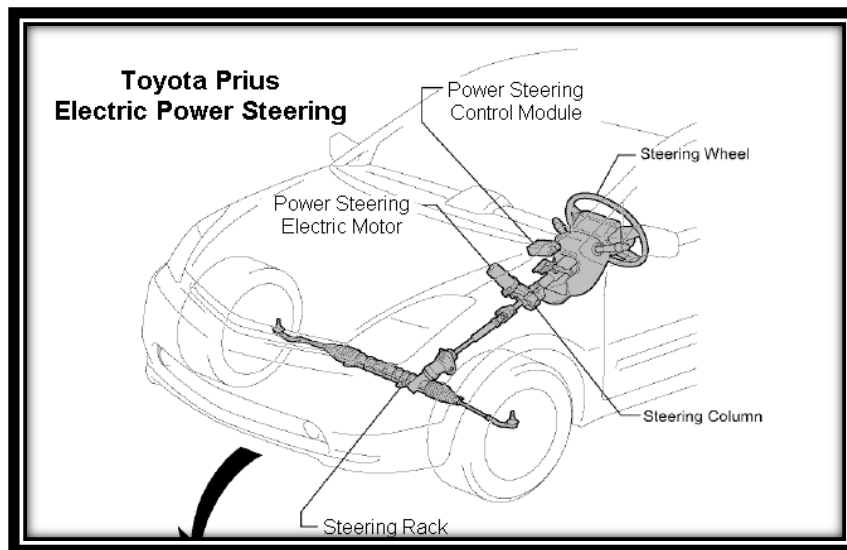


Figura 1. 37: Columna de dirección fraccionada Prius.

Fuente: http://toyota-alabama.com/wp-content/uploads/2010/02/electric_steering_toyota_prius.gif .

Editado por: Pedro Valarezo.

1.6. APLICACIONES VARIAS DEL SISTEMA DE SEGURIDAD PASIVA DEL VEHÍCULO HÍBRIDO TOYOTA PRIUS MODELO “A”.

Dentro del desarrollo tecnológico industrial la seguridad pasiva en las compañías que fabrican vehículos se va tornado en un punto muy importante para poder distribuir sus vehículos en el mercado mundial, ya que deben asegurar en su mayoría la supervivencia de los ocupantes en situaciones de colisión o accidentes.

Todo el desarrollo de éste tipo de seguridad no solamente se está limitado en vehículos de transporte de personas particulares, también están presentes especialmente en el transporte masivo de personas.

También podemos encontrar elementos de seguridad pasiva en los vehículos de transporte de carga, cómo también están en la maquinaria agrícola o de construcción para proteger la integridad o minimizar los daños en caso de accidentes fortuitos

Cinturones de seguridad en aviones los cuales mantienen a los ocupantes en sus asientos en situaciones de turbulencia o lo que fuere peor en situación de colisión a tierra.



Figura 1. 38: Cinturones de seguridad en camiones.

Fuente: <http://www.hinothailand.com/2014/en/image/hi-power07.png> .

Editado por: Pedro Valarezo.

Cinturón de seguridad en maquinaria pesada no es menos importante por la poca movilidad que tenga el equipo pesado, de todos modos, éste tipo de maquinarias también están sometidos a estándares de seguridad.



Figura 1. 39: Cinturón de seguridad en maquinaria pesada.

Fuente: http://www.cat.com/en_US/products/new/equipment/excavators/large-excavators/751863.html.

Editado por: Pedro Valarezo.

A pesar de que en maquinarias agrícolas y maquinarias pesadas los operadores no están expuestos a la velocidad de circulación a la que un vehículo promedio puede circular es importante que tengan cinturones de seguridad ya que sus condiciones de trabajo son severas.

Airbags en aviones y autobuses mucho más importante que vehículos de transporte particulares, en el transporte masivo de personas un accidente o colisión es mucho más grave por el número de víctimas que puede resultar de la situación.

Por tanto y sometidos a estándares de seguridad al fabricar éste tipo de transporte, debe estar siempre considerado la instalación de éstos elementos de seguridad pasiva por el número de ocupantes que debe proteger.



Figura 1. 40: Airbag en aviones.

Fuente: [http://www.hino.com.au/uploads/editor/images/model/features/New-Hino-300-series_Supplement-Restraint-System---SRS-Airbags\(1\).jpg](http://www.hino.com.au/uploads/editor/images/model/features/New-Hino-300-series_Supplement-Restraint-System---SRS-Airbags(1).jpg).

Editado por: Pedro Valarezo.

Resistencia estructural en carrocería, aunque en aviación no es la llamada carrocería porque se la conoce con el nombre de fuselaje el habitáculo que alberga todos los equipos y sistemas del aeroplano que dan soporte a la estructura y tripulación del avión.

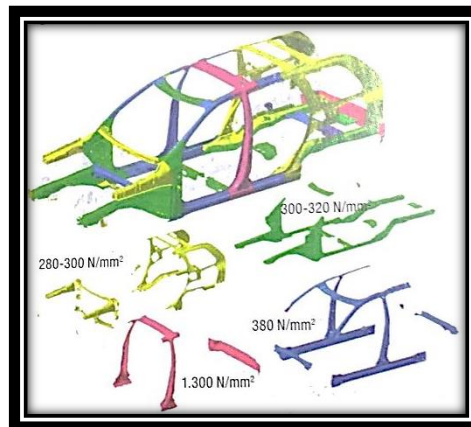


Figura 1. 41: Construcción de carrocería automotriz.

Fuente: Elementos Estructurales del vehículo. Tomás Gómez, José Martín Navarro, Eduardo Águeda Casado, Joaquín Gonzalo Gracia, José Luís Jiménez. Año 2009

Editado por: Pedro Valarezo.

Cabe recalcar que el objetivo de un fuselaje es igual al de un automóvil debe ser resistente al cumplir con su tarea y para lo que fue diseñado, pero así mismo al momento de un accidente, de ser posible debe minimizar los daños que se susciten luego de un siniestro o colisión.

CAPÍTULO II

ESTUDIO DEL SISTEMA DE SEGURIDAD PASIVA DEL VEHÍCULO HÍBRIDO TOYOTA PRIUS MODELO “A”

El sistema de seguridad pasiva del vehículo híbrido Toyota Prius modelo “A” minimiza en la medida posible los daños a los pasajeros como consecuencia de un accidente y por ende protege la vida de los ocupantes durante el accidente y evitar lesiones graves y víctimas fatales del accidente.

Al hablar de seguridad pasiva analizamos y estudiamos sus sistemas y encontramos; Airbags (frontales, de rodilla, laterales, y de cortina), cinturones de seguridad, apoyacabezas, estructura de carrocería autoportante, vidrios laminados (para el parabrisas) y vidrios templados (para ventanas, ventoleras y luneta posterior).

2.1. Seguridad pasiva del vehículo híbrido Toyota Prius Modelo “A”.

2.1.1. Airbags.

Nuestro vehículo híbrido Toyota Prius modelo “A” se ha constatado que posee Airbags en distintas zonas del habitáculo del vehículo, listos para desplegarse en el momento que sea necesario y ordenado por los sistemas que trataban en conjunto con el módulo de Airbags.

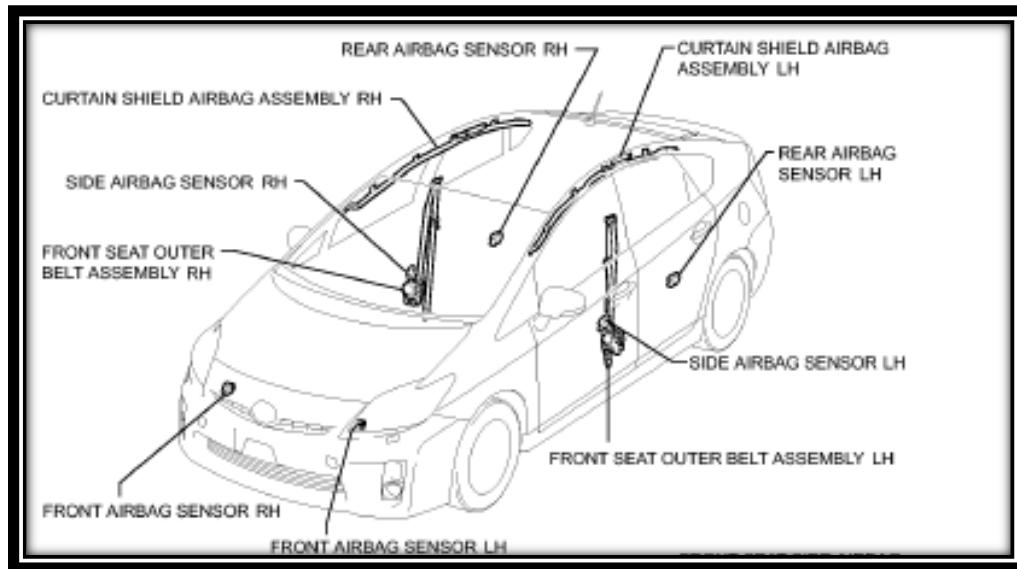


Figura 2. 1: Airbags en Toyota Prius 2010.

Fuente: Manual On Demand 5.

Editado por: Pedro Valarezo.

Cada Airbag trabaja en conjunto con los asientos y cinturones de seguridad, ya que por medio de la red CAN BUS, sensores de presión en los asientos, y sensores de los broches de cinturón de seguridad se aseguran de saber qué asiento se encuentra ocupado y que asiento se encuentra libre y así saber cuál Airbag debe desplegarse y cuál no; más los sensores de impacto ubicados en la pen el módulo delantero detrás del alma de hierro del bumper del lado derecho e izquierdo.

Normalmente si medimos la resistencia de 1 airbag es de un Momh trabajan con una corriente de ignición de menos de entre 0.97 V a 1 V y de 5 V al detonar, su tiempo de reacción está entre 25 y 55 milisegundos.

