



Universidad Internacional del Ecuador

Facultad de Ingeniería en Mecánica Automotriz

Proyecto de Grado previo a la obtención del Título de Ingeniero en Mecánica Automotriz

Análisis del proceso de recuperación de baterías para el vehículo Toyota Highlander Híbrido

Autor: Fabricio Paúl Andrade Díaz

Director: Ing. Jerez Daniela

Guayaquil, Marzo 2018

Dedicatoria

Dedico este trabajo a mis padres ya que sin ellos no hubiera logrado llegar hasta donde estoy, por nunca haber dudado y siempre haber creído en mí. Aunque me haya equivocado bastante ellos supieron guiarme, consolarme y corregirme. Llegué a tener muy malos momentos en mi vida durante estos años, nunca me dejaron solo, nunca dejaron que me sintiera solo, ellos supieron enseñarme a diferenciar las situaciones por las que pasamos y nunca permitir que una afecte a la otra.

A mi hermano que sin su ayuda incondicional para todas y cada una de las situaciones que se presentaron no lo hubiera logrado, por no haber sido solo mi hermano sino mi amigo, alentándome a no rendirme y a luchar.

Y finalmente a mi abuela, no solo por haberme criado sino por haber sido esa amiga, consejera y confidente incondicional que todos necesitamos, por esa honestidad con lo que siempre me habló sin importar lo duro o difícil que fuera y sin importar nada siempre estaba ahí para mí, con un abrazo, un beso y un consejo.

Agradecimiento

Agradezco a mis padres, Juan Andrade y Anita Díaz. Por haberme dado la oportunidad de estudiar, de luchar por superarme. A mi padre el deseo que siempre tuvo que fuera mejor que él, que tuviera todo lo que el no tuvo y con ese deseo en mente me brindó su apoyo incondicional y muchas de las mejores experiencias de mi vida. A mi madre que a lo largo de tantos años supo transformar tareas imposibles en posibles, hacer mil y un piruetas para ayudarme en todo lo que necesitáramos y sin importar cuantas veces la necesitemos aun estará para mí en cada paso que dé.

De la misma manera agradezco a la Universidad Internacional del Ecuador por todas sus enseñanzas, todas las experiencias y el conocimiento que me impartieron a través de todos estos años.

Y a todas esas personas que con cada acción, con cada granito que en algún momento que brindaron, hicieron de esta una meta posible.

INDICE DE CONTENIDO

Certificación	iii
Dedicatoria.....	iv
Agradecimiento	v
INDICE DE CONTENIDO	vi
INDICE DE TABLAS	viii
INDICE DE FIGURAS	ix
Resumen	xi
Abstract.....	xii
CAPITULO I - ANTECEDENTES.....	1
1.1. Historia del Toyota Highlander Hibrido	1
1.2. Situación mundial de Toyota híbridos	3
1.3. Situación actual de Toyota en el Ecuador	4
1.4. Objetivos de la investigación	7
1.4.1. Objetivo general	7
1.4.2. Objetivos específicos.....	7
1.5. Configuraciones de los vehículos híbridos	7
1.5.1. Vehículo híbrido – configuración en serie	8
1.5.2. Vehículo híbrido – configuración paralelo.....	9
1.6. Batería de vehículo híbrido de níquel-hidruro metálico	9
1.7. Duración de una batería de vehículo hibrido	10
1.8. Toyota quiere todas sus baterías hibridas de vuelta.....	11
CAPÍTULO II – MARCO TEÓRICO.....	13
2.1. Toyota´s hybrid synergy drive (HSD)	13
2.2. Toyota Highlander Hibrido.....	15
2.2.1. Datos generales.....	15
2.3. Componentes del hybrid synergy drive de Toyota	16
2.4. Batería de alta tensión del Toyota Highlander Hibrido	21
2.4.1. Construcción básica de la batería	21
2.4.2. Características.....	21
2.4.3. Precauciones	23
2.5. Seguridad ante alto voltaje.....	24

2.5.1. Procedimiento de seguridad para el manejo de una batería de vehículo híbrido de alta tensión	24
2.6. Proceso de recuperación de la batería de alta tensión.....	25
2.6.1. Todas las celdas no son iguales	27
2.6.2. Desequilibrio de la batería.....	27
2.6.3. Balanceo de la batería.....	27
2.7. Partes del Hybrid Battery Testing Brench	28
2.8. Proceso de descarga de la batería.....	29
2.9. Proceso de carga de la batería.....	31
2.9.1. Proceso de precarga	31
2.9.2. Procedimiento de carga a una capacidad del 30%.....	31
2.10. Proceso de descarga	31
CAPITULO III – RECOLECCIÓN DE DATOS	32
3.1. Revisión Técnica.....	32
3.1.1. Escaneo de código de fallas mediante el uso de techstream.....	32
3.1.2. Proceso de extracción de la batería de alta tensión	34
3.1.3. Proceso de revisión del paquete de batería.....	49
3.2. Calculo del estado de carga SOC.....	52
3.3. Análisis, cambio y categorización de las celdas	53
3.4. Precauciones importantes.....	54
3.4.1. Procedimiento antes de extraer la batería de alta tensión	54
CAPITULO IV – ANALISIS DE DATOS	57
4.1. Resultados de revisión técnica	57
4.2. Estado de las celdas	57
4.3. Análisis para el cambio y recuperación de celdas	58
CAPITULO V – CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	59
5.1. Conclusiones	59
5.2. Recomendaciones	59
Bibliografía.....	61

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Ventas mundiales por zonas	4
Tabla 2 Ventas nacionales de vehículos híbridos por marca.....	5
Tabla 3 Garantías otorgadas por Toyota.....	10
Tabla 4 Datos generales	15
Tabla 5 Descripción de los componentes principales del sistema híbrido	16
Tabla 6 Datos generales del paquete de alta tensión.....	22
Tabla 7 Posibles problemas y procedimientos a seguir.....	23
Tabla 8 Categorización de las celdas	32
Tabla 9 Tiempo de descarga de las celdas en mal estado	57

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Toyota Highlander 2005	1
Figura 2 Toyota Highlander 2008	2
Figura 3 Toyota Highlander 2014	2
Figura 4 Ventas mundiales de vehículos híbridos Toyota.....	3
Figura 5 Ventas nacionales de Toyota en unidades por año	5
Figura 6 Porcentaje de ventas nacionales de vehículos híbridos por año.....	6
Figura 7 Ventas mensuales de vehículos híbridos 2010 - 2013	7
Figura 8 Configuraciones de los vehículos híbridos	8
Figura 9 Configuración en serie	8
Figura 10 Configuración en paralelo.....	9
Figura 11 Reciclaje de baterías de alta tensión	11
Figura 12 Toyota´s hybrid synergy drive	13
Figura 13 Freno regenerativo	14
Figura 14 Proceso de entrega de energía y recarga de batería	15
Figura 15 Ubicación de los componentes del sistema hibrido	16
Figura 16 Ubicación de los componentes del sistema hibrido	17
Figura 17 Ubicación de componentes HSD	17
Figura 18 Ubicación de componentes HSD	18
Figura 19 Ubicación de componentes HSD	19
Figura 20 Ubicación de componentes HSD	19
Figura 21 Ubicación de componentes HSD	20
Figura 22 Ubicación de componentes HSD	20
Figura 23 Paquete de baterías de alta tensión.....	22
Figura 24 Partes del banco comprobador de baterías hibridas	28
Figura 25 Conexión en serie de celdas	30
Figura 26 Diagrama de conexión	30
Figura 27 Uso del Techstream.....	32
Figura 28 Cable mini VCI J2534.....	33
Figura 29 Establecimiento de la conexión entre el software y el vehículo	33
Figura 30 Selección del modelo a escanear.....	34
Figura 31 Datos otorgados por Techstream.....	34
Figura 32 Proceso de extracción de la batería	35
Figura 33 Proceso de extracción de la batería	35
Figura 34 Proceso de extracción de la batería	35
Figura 35 Proceso de extracción de la batería	36
Figura 36 Proceso de extracción de la batería	36
Figura 37 Proceso de extracción de la batería	37
Figura 38 Proceso de extracción de la batería	37
Figura 39 Proceso de extracción de la batería	37
Figura 40 Proceso de extracción de la batería	38
Figura 41 Proceso de extracción de la batería	38
Figura 42 Proceso de extracción de la batería	39
Figura 43 Proceso de extracción de la batería	39
Figura 44 Proceso de extracción de la batería	39
Figura 45 Proceso de extracción de la batería	40