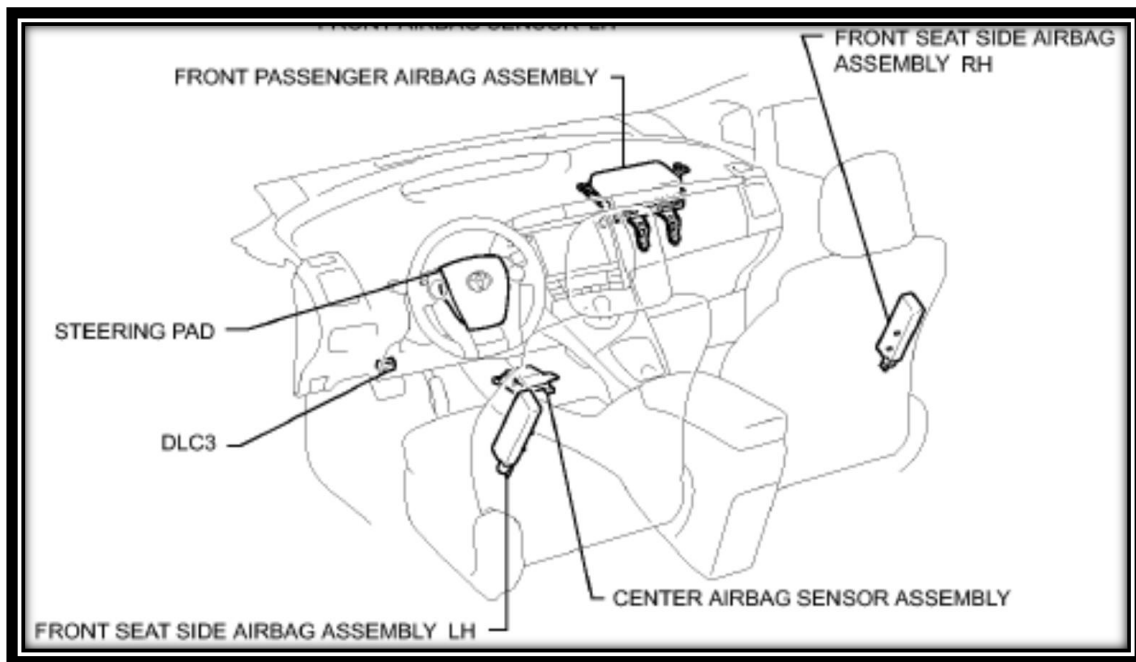


Figura 2. 2: Airbags principales Toyota Prius.

Fuente: Manual On Demand 5.

Editado por: Pedro Valarezo.

De igual manera posee sensores de impacto en el módulo trasero bajo el alma de hierro del bumper posterior sobre el lado derecho e izquierdo, y dado que tiene airbags de cortina y airbags en el lado exterior de los asientos delanteros tiene sensores de impacto en cada puerta como podemos observar en la Figura 2.1.

Los sensores de impacto ubicados periféricamente en el vehículo al momento de ser activados en una colisión envían una señal al módulo central de airbags, el cuál; trabaja de manera simultánea con las ECU de otros sistemas, como lo son el sistema de detección de ocupantes y el sistema de control de cinturones de seguridad.

En su mayoría los sistemas y ECU de airbags en el vehículo intercambian información con la ECU central, la cual le da no solo alimentación sino información para activar los airbag o componentes de los otros sistemas de seguridad pasiva; sino que se valen también de las luces testigo del tablero para tomarla en cuenta como una señal adicional en las ECU y desplegar los airbags o no.

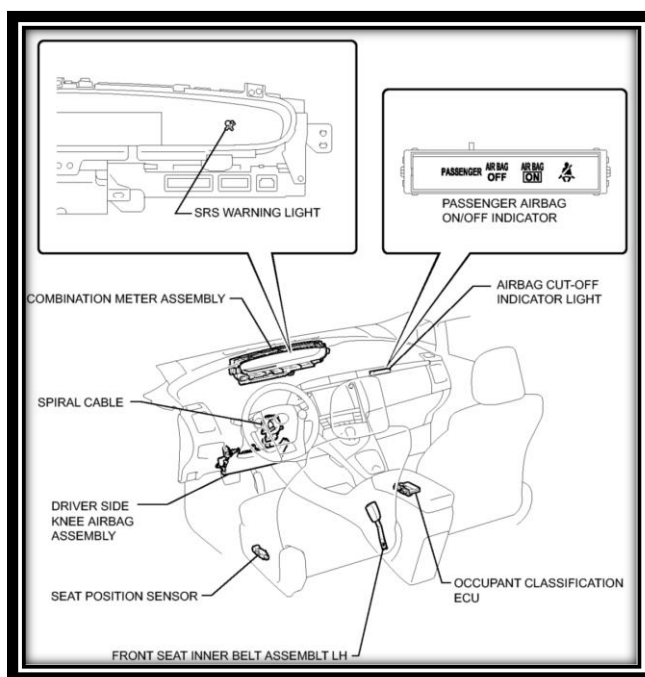


Figura 2. 3: Componentes de sistema airbag.

Fuente: Manual On Demand 5.

Editado por: Pedro Valarezo.

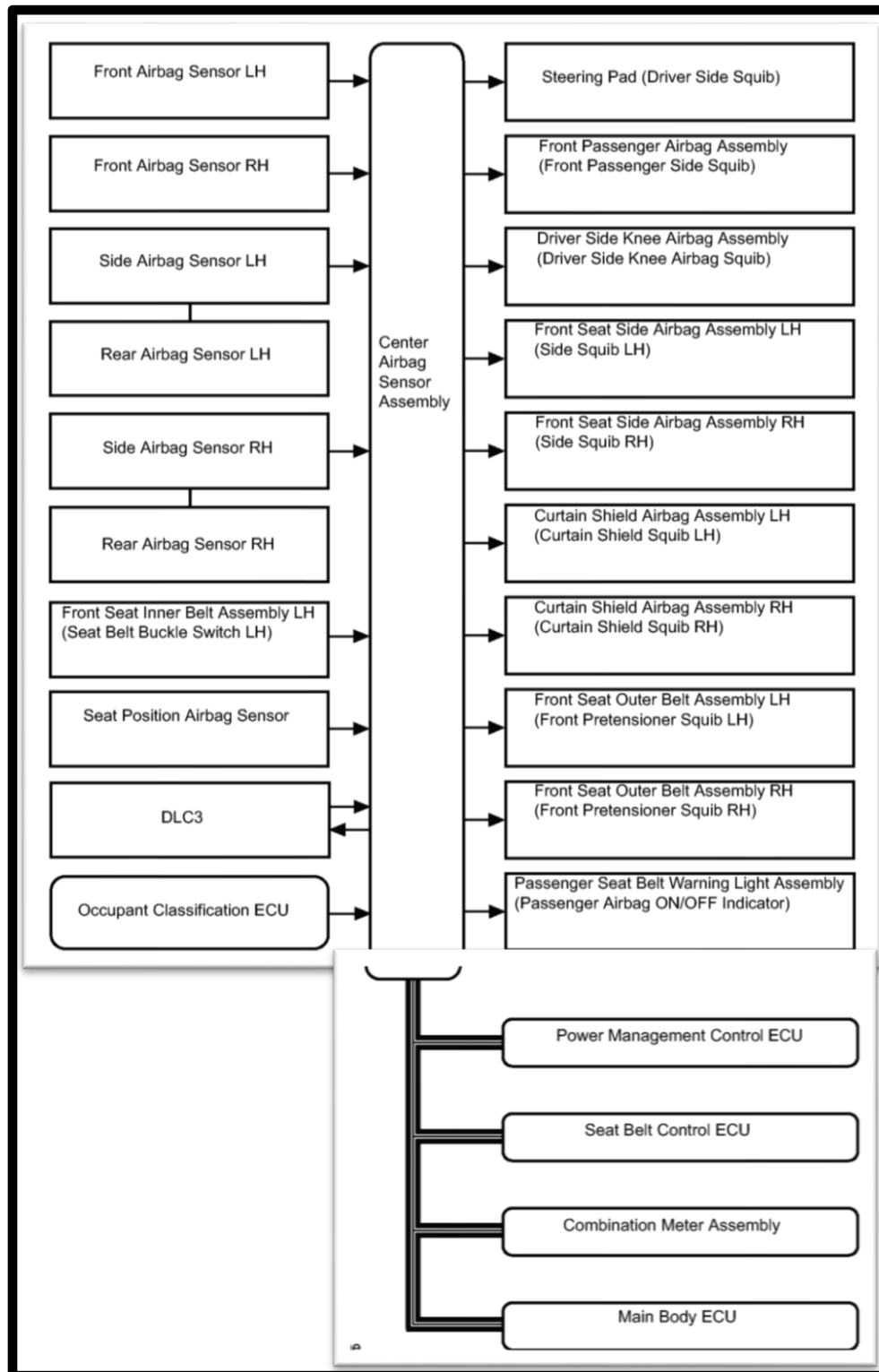


Figura 2. 4: Sistemas que intervienen en los airbags.

Fuente: Manual On Demand 5.

Editado por: Pedro Valarezo.

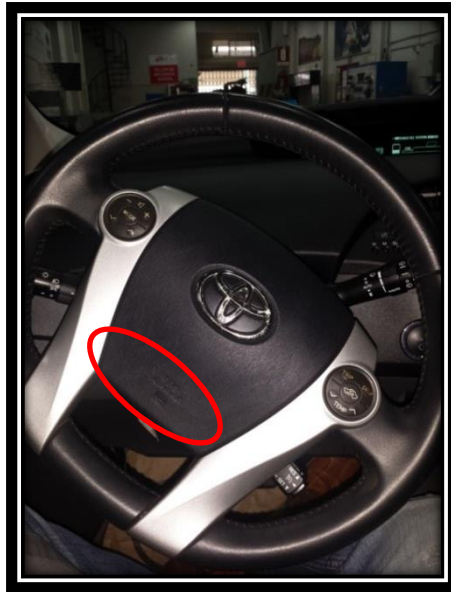


Figura 2. 5: Airbag en volante.

Fuente: Pedro Valarezo.

Editado por: Pedro Valarezo.



Figura 2. 6: Airbag de pasajero.

Fuente: Pedro Valarezo.

Editado por: Pedro Valarezo.



Figura 2. 7: Airbag de cortina delantero (derecho e izquierdo).

Fuente: Pedro Valarezo.

Editado por: Pedro Valarezo.



Figura 2. 8: Airbag lateral exterior en asiento de conductor.

Fuente: Pedro Valarezo.

Editado por: Pedro Valarezo.



Figura 2. 9: Airbag lateral exterior en asiento de copiloto.

Fuente: Pedro Valarezo.

Editado por: Pedro Valarezo.



Figura 2. 10: Socket y cable amarillo de despliegue para airbag lateral exterior de asiento.

Fuente: Pedro Valarezo.

Editado por: Pedro Valarezo.

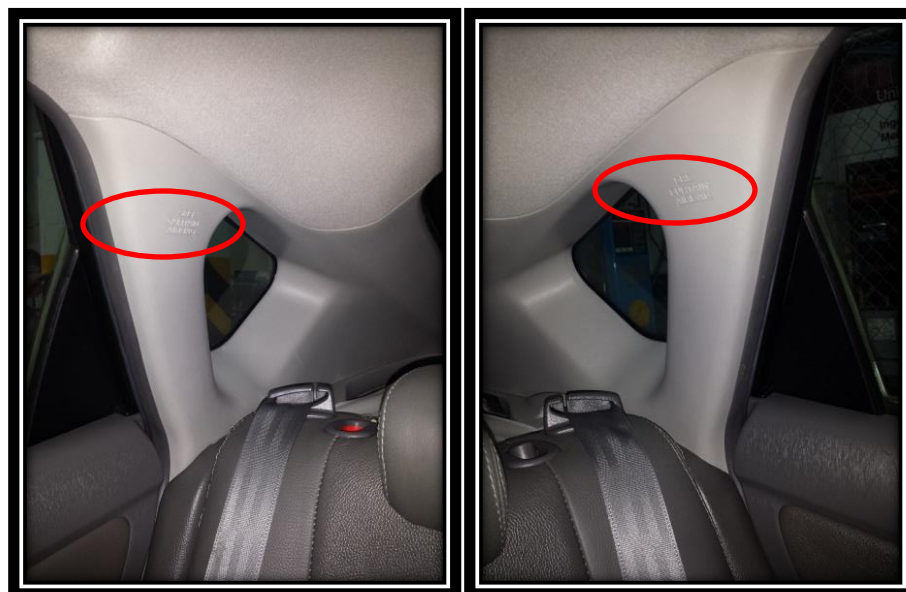


Figura 2. 11: Airbags de cortina posteriores.