Figura 46	Proceso de extracción de la batería	40
Figura 47	Proceso de extracción de la batería	41
Figura 48	Proceso de extracción de la batería	41
Figura 49	Proceso de extracción de la batería	41
Figura 50	Proceso de extracción de la batería	42
Figura 51	Proceso de extracción de la batería	42
Figura 52	Proceso de extracción de la batería	43
Figura 53	Proceso de extracción de la batería	43
Figura 54	Proceso de extracción de la batería	44
Figura 55	Proceso de extracción de la batería	44
Figura 56	Proceso de extracción de la batería	44
Figura 57	Proceso de extracción de la batería	45
Figura 58	Proceso de extracción de la batería	45
Figura 59	Proceso de extracción de la batería	45
Figura 60	Proceso de extracción de la batería	46
Figura 61	Proceso de extracción de la batería	46
Figura 62	Proceso de extracción de la batería	46
Figura 63	Proceso de extracción de la batería	47
Figura 64	Proceso de extracción de la batería	47
Figura 65	Proceso de extracción de la batería	47
Figura 66	Proceso de extracción de la batería	48
Figura 67	Proceso de extracción de la batería	48
Figura 68	Proceso de extracción de la batería	48
Figura 69	Proceso de extracción de la batería	49
Figura 70	Celdas conectadas en serie	49
Figura 71	Diagrama de conexión en serie de las celdas	50
Figura 72	Conexión de las baterías con el comprobador	50
Figura 73	Alógeno de consumo para descarga de batería de alta tensión	51
Figura 74	Celdas Categorizadas	52
Figura 75	Lagartos para conexión en paralelo de las celdas	52
Figura 76	Módulo LH del paquete de batería.....	54
Figura 77	Ubicación del enchufe de servicio	54
Figura 78	Cubierta del conjunto inversor/convertidor	55
Figura 79	Verificación del voltaje.....	55
Figura 80	Vehículo desconectado para trabajos de mantenimiento	56
Figura 81	Vehículo energizado para funcionamiento	56

Resumen

El porcentaje de vehículos híbridos en el país ha crecido considerablemente desde su aparición en el año 2009 por lo que tener un vehículo en perfectas condiciones es la preocupación de muchos usuarios pero quien posee un vehículo híbrido particularmente conoce que la batería tiene su tiempo de vida útil que se le da a conocer la casa comercial con la garantía que le ofrece y muchos se preguntan ¿Y después de que la batería pierda la garantía? ¿Qué se debe hacer cuando esta ya no funcione?, la casa comercial ofrece el servicio de cambio de batería completa pero muchos de ellos al conocer los elevados precios de la misma y al no contar con el capital para dicho servicio se verán en la necesidad de encontrar una solución más económica y confiable siendo como tal la recuperación de la batería híbrida. A continuación conocerá el proceso de recuperación de la batería híbrida del Toyota Highlander Híbrido, siendo a partir de la extracción del paquete de batería, el análisis del estado de cada una de sus celdas a través del uso de un banco comprobador de baterías híbridas, para así conocer cuáles son las celdas que están en mal estado y causando fallos en el funcionamiento del vehículo.

Palabras Clave: Vehículos Híbridos, Batería de alta tensión, Recuperación de la batería híbrida, Estado de carga SOC.

Abstract

The percentage of hybrid vehicles in the country has grown considerably since its appearance in 2009 so having a vehicle in perfect condition is the concern of many users but who owns a hybrid vehicle particularly knows that the battery has its useful life that is given to know the commercial house with the guarantee that it offers and many ask themselves ¿what happens when the battery loses the guarantee? ¿What should be done when this no longer works?, The car dealerships offers the service of complete battery change but many of them to know the high prices of it and not having the capital for such service will be in need to find a more economical and reliable solution being as such the recovery of the hybrid battery. Next, you will learn about the recovery process of the hybrid battery of the Toyota Hybrid Highlander, beginning with the extraction of the battery pack, the analysis of the status of each of its cells through the use of a hybrid battery tester, for so as to know which cells are in poor condition and causing faults in the operation of the vehicle.

Keywords: Hybrid vehicles, high voltage battery, recovery of the hybrid battery, state of charge SOC

CAPITULO I - ANTECEDENTES

1.1. Historia del Toyota Highlander Híbrido

Fue uno de los primeros crossovers en ofrecer una variante híbrida. Con asientos para hasta ocho pasajeros y tracción estándar, el Highlander híbrido de seis cilindros es adecuado para familias y viene con mucho espacio de carga si necesita usarlo para transportar equipo.

El Toyota Highlander híbrido original apareció por primera vez en 2005 como un año modelo 2006 con un motor V-6 de 3.3 litros acoplado a un motor eléctrico para una salida total del sistema de 268 hp. Una caja de cambio continuamente variable fue la única transmisión disponible. **(Figura1)** La producción de Highlander híbrido de la primera generación finalizó para el año modelo 2007.



Figura 1 Toyota Highlander 2005
(New car test drive, 2005)

El Highlander híbrido de segunda generación debutó como un modelo 2008 con el mismo tren motriz que el modelo saliente, pero se ha ajustado hasta 270 hp combinados. Toyota actualizó el Highlander Híbrido para el año modelo 2011 con un nuevo motor V-6 de 3.5 litros del Lexus RX 450h, aumentando la producción total a 280 hp. Además de una variante híbrida, el Highlander también se usó como vehículo prototipo de celda de combustible de hidrógeno.



Figura 2 Toyota Highlander 2008
(Motor trend, 2008)

Toyota introdujo el Toyota Highlander Híbrido de tercera generación como modelo 2014 en 2013 con el mismo 3.5 litros V-6 acoplado a un motor eléctrico. En una Primera prueba de 2014, dijimos que el modelo híbrido. A pesar de la potencia adicional, el peso extra del tren de potencia híbrido significa que el Highlander híbrido es más lento que la variante de solo a gasolina cuando se trata de aceleración. Para la actualización del año modelo 2016, Toyota agregó un nuevo V-6 de 3.5 litros de inyección directa que aumenta la producción total a 306 hp. (Motor trend, 2008)



Figura 3 Toyota Highlander 2014
(Cars, 2014)

1.2. Situación mundial de Toyota híbridos

Toyota Motor Corporation anuncia ventas acumuladas de vehículos híbridos mundiales (HV) de 10.05 millones de unidades hasta 31 de enero del 2017, superando los 10 millones de unidades. Más que un hito numérico, esto demuestra el poder de permanencia de una tecnología que ahora está emergiendo como una solución principal para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y otros contaminantes.

Ayudar a mitigar los efectos ambientales de los automóviles ha sido por mucho tiempo una prioridad para Toyota. Basándose en la postura de que los vehículos ecológicos solo pueden tener un impacto positivo significativo si se usan ampliamente, Este último hito de 10 millones de unidades se logró solo nueve meses después de que las ventas totales alcanzaran los 9 millones de unidades a fines de abril de 2016.

Toyota lanzó su primer vehículo híbrido hace 20 años, y las circunstancias que rodean a los vehículos ecológicos han cambiado dramáticamente desde entonces. La creciente popularidad del Prius llevó a la creación de un nuevo estándar de cliente para elegir automóviles en función de su desempeño ambiental. A medida que aumentó el número de empresas que desarrollan y lanzan vehículos híbridos, se estableció un nuevo segmento tal como "vehículos híbridos". Además, ahora que los clientes de todo el mundo optan por comprar vehículos híbridos y otros vehículos de bajo consumo de combustible, toda la industria del automóvil ha podido contribuir a la solución de los problemas medioambientales globales.

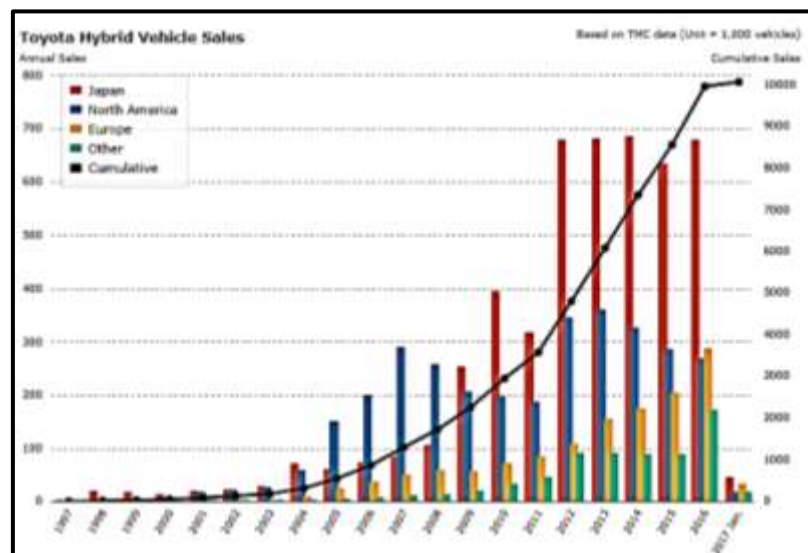


Figura 4 Ventas mundiales de vehículos híbridos Toyota (Toyota global newsroom, 2017)

A partir del 31 de enero del 2016, Toyota estima que el uso de los vehículos híbridos en lugar de los vehículos convencionales a gasolina de tamaño y de rendimiento de conducción similares ha producido aproximadamente 77 millones de toneladas menos de emisiones de CO2 y ha ahorrado aproximadamente 29 millones de kilolitros de gasolina.

Tabla 1 Ventas mundiales por zonas

		2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Highlander Hybrid/ Kluger Hybrid	Total	21,000	33,000	23,000	21,000	12,000	9,000	6,000
	Japan	2,000	865	188				
	Overseas	19,000	33,000	23,000	21,000	12,000	9,000	6,000
	N.America	19,000	32,000	23,000	21,000	12,000	8,000	5,000
	Others	202	194	65	101	82	775	127
		2012	2013	2014	2015	2016	01/2017	TOTAL
Highlander Hybrid/ Kluger Hybrid	Total	7,000	6,000	5,000	5,000	7,000	673	156,000
	Japan	0	0	0	0	0	0	3,000
	Overseas	7,000	6,000	5,000	5,000	7,000	673	153,000
	N.America	7,000	6,000	5,000	5,000	7,000	673	151,000
	Others	64	106	29	32	8	0	2,000

(Toyota global newsroom, 2017)

1.3. Situación actual de Toyota en el Ecuador

Haciendo uso de los informes generados por la AEADE (Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador) podemos constatar la cantidad de vehículos híbridos en el país a través de los años pudiendo tener constancia desde el año 2009, habiendo sido Toyota la principal marca en ventas de vehículos híbridos, con un total de 1050 vehículos vendidos en este año.

Se mantuvo primero en ventas de vehículos híbridos durante los primeros años y siendo 2010 el mejor año en ventas globales de este tipo de vehículos, con un total en ventas de 4509. Ya que las leyes de exoneración de impuestos a este tipo de vehículos hacia atractiva la importación de vehículos híbridos, siendo en total 9 las marcas de vehículos que importaban en ese año

Tabla 2 Ventas nacionales de vehículos híbridos por marca

VENTAS DE VEHÍCULOS HÍBRIDOS POR MARCA												
En unidades / porcentaje de participación 2010 - 2016												
MARCA	2010	%	2011	%	2012	%	2013	%	2014	%	2015	%
HYUNDAI	-	0,00%	-	0,00%	-	0,00%	-	0,00%	470	52,69%	717	78,88%
TOYOTA	1 840	40,81%	557	23,91%	1 352	96,57%	417	80,04%	304	34,08%	155	17,05%
KIA	-	0,00%	-	0,00%	-	0,00%	-	0,00%	74	8,30%	20	2,20%
PORSCHE	54	1,20%	111	4,76%	25	1,79%	1	0,19%	4	0,45%	7	0,77%
HONDA	-	0,00%	-	0,00%	-	0,00%	-	0,00%	1	0,11%	2	0,22%
BMW	154	3,42%	82	3,52%	5	0,36%	-	0,00%	23	2,58%	3	0,33%
AUDI	-	0,00%	-	0,00%	-	0,00%	-	0,00%	7	0,78%	-	0,00%
FORD	1 054	23,42%	1 034	44,38%	3	0,21%	33	6,33%	2	0,22%	3	0,33%
VOLKSWAGEN	-	0,00%	-	0,00%	-	0,00%	-	0,00%	1	0,11%	-	0,00%
NISSAN	-	0,00%	-	0,00%	-	0,00%	-	0,00%	4	0,45%	-	0,00%
LEXUS	500	11,09%	59	2,53%	2	0,14%	4	1,15%	2	0,22%	2	0,22%
CHEVROLET	711	15,77%	328	14,08%	3	0,21%	1	0,19%	-	0,00%	-	0,00%
MERCEDES BENZ	84	1,91%	78	3,35%	-	0,00%	-	0,00%	-	0,00%	-	0,00%
GMC	53	1,18%	13	0,56%	3	0,21%	-	0,00%	-	0,00%	-	0,00%
OTRAS	55	1,22%	48	2,02%	7	0,50%	43	12,09%	-	0,00%	-	0,00%
TOTAL	4 509	100,00%	2 330	100,00%	1 400	100,00%	521	100,00%	892	100,00%	909	100,00%

(AEADE, 2016)

A partir de ese momento las ventas anuales de este tipo de vehículos se ha visto disminuido en un gran porcentaje disminuyendo de 4509 unidades vendidas en el 2010, considerando que fue su mejor año a tan solo 991 en el año 2009, pudiendo evidenciar la permanencia de tan solo 5 marcas automotrices, ya que las leyes han ido cambiando y aumentando impuestos sobre estos vehículos especialmente de mayos cilindrada hizo que paulatinamente las empresas dejaran de importar este tipo de vehículos, actualmente encabeza Hyundai siguiendo Toyota, Kia, Porsche y finalmente Honda.



Figura 5 Ventas nacionales de Toyota en unidades por año (AEADE, 2016)