Fuente: Pedro Valarezo.

Editado por: Pedro Valarezo.



Figura 2. 12: Airbag de rodillas para el conductor.

Fuente: Pedro Valarezo.

Editado por: Pedro Valarezo.

En síntesis, el sistema airbag del Toyota Prius modelo “A” verifica y constata varios parámetros antes de desplegar cualquier airbag. Verifica qué asiento está ocupado, verifica qué ocupante lleva puesto el cinturón y en caso de no tenerlo puesto emite una alerta auditiva para que se lo coloque, y primero y más importante analiza de dónde viene el impacto sea frontal, posterior o lateral ya que el airbag se despliega a velocidades superiores de entre 20 o 30 km/h.

2.1.2. Cinturones de seguridad.

Este singular componente de seguridad pasiva ubicado en los 5 puestos disponibles en el Toyota Prius modelo “A” trabaja en conjunto con el módulo central del airbag, ya que su pretensor trabaja con señales provenientes del módulo central de airbag las cuales antes del salir del módulo airbag entraron como señales de sensores de impacto, broches de los cinturones de seguridad, sensores de posición de asiento y de la ECU de clasificación de ocupantes.

Su principal misión es mantener al ocupante en su asiento en situación de colisión y pre-colisión, también se activa bajo cargas pequeñas pero así mismo en situación de pre-colisión el pretensor retrae al ocupante para ajustarlo en el asiento y evitar que se haga daño mientras transcurre la colisión.

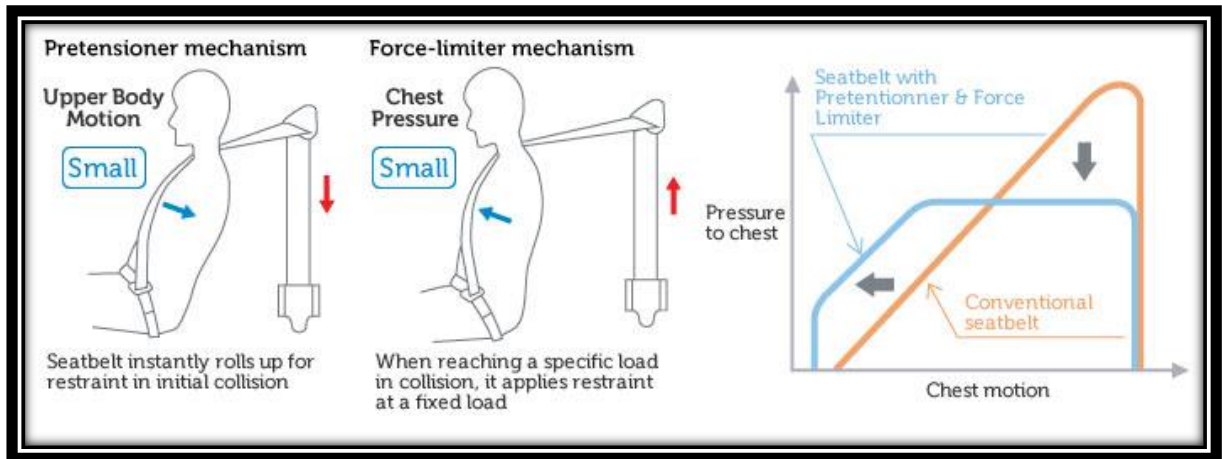


Figura 2. 13: Trabajo del pretensor.

Fuente: http://www.toyota-global.com/innovation/safety_technology/safety_technology/technology_file/passive/images/sft_21_03.jpg .

Editado por: Pedro Valarezo.

El broche del cinturón de seguridad juega un papel muy importante en este componente ya que está sujeto a la estructura del asiento y es un punto de enganche en dónde encaja el cinturón aparte del anclaje en el pilar central de la cabina, dicho broche también envía una señal al módulo central de airbag para sumar información al momento de desplegar los airbags para saber si el ocupante lleva puesto el cinturón de seguridad o no.



Figura 2. 14: Sinergia entre cinturón de seguridad y Airbag.

Fuente: http://www.toyota-global.com/innovation/safety_technology/safety_technology/technology_file/passive/images/sft_21_05.jpg .

Editado por: Pedro Valarezo.

Al momento de tener una colisión de 30 a 50 km/h el pretensor del cinturón de seguridad ajusta al ocupante al asiento habiendo recibido una señal del módulo central del airbag el cuál a su vez ha recibido más información del módulo de detección de ocupantes y del broche del cinturón de seguridad y acciona el pretensor.

Dependiendo de la estatura del ocupante que esté en el asiento el cinturón de seguridad tiene su regulación en el anclaje para no hacer incómodo el uso del mismo. Cabe recalcar que dado que los asientos del Toyota Prius híbrido modelo “A” tienen un sensor de detección de ocupante, éste debe ser calibrado al momento de que un niño ocupe el asiento delantero, por tanto es recomendable que niños u ocupantes que pesen menos de 30 Kg usen los asientos traseros.

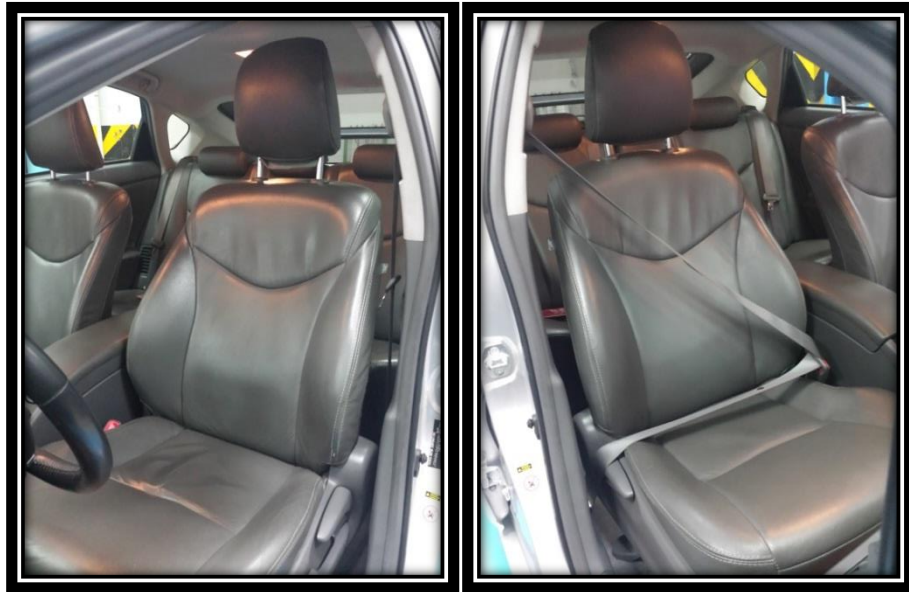


Figura 2. 15: Cinturones de seguridad (piloto y copiloto).

Fuente: Pedro Valarezo.

Editado por: Pedro Valarezo.



Figura 2. 16: Cinturones de seguridad traseros.

Fuente: Pedro Valarezo.

Editado por: Pedro Valarezo.



Figura 2. 17: Anclajes de cinturones de piloto y copiloto.

Fuente: Pedro Valarezo.

Editado por: Pedro Valarezo.



Figura 2. 18: Anclaje de cinturones de seguridad traseros (der e izq).

Fuente: Pedro Valarezo.

Editado por: Pedro Valarezo.



Figura 2. 19: Anclaje de cinturón de seguridad trasero central.

Fuente: Pedro Valarezo.

Editado por: Pedro Valarezo.

2.1.3. Apoyacabezas.

El vehículo híbrido Toyota Prius modelo “A” dentro de las bondades de sus sistemas de seguridad pasiva posee los apoyacabezas de los asientos, los cuales están colocados en cada plaza disponible en el vehículo que son 5, su objetivo es reducir o evitar el latigazo cervical al momento de una colisión frontal o una colisión originada en el módulo trasero del vehículo.

Así mismo son regulables, se los coloca de acuerdo a la estatura del ocupante, no posee ningún sensor que se comuniquen con las ECU del vehículo.

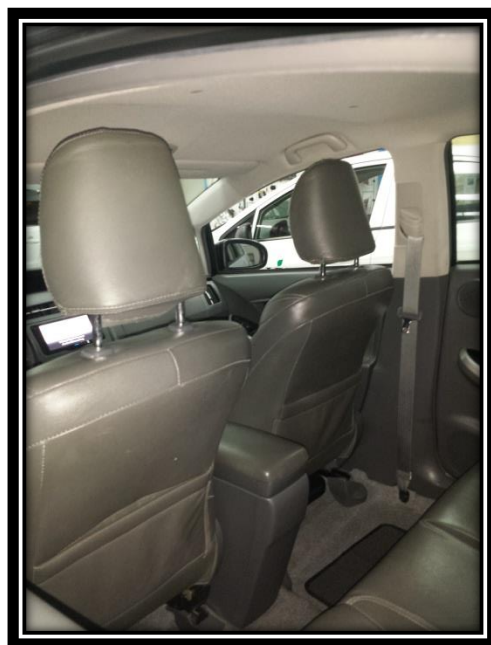


Figura 2. 20: Apoyacabezas de piloto y copiloto.

Fuente: Pedro Valarezo.

Editado por: Pedro Valarezo.



Figura 2. 21: Apoyacabezas de asientos traseros.

Fuente: Pedro Valarezo.

Editado por: Pedro Valarezo.

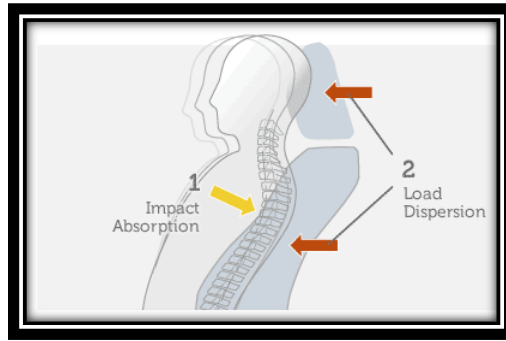


Figura 2. 22: Esquema de trabajo de apoyacabezas.

Fuente: http://www.toyota-global.com/innovation/safety_technology/safety_technology/technology_file/passive/images/sft_24_03.gif .

Modificada: Pedro Valarezo.

Posee un mecanismo dentro del lumbar del asiento que el cual por medio de un resorte al golpear el apoyacabeza en una colisión éste hace que el mismo mueva su posición de una posición neutral a ser presionado hacia atrás reduciendo el efecto de la colisión.

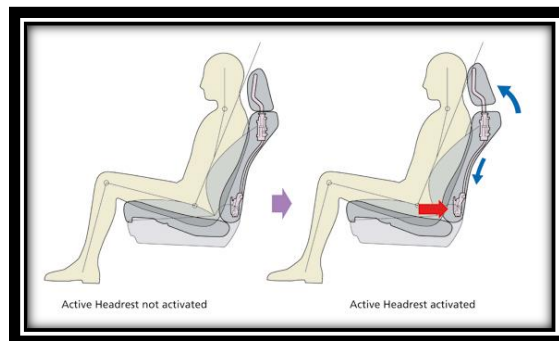


Figura 2. 23: Tecnología activa en apoyacabezas.

Fuente: http://www.toyotasingapore.com.sg/Images/prius_safety_02_tcm310-162755.jpg .

Editado por: Pedro Valarezo.

2.1.4. Carrocería autoportante.

La carrocería autoportante de nuestro Toyota Prius modelo “A” está dividida en 3 módulos, módulo delantero, módulo central, y módulo trasero ; de los cuales los módulos delantero y trasero están diseñados para en caso de colisión absorber la energía de una colisión y transformarla en deformación y mantener protegido el módulo central dónde se encuentra el habitáculo de los ocupantes .

El módulo central está construido a diferencia de los módulos con alta más rigidez y dureza para proteger la vida de los ocupantes en pocas palabras posee una cabina de alta resistencia.

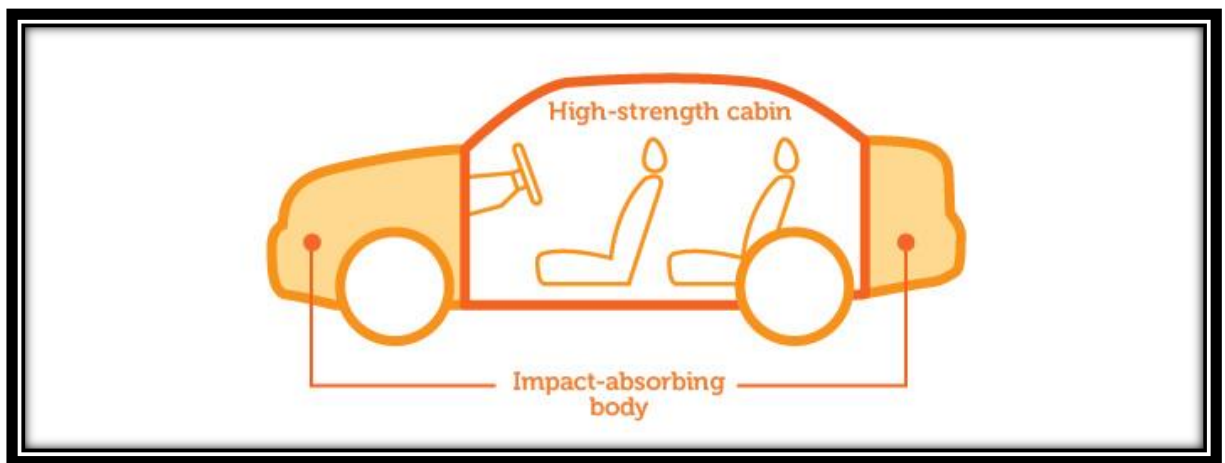


Figura 2. 24: División de módulos en la carrocería autoportante.

Fuente: http://www.toyota-global.com/innovation/safety_technology/safety_technology/technology_file/passive/images/sft_43_02.jpg .

Editado por: Pedro Valarezo.

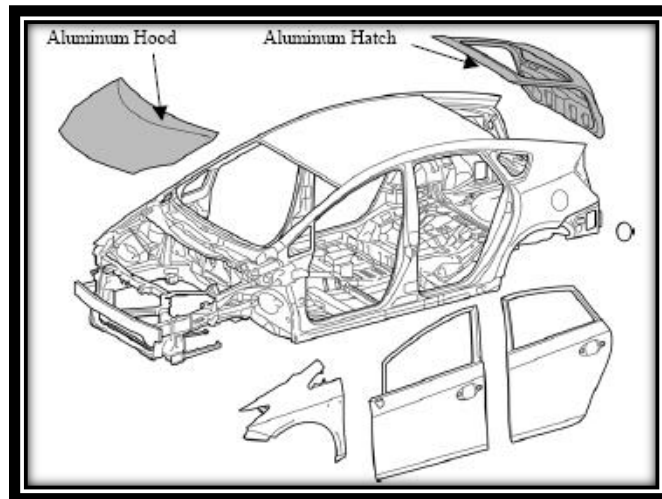


Figura 2. 25: Carrocería autoportante Toyota Prius.

Fuente: Guía de respuestas de emergencia Toyota Prius 2010.

Editado por: Pedro Valarezo.

2.1.4.1. Tipos de colisiones.

Colisión frontal.- Es el impacto que se produce desde la parte delantera del vehículo puede ser simplemente frontal o frontal lateral. Para la protección de los sistemas que se encuentran en la parte delantera tenemos el módulo delantero junto con los compactos que sostienen la parte delantera.

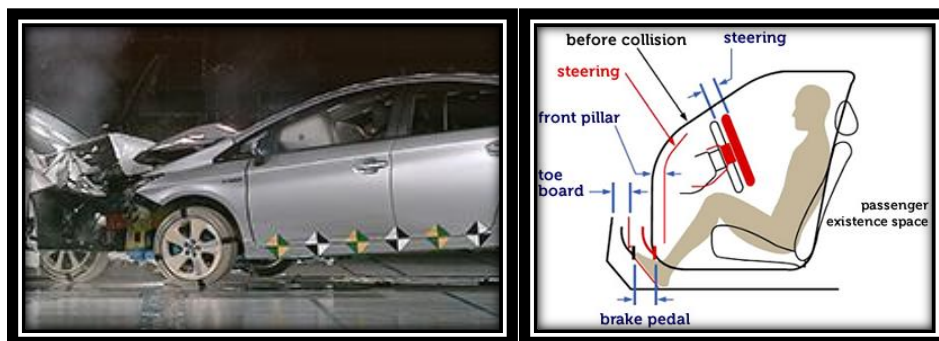


Figura 2. 26: Colisión frontal.

Fuente: http://www.toyota-global.com/innovation/safety_technology/safety_technology/technology_file/passive/images/sft_25_03.jpg .

Editado por: Pedro Valarezo.

Colisión lateral.- Es aquella que se genera a uno de los costados del vehículo comúnmente son recibidos por el módulo central y por el pilar central de la cabina que sostiene y asegura las puertas y que protege a los ocupantes de la colisión.



Figura 2. 27: Colisión lateral.

Fuente: http://www.toyota-global.com/innovation/safety_technology/safety_technology/technology_file/passive/images/sft_19_02.jpg .

Editada: Pedro Valarezo.

Colisión Trasera.- Es la que se genera en la parte de atrás del vehículo, golpeando o abollando el módulo trasero el cuál absorbe la energía de la colisión y no deformat el módulo central.

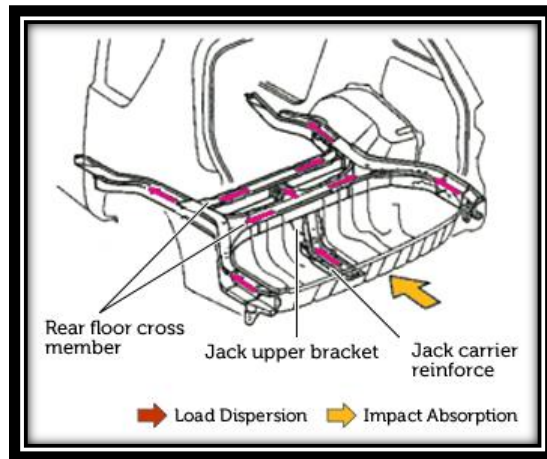


Figura 2. 28: Colisión trasera.

Fuente: http://www.toyota-global.com/innovation/safety_technology/safety_technology/technology_file/passive/images/sft_24_02.jpg .

Editado por: Pedro Valarezo.

2.1.4.2. Material de carrocería.

El material del que se encuentra fabricada la carrocería del Toyota Prius modelo “A” en su módulo central o cabina central es de acero laminado de ultra-alta resistencia en su módulo delantero y trasero mientras que su capot y la puerta del maletero son de aluminio y otros paneles menos importantes como el piso divisiones menores son de acero de alta resistencia.

El acero de ultra-alta resistencia que es el refuerzo de toda la estructura central de toda la cabina y carrocería tiene una magnífica resistencia de 890 MPa o 9075.150 Kg/cm² mientras que el acero de alta resistencia no soporta más de un esfuerzo de rotura de 210 MPa o 2141.32 Kg/cm².

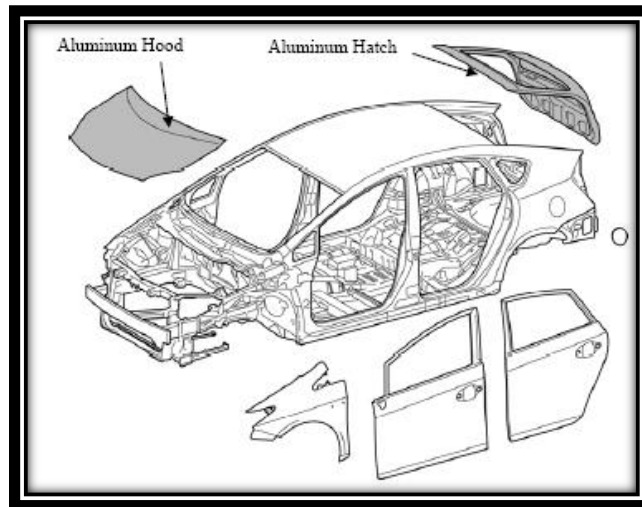


Figura 2. 29: Carrocería Toyota Prius modelo "A"

Fuente: Guía de respuesta de emergencia de Toyota Prius. Toyota Motor Corp.

Editado por: Pedro Valarezo.

2.1.4.3. Resistencia en puertas.

En el interior de cada puerta del Toyota Prius Híbrido modelo "A" encontramos una defensa adicional que por estar dispuesta a lo largo de la puerta al momento de un choque ésta se asienta sobre el pilar frontal y el pilar central de la cabina.



Figura 2. 30: Barra de defensa en puertas delanteras.

Fuente: Pedro Valarezo.

Editado por: Pedro Valarezo.

El acero del que están hechas dichas barras de defensa en las puertas son de ultra-alta resistencia cómo la de los pilares de la cabina, su tarea es garantizar que no haya intrusión de otro vehículo en la cabina y defender a los ocupantes.