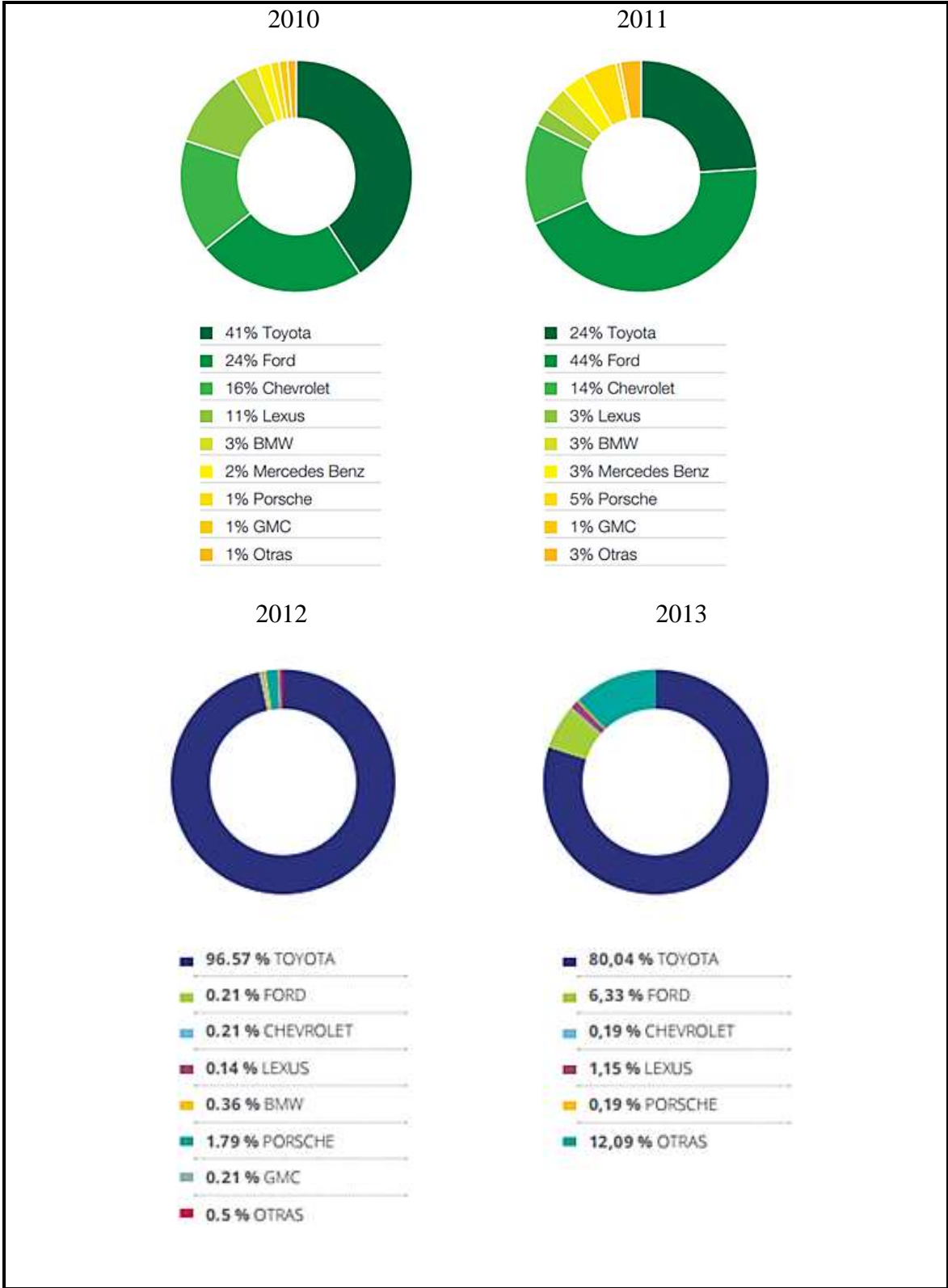


Figura 6 Porcentaje de ventas nacionales de vehículos híbridos por año (AEADE, 2013)

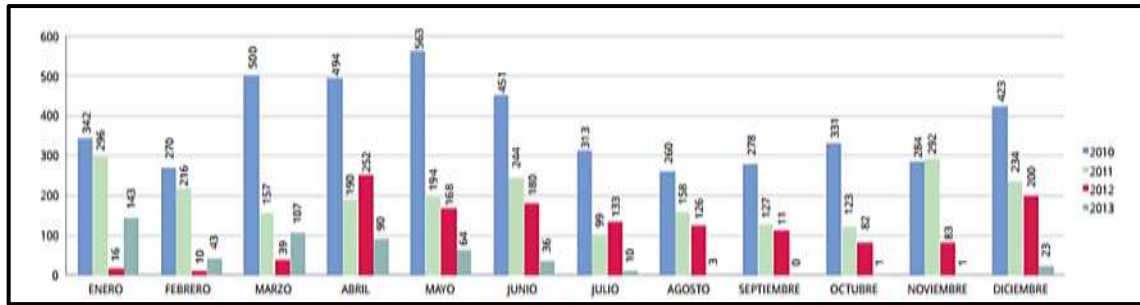


Figura 7 Ventas mensuales de vehículos híbridos 2010 - 2013
(AEADE, 2013)

1.4. Objetivos de la investigación

1.4.1. Objetivo general

Analizar el proceso de recuperación de baterías para el vehículo Toyota highlander híbrido mediante el análisis de funcionamiento y detección de fallas haciendo uso del comprobador de baterías de vehículos híbridos y eléctricos dentro de la facultad de mecánica automotriz de la universidad internacional el Ecuador, extensión Guayaquil, en el año 2018.

1.4.2. Objetivos específicos

- ✓ Conocer el funcionamiento de los vehículos híbridos.
- ✓ Comprender los sistemas de seguridad y los procesos de manejo del sistema de alta tensión.
- ✓ Analizar la viabilidad del proceso de recuperación de baterías híbridas.
- ✓ Evaluar y categorice el estado de cada celda a través del uso del comprobador de las baterías híbridas y eléctricas.

1.5. Configuraciones de los vehículos híbridos

Estas son las configuraciones más comunes que definen las rutas de flujo y huertos de control de hoy en día pero tradicionalmente se definen en dos grandes familias: Serie y paralelo pero hay algunas otras configuraciones que son una mezcla de estas dos grandes familias. **(Figura 8)**

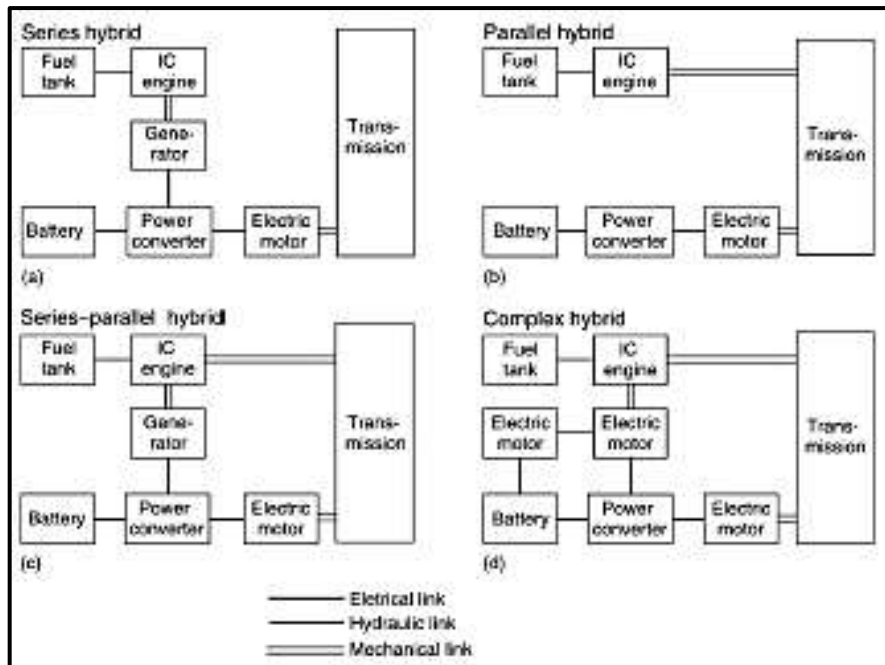


Figura 8 Configuraciones de los vehículos híbridos
(García, 2013)

1.5.1. Vehículo híbrido – configuración en serie

En este tipo de configuración, dos fuente de energía diferentes alimentan la misma planta, que es usada en un motor electrico. Este motor electrico sera el unico encargado de impulsar el vehiculo en todo momento. A cotinuacion se mostrara la configuracion mas comun que se puede encontrar en el mercado.

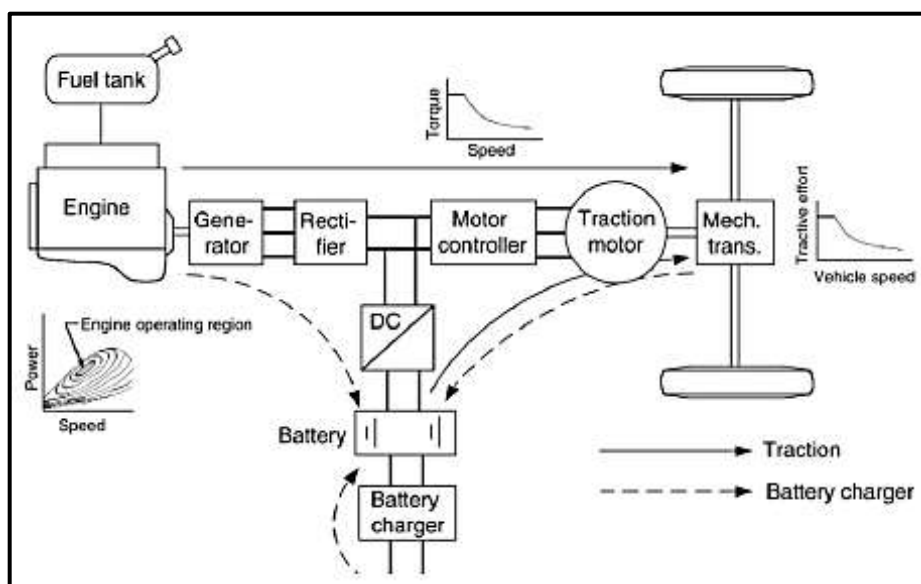


Figura 9 Configuración en serie
(García, 2013)

1.5.2. Vehículo híbrido – configuración paralelo

La principal diferencia entre un híbrido en serie y un híbrido en paralelo es que en el caso del paralelo se permite que el motor de combustión interna transmita potencia hacia las ruedas, cosa que en la configuración en serie no sucede. En este caso el motor eléctrico y el de combustión están acoplados entre sí por un mecanismo de acoplamiento. (García, 2013)

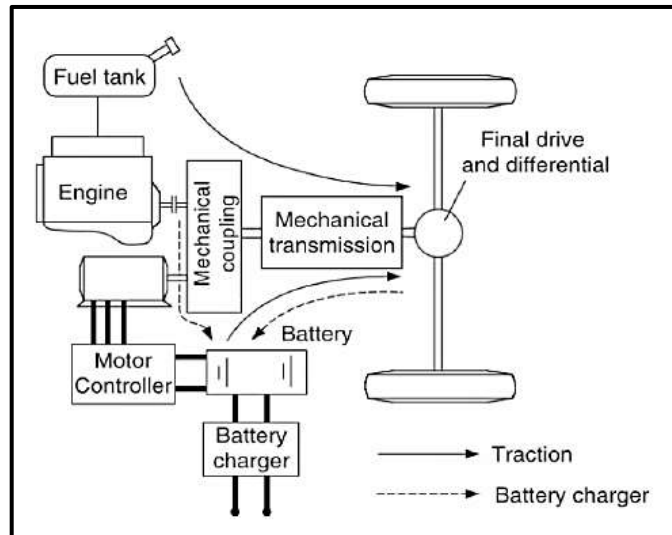


Figura 10 Configuración en paralelo
(García, 2013)

1.6. Batería de vehículo híbrido de níquel-hidruro metálico

Una batería de níquel-hidruro metálico (Ni-MH) es un tipo de batería recargable que utiliza un ánodo de óxido de níquel, como la batería de níquel cadmio, pero su cátodo es de una aleación de hidruro metálico. Esto se realizó con el propósito de eliminar el cadmio, que es muy caro y, además de ser un peligro para el medio ambiente. Así mismo, posee una mayor capacidad de carga y un menor efecto memoria. Por el contrario, presentan una mayor tasa de auto descarga que las de NiCd un 30% mensual frente a un 20%, lo cual deja a estos últimos usos caracterizados por largos periodos entre consumos, mientras que son desplazadas por las de NiMH en el de consumo continuo.

Este tipo de baterías se encuentran menos afectadas por el llamado efecto memoria, en el que en cada recarga se limita el voltaje o la capacidad, a causa de un tiempo largo, una alta temperatura, o una corriente elevada, imposibilitando el uso de toda su energía. Los ciclos de carga de estas pilas oscilan entre las 500 y 700 cargas, algunos de sus

inconvenientes son las “altas” temperaturas que alcanzan durante la carga o el uso. (Baterías Madrid, 2018)

1.7. Duración de una batería de vehículo híbrido

La batería de un vehículo híbrido es lo que almacena la energía que le permite ser más eficientes en combustible y amigable con el medio ambiente que un vehículo 100% de combustión interna. Así que un propietario híbrido se preocupa de que la batería dure tanto como sea posible. Los fabricantes de automóviles híbridos garantizan un número mínimo de millas o años que sus baterías deben durar, y la investigación continúa en la mejora de la vida útil de las baterías híbridas así mismo como la popularidad de los vehículos híbridos sigue en aumento.

Los fabricantes de estos vehículos estiman que durará entre 150000 a 200000 kilómetros. Los fabricantes de automóviles garantiza el buen funcionamiento de sus baterías durante aproximadamente ocho años, en algunos casos. Por ejemplo, Toyota claramente tiene confianza en sus paquetes de baterías y ofrece una garantía de 8 años / 100,000 millas en la mayoría de los países. Así también en estados unidos, los estados y países que adoptan las regulaciones de emisiones de California, eso se eleva a 10 años / 150,000 millas. (The official blog of toyota, 2015)

Tabla 3 Garantías otorgadas por Toyota

Año del vehículo	Garantía del vehículo	Garantía de los componentes híbridos	Garantía de la batería híbrida	Garantía extendida de la batería híbrida
2003-2008	3 años/60000 millas	8 años/100000 millas	8 años/100000 millas	Hasta 11 años con millaje ilimitado
2009-31/05/2010	3 años/60000 millas	5 años/60000 millas	5 años/60000 millas	Hasta 11 años con millaje ilimitado
1/06/2010-03/31/2014	5 años/100000 millas	5 años/100000 millas	5 años/100000 millas	Hasta 11 años con millaje ilimitado
04 2014 en adelante	5 años/100000 millas	5 años/100000 millas	8 años/100000 millas	Hasta 11 años con millaje ilimitado

(The official blog of toyota, 2015)

1.8. Toyota quiere todas sus baterías híbridas de vuelta

Las baterías híbridas usadas en los modelos Toyota y Lexus pueden durar más que los vehículos mismos, por lo que a menudo solo se recuperan cuando los automóviles alcanzan el final de su vida útil o si han estado involucrados en un accidente. Toyota ya tiene una tasa de recolección de baterías de más del 90 por ciento, pero ahora está ampliando su estrategia y apuntando a un resultado del 100 por ciento.



Figura 11 Reciclaje de baterías de alta tensión
(The official blog of toyota, 2015)

En Europa, Toyota tiene años de experiencia operando un sistema interno de recolección a través de su red minorista. Los concesionarios de Toyota y Lexus reciben una nueva batería híbrida a cambio de una usada, lo que lleva a una tasa de recolección promedio del 91 por ciento.

Toyota Motor Europe (TME) se ha propuesto el desafío de aumentar significativamente esta cifra al 100%, a través de su propia red y, adicionalmente, cualquier operador autorizado de tratamiento de vehículos al final de su vida útil.

Para respaldar esto, la compañía ha anunciado hoy una extensión de sus actuales acuerdos de reciclaje de baterías hasta el 31 de marzo de 2018.

Desde julio de 2011, la Société Nouvelle d'Affinage des Métaux (SNAM), con sede en Francia, recupera y recicla baterías de níquel de hidruro metálico (NiMh), como las utilizadas en Prius, Auris Hybrid, Yaris Hybrid, Highlander Hybrid y todos los modelos híbridos Lexus.

Steve Hope, Director General de Asuntos Medioambientales de Toyota Motor Europe, dijo: "Cuando nuestros clientes compran un híbrido, ya saben que tienen una excelente eficiencia de combustible, una experiencia de conducción sin estrés y un automóvil confiable. Esta es otra razón más para una compra híbrida, ya que podemos asegurar que su auto se destaque en su desempeño ambiental a lo largo de su ciclo de vida". (The official blog of toyota, 2015)

Las baterías híbridas usadas todavía se destinan principalmente al reciclaje, pero TME ha comenzado a buscar opciones para la re fabricación de baterías de NiMh, lo que podría darles una segunda vida como vehículo o fuente de energía estacionaria. Las baterías estacionarias pueden potencialmente almacenar energía renovable excedente, por ejemplo, como respaldo de emergencia o el almacenamiento de electricidad más barata.

CAPÍTULO II – MARCO TEÓRICO

2.1. Toyota's hybrid synergy drive (HSD)

El sistema Hybrid Synergy Drive de Toyota se compone de seis componentes principales: un motor de gasolina, un motor eléctrico, un generador eléctrico, la unidad de control y un dispositivo dividido que utiliza un tipo especial de caja de engranajes para distribuir suavemente la potencia del motor de combustión interna y el motor eléctrico.



Figura 12 Toyota's hybrid synergy drive
(The official blog of toyota, 2015)

Como sistema completo, Hybrid Synergy Drive es una tecnología inteligente y de ahorro de combustible que puede alternar de forma automática y sin interrupciones entre la potencia eléctrica y la potencia del motor convencional. Capaz de adaptarse a diferentes condiciones de manejo, controla de forma inteligente la energía proveniente de ambas fuentes y le dice al automóvil cómo combinarlas para obtener la mayor eficiencia y rendimiento.