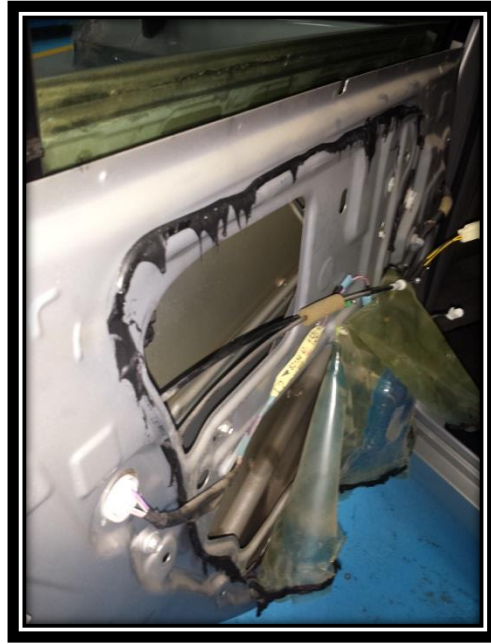


Figura 2. 31: Barra de defensa en puertas traseras.

Fuente: Pedro Valarezo.

Editado por: Pedro Valarezo.

2.1.5. Columna de dirección fraccionada.

Dicho elemento mecánico, componente de la dirección asistida del Toyota Prius modelo “A” está diseñado para que, dependiendo del tipo de colisión se rompa al ser empujado o cambiado de posición durante un choque para proteger la integridad del conductor. Comúnmente se fractura con fuerzas de entre 170 a 200 Kg/cm².

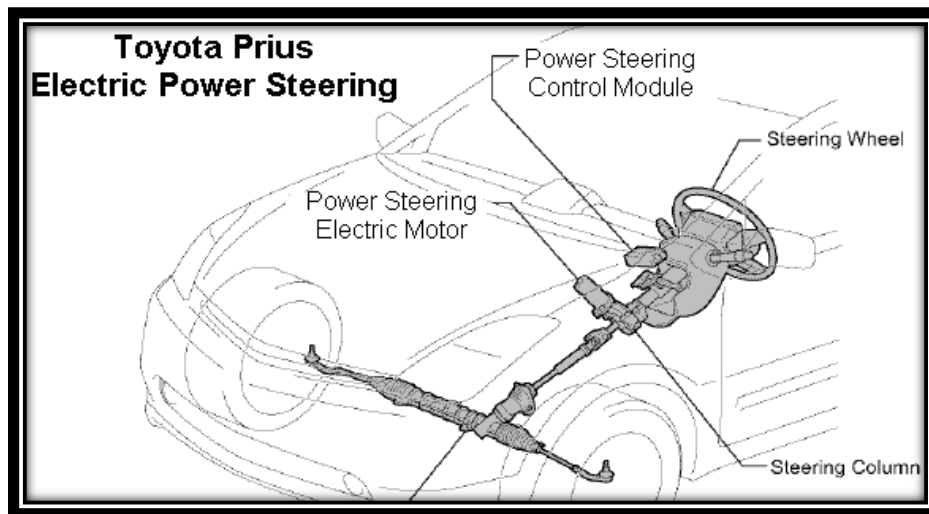


Figura 2. 32: Columna de dirección fraccionable Toyota Prius.

Fuente: http://www.aa1car.com/library/electric_steering_toyota_prius.gif .

Editado por: Pedro Valarezo.

2.1.6. Cristales.

En el vehículo híbrido Toyota Prius en todos sus modelos desde sus inicios ha traído en su parabrisas vidrio laminado y en sus ventanas, ventoleras, y luneta posterior vidrio templado. El motivo principal es salvaguardar la integridad de los ocupantes.

El vidrio laminado es la unión de dos cristales adheridos por una lámina de polivinilo de butiral su principal característica es la alta resistencia a los impactos y conservar su estructura sin caerse en pedazos, mantiene la unidad ante un impacto para proteger a los pasajeros sin causarles heridas fatales por desprendimiento de pedazos de vidrio.

El vidrio templado por otro lado es diseñado con un fin distinto, al romperse se divide en pedazos muy pequeños de vidrio los cuales no causan mayores lesiones

a los ocupantes en caso de siniestros. Se prepara de 575°C a 635°C se logra sometiendo dos superficies exteriores a altas temperaturas y recocidos.

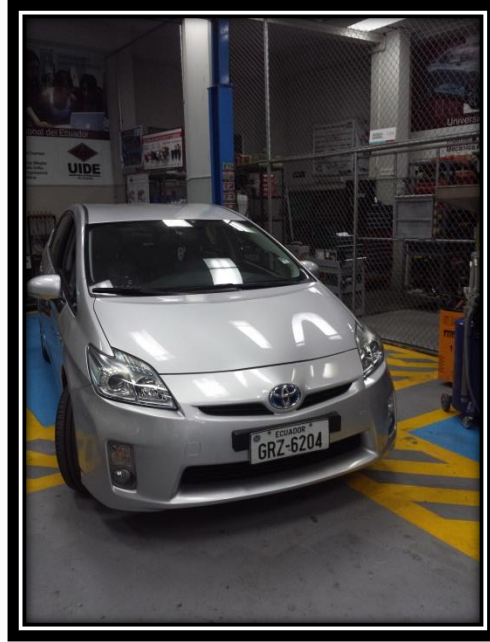


Figura 2. 33: Parabrisas laminado en Prius.

Fuente: Pedro Valarezo.

Editado por: Pedro Valarezo.

De las propiedades del vidrio laminado es casi las mismas que el vidrio templado, su transparencia y la durabilidad, también actúa como aislante acústico, y como filtro de rayos UV (ultravioleta).



Figura 2. 34: Vidrio laminado sin fracturas.

Fuente: Pedro Valarezo.

Editado por: Pedro Valarezo.

2.2. Comprobaciones.

2.2.1. Tipos de comprobaciones.

A continuación las pruebas que se harán serán tanto manuales como automáticas por medio del equipo Tech Stream.

2.2.1.1. Airbags.

En cuanto al sistema de airbags es importante saber que no hay una prueba definida para probar la cápsula de la bolsa de aire o el detonante porque implicaría activar el detonante y reemplazar la cápsula airbag, por tanto; se recomienda verificar los contactos y conexiones a cada una de las cápsulas airbag existentes que en este caso son:

- Airbag frontal (conductor y pasajero).
- Airbag de rodillas (en el Prius “A” presente sólo en el lado del conductor).

- Airbag lateral exterior (presentes en los asientos delanteros).
- Airbag de cortina (delanteros y traseros).

En caso de querer verificar un poco más a fondo el sistema airbag, con la herramienta de exploración Tech Stream de la marca Toyota podemos conectarnos al vehículo mediante su interface y en caso de existir algún código del sistema airbag ingresar y borrarlo y de ser recurrente el problema verificar conexiones.

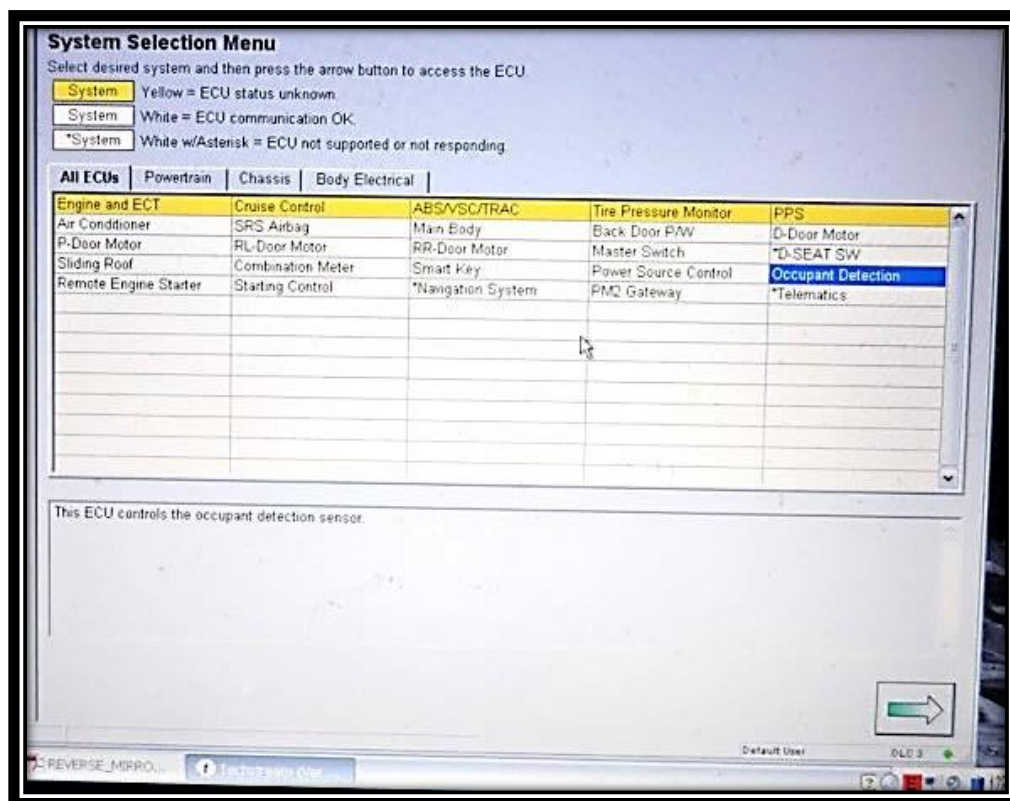


Figura 2. 35: Sistema de detección de ocupantes mediante Tech Stream.

Fuente: Software Toyota-Tech Stream.

Editado por: Pedro Valarezo.

El sistema de detección de ocupantes trabaja por medio de la red CAN-BUS y a través del sensor de detección de ocupante o también llamado sensor de

posición de asiento; da la información al módulo de detección de ocupante y seguido éste módulo informa qué asientos tienen ocupantes antes y durante la colisión al módulo central de airbag para saber qué airbag debe desplegarse.

El sensor de detección de ocupante ubicado en cada asiento es calibrable esto es para saber el peso de la persona que ocupa el asiento y para saber si es un niño o un adulto, mediante la interface del Tech Stream es posible calibrarlo.

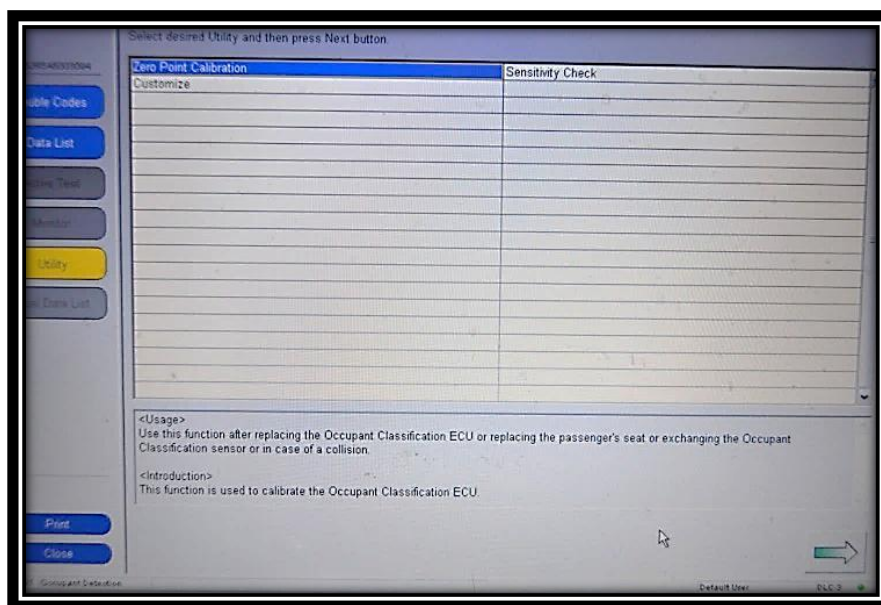


Figura 2. 36: Inicio de punto de calibración para sensores de detección de ocupantes.