El sistema ofrece un verdadero equilibrio entre las dos fuentes de energía. Cuando el motor está en marcha, carga la batería a través del generador; según sean las condiciones de manejo y las exigencias al vehículo en ese momento, si nos encontramos en una zona de tráfico lento, el generador puede cortar el motor de gasolina y dejar que el motor eléctrico tome el control para viajar sin emisiones. Diversos sistemas del vehículo puede detectar cuándo se detiene el automóvil y apagará el motor para ahorrar energía y reducir las

emisiones, y volverá a arrancar automáticamente cuando sea necesario. Así disminuir considerablemente las emisiones contaminantes.

2.1.1. Frenos regenerativos

Cuando un vehículo está en movimiento, hay energía cinética que lo impulsa hacia adelante. Cuando se ralentiza, esa energía se transfiere lejos del vehículo y es energía desperdiciada. Afortunadamente, el frenado regenerativo remedia la pérdida de energía. El sistema captura esta energía cinética y la envía de vuelta al vehículo para su uso en otras áreas. Básicamente, recicla la energía.

Dentro de la mayoría de los vehículos híbridos Toyota tiene un sistema que tiene la capacidad de poner el motor en reversa cuando el vehículo se está desacelerando o avanzando. Con el motor en reversa, es posible que el sistema recolecte esa energía. A partir de ahí, eso se convierte en electricidad, que luego se envía de vuelta a la batería del automóvil.

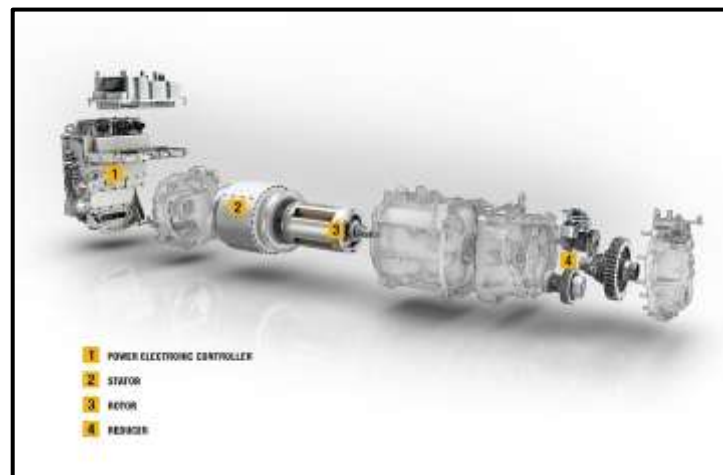


Figura 13 Freno regenerativo
(Auto-innovations, 2015)

De hecho, al pisar el pedal del acelerador después de detenerse por completo, el motor eléctrico puede proporcionarle el impulso que necesita para comenzar. Por lo general, este es un trabajo para el motor de gasolina, pero el proceso de aceleración puede quemar una gran cantidad de combustible, por lo que se utiliza la electricidad generada por el sistema de frenado regenerativo. Es solo una de las muchas formas en que el sistema puede ahorrarle dinero en combustible.

2.2. Toyota Highlander Híbrido

Toyota ha denominado a su sistema híbrido Hybrid Synergy Drive (HSD) significa que el vehículo contiene un motor de combustión interna y dos motores eléctricos. El resultado de la combinación de estas dos fuentes de energía es la mejora en el ahorro de combustible y emisiones contaminantes. El motor de combustión interna también impulsa un generador eléctrico para recargar la batería, la batería siempre está cargada ya que no necesita de una fuente eléctrica externa.

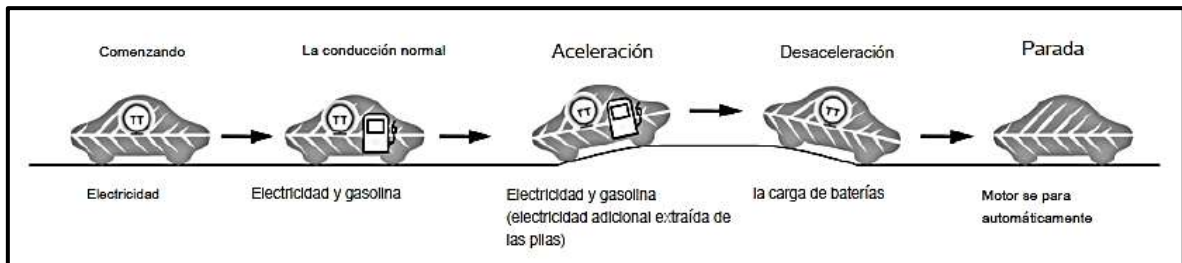


Figura 14 Proceso de entrega de energía y recarga de batería (Toyota, 2008)

2.2.1. Datos generales

Tabla 4 Datos generales

Motor de combustión interna	208 hp (156 KW), motor de 3.3 litros en aleación de aluminio
Motor eléctrico frontal	165 hp (123 KW), motor de imán permanente
Motor eléctrico posterior	67 hp (50 KW), motor de imán permanente
Transmisión	Transmisión automática continuamente variable controlado electrónicamente
Batería de alta tensión	Batería de 288 voltios de NiMH
Taque de combustible	17.2 galones/65 litros
Consumo de combustible	27/25 (ciudad/carretera) millas/galón 8.6/9.4 (ciudad/carretera) litros/100 Km
Material de la carrocería	Autoportante de acero

(Toyota, 2008)

2.3. Componentes del hybrid synergy drive de Toyota

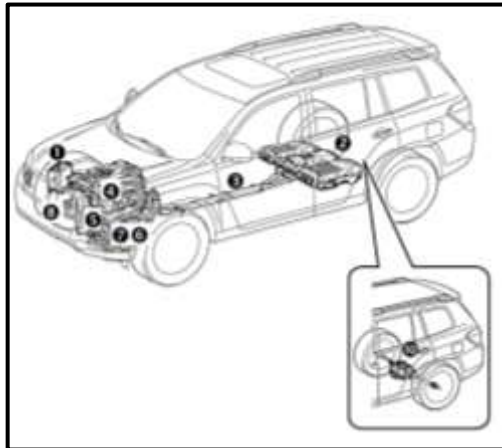


Figura 15 Ubicación de los componentes del sistema híbrido (Toyota, 2008)

Tabla 5 Descripción de los componentes principales del sistema híbrido

Componente	Descripción
1 Bateria auxiliar de 12 voltios	Una batería de plomo-ácido suministra energía a los dispositivos de bajo voltaje
2 Bateria de alta tensión	Un paquete de baterías de hidruro metálico de níquel de 288 voltios que consta de 30 módulos de 9,6 voltios de bajo voltaje conectados en serie
3 Cables de alto voltaje	Los cables de alimentación de color naranja transportan corriente directa de alto voltaje entre el paquete de baterías de alta tensión, el inversor / convertidor también convierte la electricidad de CA del generador eléctrico y los motores eléctricos (frenado regenerativo)
4 Inversor/Convertidor	Aumenta e invierte la electricidad de alto voltaje del paquete de baterías de alto voltaje a la electricidad trifásica de corriente alterna que impulsa los motores eléctricos. El inversor/convertidor también convierte la corriente eléctrica de corriente alterna del generador eléctrico y el frenado regenerativo a corriente continua que recarga el paquete de batería de alta tensión.
5 Motor de combustión interna	Proporciona dos funciones I. Transmite potencia a las ruedas II. Transmite potencia al generador El motor se enciende y se detiene bajo el control de la computadora del vehículo.

6	Motor eléctrico frontal	Motor trifásico de corriente alterna de imán permanente ubicado en el eje delantero y es usado para transmitir potencia a las ruedas delanteras.
7	Generador eléctrico	Generador trifásico de corriente alterna encargado de recargar la batería de alto voltaje.
8	Compresor A/C con inversor	A/C moto compresor manejado eléctricamente.
9	Tanque de combustible y líneas de combustible	El tanque almacena combustible y provee gasolina al motor a través de las líneas de combustible ubicadas bajo el centro del vehículo.
10	Motor eléctrico posterior	Motor trifásico de corriente alterna de imán permanente ubicado en el eje posterior y es usado para transmitir potencia a las ruedas posteriores.