Fuente: Software Toyota-Tech Stream.

Editado por: Pedro Valarezo.

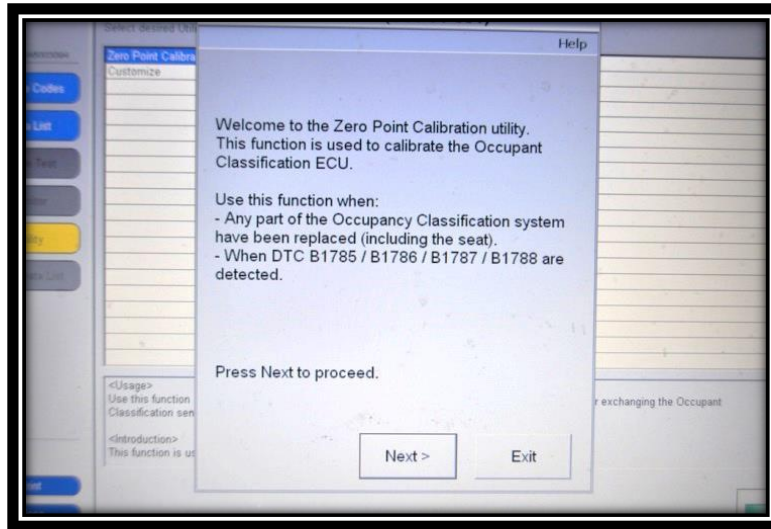


Figura 2. 37: Proceso de calibración de sensor de detección de ocupante.

Fuente: Software Toyota-Tech Stream.

Editado por: Pedro Valarezo.

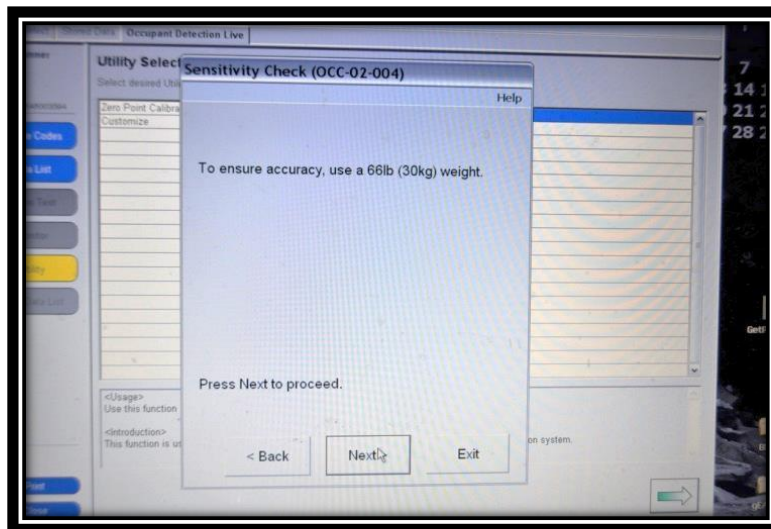


Figura 2. 38: Punto final del proceso de calibración de sensores de detección de ocupantes.

Fuente: Software Toyota-Tech Stream.

Editado por: Pedro Valarezo.

2.2.1.2. Cinturones de seguridad.

En el caso de los cinturones de seguridad tanto delanteros como traseros manualmente podemos probar los broches en los cuales se aseguran, cada broche se comunica con el módulo central del airbag como podemos verlo en la figura 2.39 para saber si el cinturón está colocado o no, o también para saber si el cinturón está ajustado o holgado.

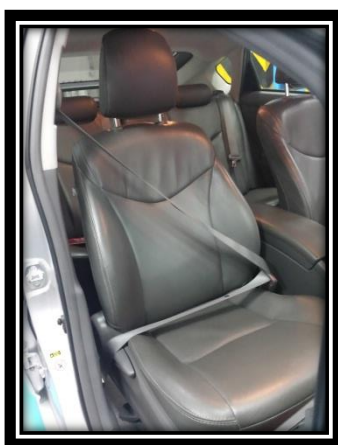


Figura 2. 39: Prueba de broches de cinturones de seguridad.

Fuente: Pedro Valarezo.

Editado por: Pedro Valarezo.

En otro caso de los cinturones de seguridad su pretensor instalado en cada uno de los cinco cinturones disponibles en las plazas del Toyota Prius modelo “A” encontramos 2 maneras de activarlo. La primera consiste en probarlos manualmente, al dar un tiro repentino a la correa del cinturón de seguridad ésta teniendo el pretensor del cinturón de seguridad en buen estado al dar el tiro rápidamente se va a trabar hasta soltarlo y por sí mismo se va a retraer.

Vehicle Speed Meter		
Coolant Temperature	0	
Head Up Display Switch (Up)	185,0	F
Head Up Display Switch (Down)	OFF	
Head Up Display Switch (Main)	OFF	
Timer Switch M on Combination Meter	OFF	
Timer Switch H on Combination Meter	OFF	
Timer Switch 00 on Combination Meter	OFF	
Check Engine SW	OFF	
Parametro	Valor	Unidad
Light Control Up Switch	OFF	
Light Control Down Switch	OFF	
Light Control Switch	OFF	
Multi Display Select Switch	OFF	
Drive Monitor Reset SW	OFF	
+B Voltage Value	14,2	V
Fuel Input	4,2	G
2nd-Row Seatbelt Buckle (R)	ON	
2nd-Row Seatbelt Buckle (L)	ON	
2nd-Row Seatbelt Buckle (C)	ON	
Oil Pressure Switch	ON	

Figura 2. 40: Vista desde Tech Stream de posición de broche de cinturón de seguridad.

Fuente: Pedro Valarezo.

Editado por: Pedro Valarezo.

La segunda manera de verificar el funcionamiento es, retirando el tapizado del pilar central de la cabina y verificar su cable de conexión el cuál va a estar comunicado con el módulo central de airbag y en situación de pre-colisión lo controlará y hará q esté libre o tensionado.

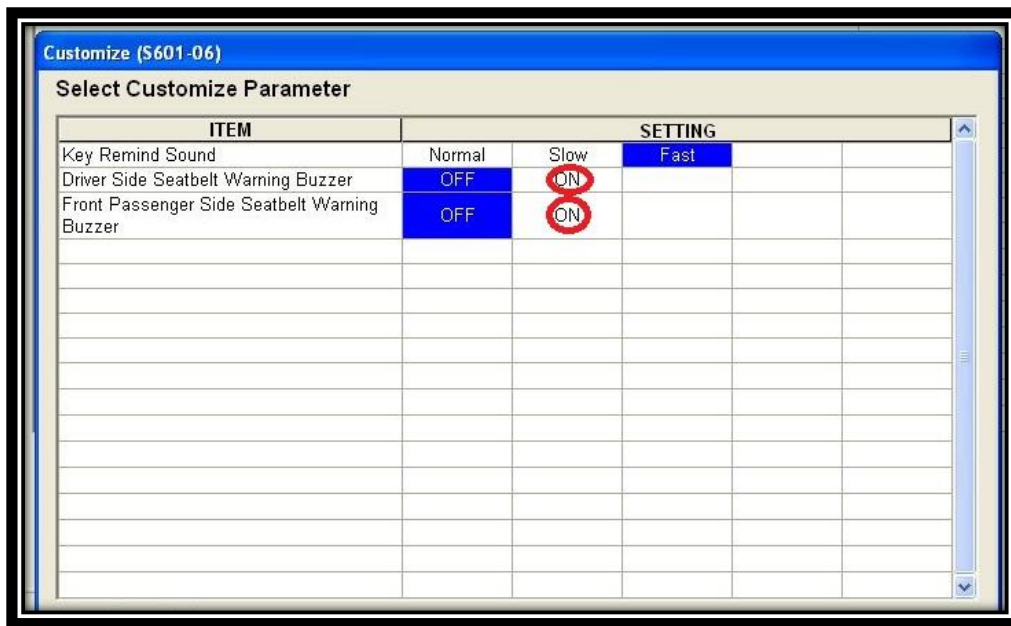


Figura 2. 41: Configuración de alerta de cinturones de seguridad.

Fuente: Software Toyota- Tech Stream

Editado por: Pedro Valarezo.

2.2.1.3. Apoyacabezas.

El apoyacabezas uno de los elementos de seguridad pasiva más sencillos pero así mismo uno de los más importante ya que retiene el movimiento del cráneo del ocupante del asiento evitando el latigazo cervical durante una colisión, su prueba y revisión es muy básica y sencilla, probamos su mecanismo de 3 posiciones al subir y bajar el cabezal apoyacabeza.



Figura 2. 42: Prueba de apoyacabezas (movimiento de adelante hacia atrás).

Fuente: http://www.toyota-global.com/innovation/safety_technology/safety_technology/technology_file/passive/images/sft_42_04.jpg .

Editado por: Pedro Valarezo.



Figura 2. 43: Diferencia de alturas entre apoyacabezas puede regularse.

Fuente: Pedro Valarezo.

Editado por: Pedro Valarezo.

2.2.1.4. Carrocería.

El centro de toda la seguridad pasiva sobre la cual se encuentra montado todo el vehículo es su carrocería, es la parte fundamental la cual se encuentra constituida por una estructura monocasco de acero de alta resistencia y acero de ultra-alta resistencia , el acero de ultra-alta resistencia se ubica en la estructura principal de la cabina, es decir que de un 70 a un 80% de la cabina es de acero de ultra-alta resistencia mientras que el otro 30 o 20% de la carrocería es de acero de alta resistencia ubicado en paneles como el piso.

Las pruebas que se efectúan son pruebas de colisión que se hacen tanto frontal, lateral y trasero; se lo realiza en un ambiente controlado y monitoreado el 100% de todos los ángulos posibles.

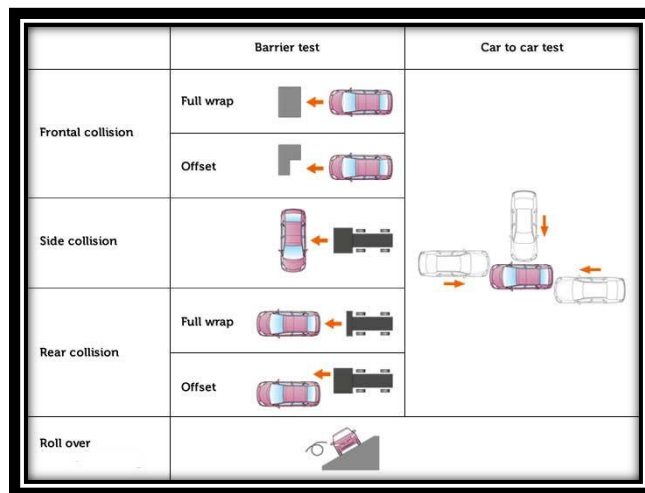


Figura 2. 44: Pruebas de colisión.

Fuente:http://www.toyotaglobal.com/innovation/safety_technology/safety_technology/technology_file/passive/images/sft_19_01.jpg .

Editado por: Pedro Valarezo.

2.2.1.5. Columna de dirección fraccionada.

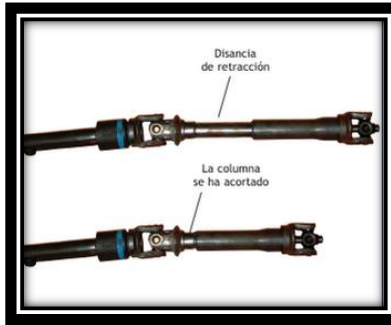


Figura 2. 45: Eje intermedio de la columna de dirección Toyota Prius.

Fuente: Sistemas de seguridad y Confortabilidad: Grado medio. Martín Hernández, Juan Jesús, Pérez Belló, Miguel Ángel; año 2009.

Editado por: Pedro Valarezo.

Como podemos apreciar en la Figura 2.45 el eje intermedio es la pieza que se desengancha de la columna de dirección o en su defecto se rompe al momento de una colisión frontal para no empujar la columna de dirección contra el conductor.

2.2.1.6. Cristales.

Las pruebas efectuadas en los cristales del vehículo Toyota Prius modelo “A” fueron visuales ya que se realizó una inspección sobre los mismos para encontrar alguna fractura o picadura. El fabricante de los cristales tanto laminados como templados para el Toyota Prius realiza pruebas de esfuerzo, pruebas de traslucidez, pruebas de paso de rayos ultravioleta que ayudan al conductor a tener una mejor apreciación del exterior y sobre todo seguridad al momento de un siniestro.

2.3. Parámetros del fabricante.

Airbag.- Posee airbags frontales, de rodilla (para el conductor) airbags de cortina (para ocupantes delanteros y traseros), airbags laterales exteriores en asientos (solo en asientos delanteros).

Cinturones de seguridad.- Disponibles en las 5 plazas para los ocupantes en el vehículo conformados por cinturón, broche de cinturón, anclaje a pilar central de la cabina y pretensor de cinturón de seguridad.

Apoyacabezas.- Presentes en los 5 puestos de los asientos disponibles en el Toyota Prius, los 5 son regulables a distintas alturas con mecanismos retractiles hacia adelante y atrás, arriba y abajo para minimizar efecto latigazo cervical.

Carrocería Autoportante.- O monocasco, hecha de acero de ultra-alta resistencia en toda su estructura principal y en su estructura secundaria construida de acero de alta resistencia, con barras de acero de ultra alta resistencia en las puertas de los ocupantes.

Columna de dirección fraccionada.- Instalada en el eje de la cremallera colapsable al impacto.

Cristales.- Cristal laminado en el parabrisas, ventanas, ventoleras y luneta son hechas de cristal templado

CAPÍTULO III

ANÁLISIS DEL SISTEMA DE SEGURIDAD PASIVA DEL VEHICULO HÍBRIDO TOYOTA PRIUS MODELO “A”

Las pruebas de seguridad pasiva realizadas en nuestro Toyota Prius modelo “A” son netamente limitadas a la verificación de la existencia, funcionamiento y conexión de los sistemas de airbag, cinturones de seguridad con pretensores, apoyacabezas de asientos, carrocería autoportante, columna de dirección colapsable, cristales laminados y templados.

3.1. Equipos de prueba.

3.1.1. Herramientas.

- Destornillador punta plana #2.
- Destornillador punta en estrella #3.

3.1.2. Equipo de diagnóstico.

- Laptop con software Tech Stream.
- Cable de interface TIS Mongoose.

3.1.3. Materiales.

- Waípe.
- Franela.
- Extensión eléctrica.

3.2. Seguridad.

Airbag.

- Al manipular conexiones de airbag asegúrese de no aterrizar ningún cable a tierra.
- Después de desconectar el vehículo completamente de su fuente de energía esperar 90 segundos para que termine de descargar energía residual del sistema para evitar daños o heridas y evitar el despliegue involuntario de los airbag.
- Para remover cualquier cápsula de airbag, asegurarse de leer el procedimiento correctamente indicado en el manual del vehículo.
- Para desinstalar partes del sistema airbag asegurarse de leer la guía de precauciones descritas en el manual del vehículo.
- Para almacenar la capsula airbag asegurarse de dejar la cara de la cápsula apuntando hacia arriba.
- Antes de desechar una cápsula de airbag verificar los componentes de dicha capsula que pueden ser peligrosos para el ambiente y requieran de in tratamiento especial para desechar.
- Nunca desechar un volante con el airbag.
- Al desplegarse el airbag es muy ruidoso, asegurarse de tener la protección auditiva necesario y no estar cerca de personas que no dispongan protección auditiva.
- Al desplegar un airbag usar la herramienta SST especificada para desplegar airbag, realizar la operación en un lugar apartado de la interferencia eléctrica.

- Al desplegar un airbag frontal de volante, realizarlo a 10 metros de distancia del lugar de la operación.
- Usar guantes y lentes de seguridad para manipular una cápsula de airbag desplegada.
- No aplique agua a una cápsula de airbag desplegada.
- Luego de completar la operación con equipos airbag lave sus manos con agua.
- Antes de desplegar un airbag asegúrese de no estar cerca del vehículo.
- Al desplegarse un airbag su cápsula queda extremadamente caliente esperar de 20 a 30 minutos para que se enfríe y poder recogerla.
- Al instalar un equipo de airbag asegurarse que sus cables queden sujetos sin hacer juego.
- Al instalar una cápsula airbag asegurarse de que quede bien asegurado su socket.

Cinturón de seguridad.

- Un pretensor del cinturón de seguridad puede ser activado por estática, antes de manipular el sistema asegurarse de tocar una superficie metálica que descargue a tierra la estática del cuerpo.
- No mantener sujeto el cinturón de seguridad mientras se revisa el pretensor.

Apoyacabezas.

- Retirar con cuidado la almohadilla apoyacabezas presionando el seguro para sacarlo.

- Antes de desechar un apoyacabezas verificar el material del que está hecho para disponer de su reciclado.

Carrocería Autoportante.

- Antes de inspeccionar la carrocería usar casco.
- Antes de inspeccionar la carrocería usar lentes de seguridad.

Columna de dirección fraccionada.

- Para retirar el eje de la dirección usar las herramientas descritas en el manual del vehículo.

Cristales.

- Para inspeccionar los cristales del vehículo asegurarse de tener limpia toda la superficie.
- Para inspeccionar la superficie de los cristales limpios asegurarse de usar una linterna.

3.3. Análisis de parámetros resultantes de las comprobaciones y de los parámetros del fabricante.

Al considerar verazmente las comprobaciones realizadas y los parámetros del fabricante, es preciso decir que la información otorgada por el manual de reparaciones y de usuario del vehículo es casi compatible con las comprobaciones.

En el caso de los Airbag se constató la existencia de todo lo señalado por los manuales. Su ubicación, su funcionamiento y su red de comunicación y acción.

Los cinturones de seguridad muy bien ajustados en su momento permanecían en óptimo estado y funcionamiento incluyendo su pretensor y su broche que emite una señal de que está en funcionamiento al módulo central de airbag.

Los apoyacabezas son funcionales y activamente seguros tal cómo es descrito en los manuales.

La carrocería autoportante de acuerdo con lo estudiado en los manuales es tácitamente segura, su material de construcción y su diseño son ineludiblemente eficientes contra colisiones y se mantienen a favor de la ergonomía.

La columna de dirección fraccionada es la misma descrita en los gráficos y manuales diseñada para cumplirá la función de proteger al conductor en caso de colisión.

Y los cristales hechos con el propósito de causar el daño mínimo ya que los cristales puestos en nuestro Toyota Prius modelo “A” son los originales instalados con el fin de causar el mínimo daño y mantener la integridad y visibilidad.

Dado el análisis el Toyota Prius modelo “A” sostiene las 5 estrellas por méritos a la seguridad pasiva evaluados anualmente por la Euroncap.

3.3.1. Análisis de resultados de valores nominales teóricos vs valores nominales prácticos.

Airbag.

Valores nominales teóricos

En el habitáculo autoportante del vehículo hay 7 airbags que se despliegan en un tiempo de 10 ms sus zonas de acción son las frontales, laterales exteriores, de cortina, y de rodilla. Tiene sensores de impacto ubicados en la parte del bumper delantero, bumper trasero, y en todas las 4 puertas del vehículo. El sistema trabaja en conjunto con el sistema de detección de ocupantes y el sistema del cinturón de seguridad. Todos se comunican a través de una red CAN BUS de datos por medio de un puerto de interface DLC3 los airbags se despliegan a velocidades mayores de entre 10 y 30 MPH.

Valores nominales prácticos.

- Tiempo de despliegue 10 ms.
- Zonas de acción.
- Frontales.
- De cortina.
- De rodilla.
- Laterales exteriores.
- Ubicación de sensores de impacto.
- Delanteros (derecha e izquierda).

- Traseros (derecha e izquierda).
- En las 4 puertas de los ocupantes.
- Verificación de códigos de avería.
- A través de red CAN-BUS mediante el uso de Tech Stream.
- Componentes involucrados en la función del airbag.
- Sensores de broche de cinturón de seguridad.
- Sensores de detección de ocupantes.
- Módulo central airbag.
- Módulo de detección de ocupantes.
- Sensores de impacto.
- Airbag distribuidos en habitáculo.
- Pretensor de cinturón de seguridad.
- Velocidad de despliegue.
- Entre 10 y 30 MPH.

Cinturón de seguridad.

Valores nominales teóricos.

El cinturón de seguridad posee un pretensor el cuál envía y recibe información del módulo central de airbags, su broche es una parte fundamental del sistema de detección de ocupantes ya que es una de las señales necesarias para desplegar los airbag, en el asiento llega incorporado un sensor de posición o detección de ocupantes que también es enviada al módulo central de airbags.

Valores nominales prácticos.

- Componentes que lo conforman.
- Correa.
- Broche.
- Anclaje.
- Pretensor.

Apoyacabezas.

Valores nominales teóricos.

Mecanismo sencillo dado el año del vehículo el apoyacabezas viene fijado mecánicamente mientras que en los modelos más recientes traen incorporados apoyacabezas activos, por lo tanto el apoyacabezas en nuestro modelo es desmontable y regulable disponible en las 5 plazas del habitáculo.

Valores nominales prácticos.

Desmontable y regulable, ubicado en las 5 plazas de los ocupantes.