(Toyota, 2008)

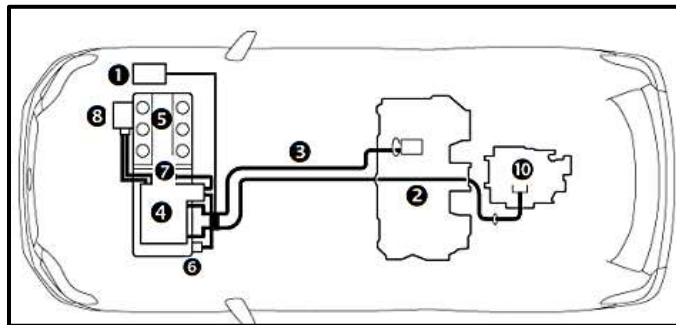


Figura 16 Ubicación de los componentes del sistema híbrido
(Toyota, 2008)

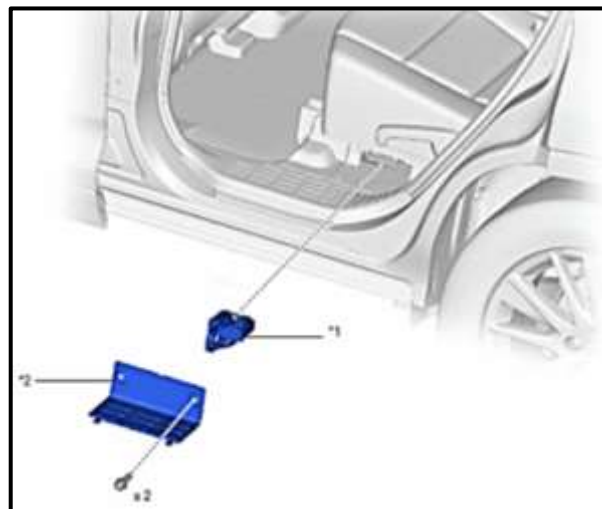


Figura 17 Ubicación de componentes HSD
(Toyota, 2010)

- 1) Enchufe de servicio
- 2) Panel de protección

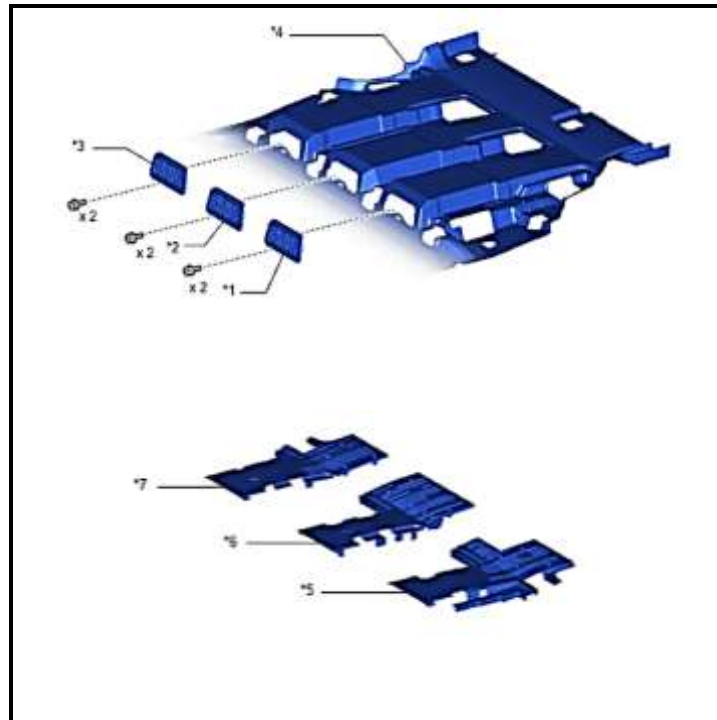


Figura 18 Ubicación de componentes HSD
(Toyota , 2010)

- 1) Entrada de aire para el módulo LH
- 2) Entrada de aire para el módulo central
- 3) Entrada de aire para el módulo RH
- 4) Unión de la alfombra frontal
- 5) Tabla de piso n° 1
- 6) Tabla de piso n° 2
- 7) Tabla de piso n° 3

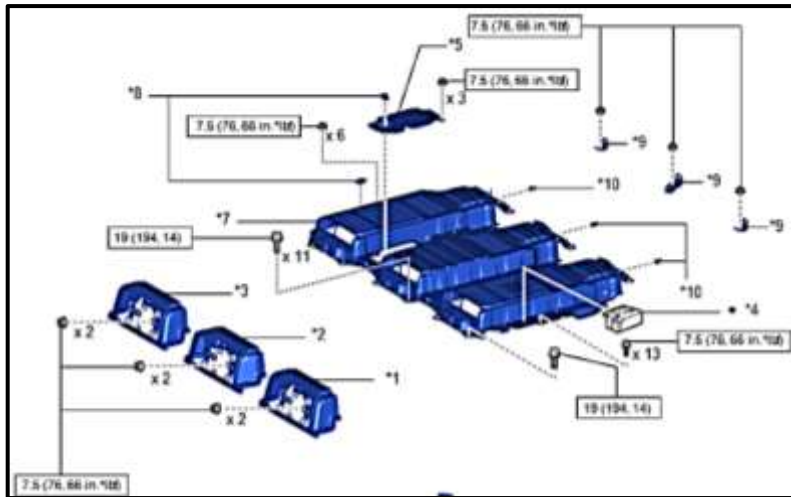


Figura 19 Ubicación de componentes HSD
(Toyota , 2010)

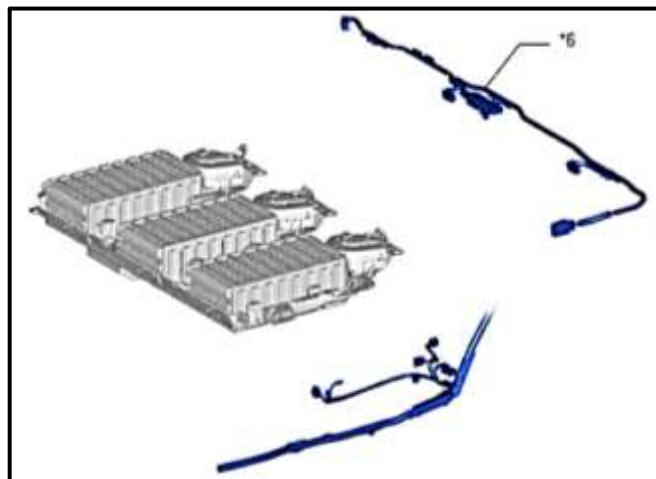


Figura 20 Ubicación de componentes HSD
(Toyota , 2010)

- 1) Conducto de la batería para el módulo LH
- 2) Conducto de la batería para el módulo central
- 3) Conducto de la batería para el módulo RH
- 4) Hoja de cobertura de la batería híbrida
- 5) Panel de protección de la batería híbrida
- 6) Cableado posterior
- 7) Cobertura superior de la batería híbrida
- 8) Seguro del panel de protección de la batería híbrida
- 9) Soporte de sujeción del arnés de cables
- 10) Abrazadera del arnés

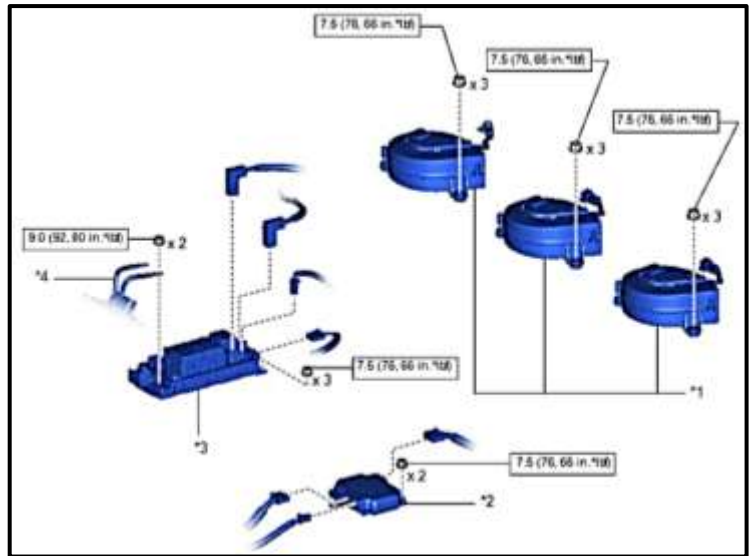


Figura 21 Ubicación de componentes HSD
(Toyota , 2010)

- 1) Ventiladores de refrigeración
- 2) Sensor de voltaje de la batería
- 3) Unión de las baterías
- 4) Cableado de piso