Carrocería autoportante.

Valores nominales teóricos.

Fabricada en toda su estructura principal en acero de ultra-alta resistencia mientras que en los paneles secundarios como el piso, piso de maletero, paneles interiores de puerta, techo son de acero de alta resistencia.

Valores nominales prácticos.

- Materiales de construcción.

Acero de alta resistencia en paneles secundarios.

Acero de ultra-alta resistencia en estructura primaria.

Aluminio en capot y compuerta trasera.

- Peso del vehículo.

1420 Kg

- Capacidad de pasajeros.

5 ocupantes.

Columna de dirección fraccionada.

Valores nominales teóricos.

El vehículo posee dirección asistida eléctricamente, trabaja en conjunto con una cremallera la cual está ensamblada a la carrocería; al momento de una colisión la cremallera y la columna de dirección están unidas por un eje el cual colapsa al existir un impacto de colisión.

Valores nominales prácticos.

- Colapsable al impacto.

Cristales.

Valores nominales teóricos.

Cristales laminados en parabrisas adherido a la carrocería con silicón, y cristales templados en ventanas que encajan con el marco de la puerta, ventoleras y luneta adheridas a la carrocería con silicón.

Valores nominales prácticos.

- Vidrios laminados en parabrisas
- Vidrios templados en ventanas, ventoleras y luneta.

Análisis de valores.

Los valores e información encontrada en los manuales de servicio y manuales de usuario están constatados al 100% al darnos cuenta en el estudio y revisión del vehículo que todo se encuentra de acuerdo a lo detallado.

CAPÍTULO IV

DISEÑO DE LA PROPUESTA

En éste capítulo se va a describir y a exponer los resultados encontrados del sistema que hemos estudiado, las herramientas que hemos usado y los equipos que fueron necesarios para realizar la investigación de campo en el estudio del sistema de seguridad pasiva del vehículo híbrido Toyota Prius Modelo “A” año 2010. También se va a encontrar los reconocimientos internacionales acerca de los estándares de seguridad pasiva del vehículo en cuestión que certifican que tan seguro es el vehículo.

Dada la evolución del parque automotor del país y la intrusión de vehículos híbridos en el mercado propongo hacer un **ESTUDIO DEL SISTEMA DE SEGURIDAD PASIVA DEL VEHÍCULO HÍBRIDO TOYOTA PRIUS AÑOS 2010** por medio de los equipos y herramientas usados a lo largo de la investigación.

4.1. Toyota Prius híbrido modelo “A” 2010 Guayaquil-Uide.

El vehículo híbrido Toyota Prius modelo “A” año 2010 es un vehículo adquirido en la ciudad de Guayaquil con un recorrido de 96857 Km en perfecto funcionamiento con un motor de 1.8L de 97 HP y un motor eléctrico de 80HP su sistema de distribución VVT-I con encendido DIS, un motor de ciclo Atkinson con una transmisión CVT-E mantiene una autonomía de 51 MPG en carretera y 48

MPG en ciudad posee un tanque de combustible de 45 lt y mantiene 5 plazas para 5 ocupantes.

Actualmente el vehículo se encuentra en las instalaciones del taller de la facultad de ingeniería automotriz y es en donde he desarrollado mi tema de investigación para adquirir el título de ingeniero en mecánica automotriz. Se lo va a estudiar y analizar personalmente en su área de seguridad pasiva, verificando y comprobando los datos existentes en el sistema que posee el vehículo.

También se explorará el vehículo de acuerdo a la información que se encuentre en los manuales de taller y los manuales de usuario para poner datos más certeros acerca del modelo de vehículo sin variaciones de modelos anteriores o más recientes.

4.2. Sistema de seguridad pasiva del vehículo híbrido Toyota Prius híbrido modelo “A” año 2010.

El sistema de seguridad pasiva del vehículo híbrido Toyota Prius modelo “A” año 2010 es muy completo, se ha realizado el estudio y análisis del mismo y está diseñado para proteger al 88% de los ocupantes por la Euroncap, le han sido otorgadas las 5 estrellas por la Euroncap que es la organización internacional que realiza pruebas de seguridad activa y pasiva en los vehículos del mercado en todas sus categorías.

El vehículo en cuestión como parte del sistema de seguridad pasiva tiene incorporado airbags frontales, de cortina, de rodilla (para el conductor) laterales exteriores en los asientos delanteros. Posee sensores de impacto en la parte

delantera y trasera también en las puertas de los ocupantes junto con sensores de detección de ocupantes en los asientos enlazados al módulo central de airbags que también trabajan con el broche del cinturón de seguridad; tiene cinturones de seguridad con pretensores y broches enlazados a la red del vehículo en los 5 asientos.

En los asientos tiene instalados apoyacabezas regulables con un mecanismo que minimiza la acción del latigazo cervical. La carrocería es otro de los grandes avances tecnológicos de éste vehículo desarrollados en la ingeniería de materiales, al aplicar acero de ultra-alta resistencia en toda la estructura primaria de la carrocería y acero de alta resistencia en paneles secundarios incluso en el interior de las puertas barras de protección para los ocupantes.

Tiene incluido en su sistema de dirección asistida eléctricamente una junta homocinética o eje fraccionable que se desprende al recibir un impacto más los cristales, laminados en el parabrisas y templados en ventanas, ventoleras y luneta.

Se accede a los sistemas del vehículo mediante el software Tech Stream en cuál en el sistema de seguridad pasiva nos ayuda a ver funciones de airbags, cinturones de seguridad, sistema de detección de ocupantes en asientos mientras que los otros sistemas ya dependen del proceso de fabricación del vehículo.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones.

- Se verificó en el sistema de seguridad pasiva del vehículo híbrido Toyota Prius modelo “A” que posee 6 componentes de seguridad pasiva: Cinturones de seguridad, carrocería autoportante, sistemas de airbag, vidrios laminados, vidrios templados, apoyacabezas, columna de dirección colapsable.
- Se verificó y estudió que la funcionalidad de los componentes de seguridad pasiva al ser electrónicos los más importantes como el sistemas de airbag y cinturones de seguridad su funcionalidad al 100% la ejecutan las unidades de control abordo; mientras que los otros componentes mecánicos vienen por default instalados para cumplir su objetivo en la seguridad pasiva.
- Se constató que las señales eléctricas que intervienen en los sistemas de seguridad pasiva son aquellas que ingresan al módulo central de airbag, luego salen del sistema de airbag central y finalmente van hacia actuadores o airbags, también en cinturones de seguridad y detección de ocupantes en asientos delanteros.
- Se verificó que el vehículo híbrido Toyota Prius modelo “A” posee 7 airbags; 2 frontales, 1 de rodilla, 2 laterales exteriores en asientos delanteros y 2 de cortina.

- Se verificó el funcionamiento de los cinturones de seguridad que dependen de la información que es enviada a los módulos centrales del sistema de seguridad pasiva como el módulo airbag y el módulo de detección de ocupantes..

5.2. Recomendaciones.

- Al inspeccionar el sistema airbag, tener en cuenta que no se deben dejar aterrizados cables a tierra. También tener en cuenta que se deben esperar 90 segundos antes de desinstalar cualquier componente airbag al desconectar las baterías.
- La funcionalidad de los componentes de seguridad pasiva vinculados a los módulos centrales se ve afectada al no estar correctamente conectados o con conectores flojos, conectar correctamente y fijar bien las conexiones.
- Al tener una colisión leve verificar el estado de sensores de impacto o sistema de airbag ya que puede quedar en modo pre-colisión hay que eliminar todo indicio de códigos e falla en situaciones que comprometan airbag.
- Algunas marcas recomiendan reemplazar sus airbags cada 10 años.
- De tener problemas con los cinturones de seguridad al trabarse comprobar el estado de el limitador de fuerza en el pretensor.

BIBLIOGRAFÍA

- Agueda Casado Eduardo, Gómez Morales Tomás, García Jiménez José Luís, García Joaquín Gonzalo, año 2010, Elementos amovibles 4ta edición, Editorial Paraninfo, España.
- Agueda Casado Eduardo, Gómez Morales Tomás, García Jiménez José Luís, Gracia Joaquín Gonzalo, año 2009, Elementos Estructurales del vehículo 2da edición, Editorial Paraninfo, España.
- Arias Paz Manuel, año 2006, Manual de automóviles, Editorial Cie Inversiones Editoriales Dossat 2000 SL, España.
- Bosch, los sensores del automóvil, año 2012 Edición 1.
- Grupo Editorial CEAC, ceac del automóvil año 2003, editorial ceac S.A., Barcelona – España.
- Hayness Taller chilton, año 2001-2012, Manual de taller de servicio de reparación Toyota Prius.
- Hernández Martín, Jesús Juan, Belló Pérez, Ángel Miguel, Sistemas de seguridad y Confortabilidad, año 2011, Editorial MacMillan Iberia S.A. , España.
- Hernández Martín, Jesús Juan, Belló Pérez, Ángel Miguel, Sistemas de seguridad y Confortabilidad Grado Medio, año 2009, Editorial MacMillan Iberia S.A., España.
- José Manuel Alonso Pérez, año 2009, Técnicas del automóvil Equipo Eléctrico, Editorial Paraninfo.

- Manuel Orovio Astudillo, año 2010, Tecnología del automóvil, Editorial Paraninfo.
- P.Read, V.C Reid, año 2013, Manual del automóvil, Editorial Antonio Madrid Vicente.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Azida.- Anión en forma con fórmula N_3 es un nucleófilo.

Airbag.- Bolsas de aire.

ECU.- Abreviatura de Electronic Control Unit (unidad de control electrónico)

Crankeado.- Acción mediante la cual se engancha el motor de arranque al volante de inercia y por ende mueve el cigüeñal.

Giroscopio.- Componente el cual puede sensor giros.

Acelerómetro.-Componente el cual mide aceleración o desaceleración.

ANEXOS

Anexo No. 1 Airbags.

- No existe un mantenimiento preventivo fijo, pero es importante conocer que hay ciertas reparaciones que comprometen el sistema de airbag; mientras se efectúa una reparación de cremallera asistida, o mientras se desarma un tablero de dicho vehículo en nuestro caso puede comprometer un despliegue involuntario.
- Asegurarse de mantener las conexiones fijas bien conectadas para evitar códigos de avería.

Anexo No. 2 Cinturones de seguridad.

- Si se desmonta el tapizado de parantes o de asientos, tener cuidado con las conexiones de los pretensores y de su mecanismo, asegurarse de que no caiga alguna impureza que afecte el funcionamiento de dicho mecanismo.

Anexo No. 3 Apoyacabezas.

- Los apoyacabezas activos reducen la distancia entre la cabeza del ocupante y el cabezal al momento de una colisión también reduce la rotación de la cabeza. Pueden montarse y desmontarse del asiento pero siempre deben permanecer colocados.

Anexo No. 4 Cristales.

- Los cristales tiene un largo periodo de vida útil los cristales laminados poseen una lámina de polivinil de butiral la misma que actúa como filtro de rayos ultravioleta.