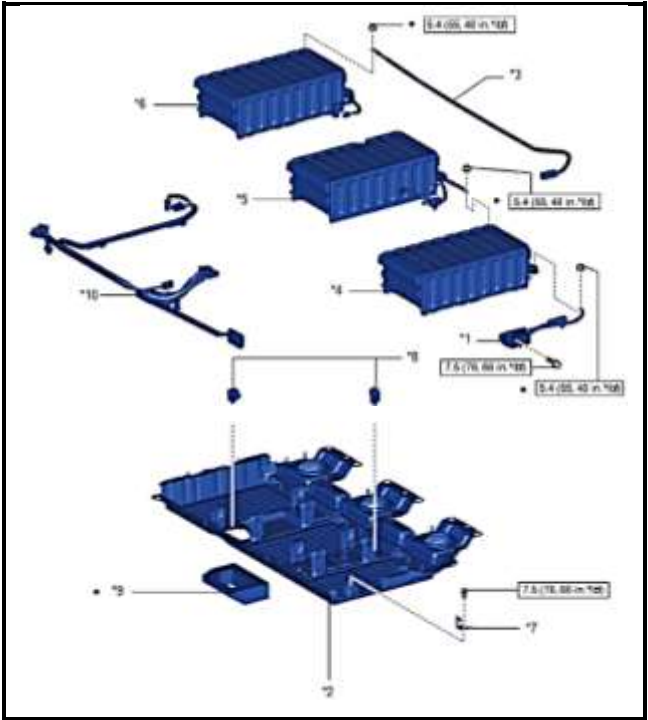


Figura 22 Ubicación de componentes HSD
(Toyota , 2010)

- 1) Conjunto de enchufe de la batería híbrida

- 2) Panel inferior porta batería
- 3) Cable del paquete de baterías
- 4) Módulo de batería LH
- 5) Módulo de batería central
- 6) Módulo de batería RH
- 7) Soporte de sujeción del arnés de cables
- 8) Abrazadera del arnés
- 9) Hoja de cobertura del panel inferior
- 10) Cable del paquete de baterías

2.4. Batería de alta tensión del Toyota Highlander Híbrido

2.4.1. Construcción básica de la batería

Las baterías híbridas para automóvil consisten en muchas celdas conectadas en serie y empacadas en un contenedor. Estos se llaman módulos. Manteniendo siempre monitoreado diversos puntos importantes tales como la refrigeración, la calefacción, el voltaje y la gestión de amperaje, la detección de fugas de alto voltaje. Además de incluir los relés para garantizar una vida larga y segura.

Una batería de NiMH que quede al 100% de estado de carga (SOC-State of charge) se descargará a una velocidad mayor que una a 40% SOC. Cuanto más bajo es el SOC, más lentas son las reacciones químicas; así que cuanto más lentas sean las reacciones químicas, más durara. La menor temperatura ralentiza tanto las reacciones químicas como la tasa de autodescarga, por lo que las temperaturas más frías son mejores para el almacenamiento que las más cálidas. (Curtis Anderson, 2010)

2.4.2. Características

El paquete de batería de alta tensión está encerrado en una caja de metal y está montado rígidamente en el travesaño del fondo del piso en la zona de la cabina debajo del asiento trasero de la segunda fila. La carcasa de metal está aislada de alta tensión y oculta por una alfombra en el área de la cabina.

El paquete de baterías de alta tensión consta de 30 módulos de baterías de NiMH de baja tensión conectados en serie para producir aproximadamente 288 voltios. Cada módulo de batería NiMH no es derramable y está sellado en una caja de metal.



Figura 23 Paquete de baterías de alta tensión
(Ecoelectric Battery , 2017)

El electrolito utilizado en el módulo de batería de NiMH es una mezcla alcalina de potasio e hidróxido de sodio. El electrolito se absorbe en las placas de la celda de la batería y normalmente no se fugará, incluso en una colisión.

En el caso improbable de que el paquete de baterías esté sobrecargado, los módulos extraen gases directamente al exterior del vehículo a través de una manguera de ventilación.

Tabla 6 Datos generales del paquete de alta tensión

Paquete de batería de alta tensión	
Voltaje del paquete de baterías	288 V
Cantidad de módulos en el paquete de baterías	30
Voltaje del módulo de la batería	9.6 V
Dimensiones del módulo de la batería	18.5 x 382 x 86 mm
Peso del modulo	1.5 Kg
Dimensiones del paquete de baterías	630 x 1080 x 180 mm
Peso del paquete de batería	69 Kg

(Toyota, 2008)

Este paquete de baterías proporciona un 40 por ciento más de potencia que la batería Prius, a pesar de ser un 18 por ciento más pequeño.

Cada uno de los módulos tiene su propio sistema de control de monitoreo y enfriamiento. El correcto funcionamiento de este sistema reduce las pérdidas de eficiencia debido al calor excesivo, asegurando que la batería pueda suministrar la energía eléctrica requerida a los motores en todo momento. La unidad de monitoreo de la batería administra la descarga y la recarga proveniente desde el generador y los motores para mantener el nivel de carga constante mientras el automóvil está en funcionamiento.

2.4.3. Precauciones

El electrolito de la batería de alta tensión es una solución de hidróxido de potasio altamente alcalino que es inodoro, transparente, e incoloro. El manejo descuidado de la batería de alta tensión es muy peligroso. Debe ser manipulada adecuadamente de acuerdo con su procedimiento (**Tabla 7**).

Tabla 7 Posibles problemas y procedimientos a seguir

Problema	Procedimiento
Cuando hay fuga de líquido presente en el área de la batería de alta tensión.	<ul style="list-style-type: none"> • Neutralizarla con una solución saturada de ácido bórico • Utilizar papel tornasol para determinar que la mezcla es neutral, limpiar con trapos o paños los residuos
Cuando el electrolito de la batería entra en contacto con la piel, ojos, etc.	<ul style="list-style-type: none"> • Lavar con una solución de ácido bórico diluido o con una gran cantidad de agua y cambiarse la vestimenta
Cuando se desecha un vehículo	<ul style="list-style-type: none"> • Retirar la batería de alta

	tensión para su reciclado correspondiente
Cuando se almacena la batería de alta tensión	<ul style="list-style-type: none"> • La batería de alta tensión no se debe dejar en un lugar húmedo

(Toyota, HV battery handling precautions, 2014)

2.5. Seguridad ante alto voltaje

Los cables de alimentación de alto voltaje de color naranja positivo y negativo que van desde el paquete de baterías, están ubicados por debajo del vehículo hasta el inversor/convertidor.

El inversor/convertidor contiene un circuito que aumenta la tensión de la batería de alta tensión de 288 a 650 voltios de corriente continua. Lo transforma a corriente continua para alimentar el motor. Los cables de alta tensión se dirigen desde el inversor/convertidor a cada motor de alto voltaje. Los siguientes sistemas están diseñados para ayudar a mantener a los ocupantes del vehículo y al personal de mantenimiento a salvo de lesiones por la electricidad de alto voltaje. (Toyota, HV battery handling precautions, 2014)

- Un fusible de alto voltaje proporciona protección ante corto circuitos en el paquete de baterías de alta tensión.
- Los cables de alta tensión conectados a la batería de alta tensión son controlados por relés de 12 voltios. Cuando el vehículo está apagado, los relés prevén que la batería se descargue.
- Todos los cables de alta tensión están aislados del metal del chasis, por lo que no hay posibilidad de un choque eléctrico al tocar el chasis.
- Un monitor de fallas monitorea continuamente la fuga de alta tensión hacia el chasis metálico mientras el vehículo está en funcionamiento, si se detecta un mal funcionamiento, la computadora del vehículo híbrido iluminará la luz de advertencia principal en el grupo de instrumentos e indicará “verificar el sistema” híbrido en la pantalla de información múltiple.

2.5.1. Procedimiento de seguridad para el manejo de una batería de vehículo híbrido de alta tensión

Los circuitos del sistema híbrido pueden operar hasta con 650 voltios. Estos altos voltajes son peligrosos y pueden causar graves lesiones personales, quemaduras e incluso la muerte si no se siguen las precauciones de seguridad adecuadas.

El electrolito de hidruro metálico de níquel de las baterías es una solución alcalina fuerte que incluye hidróxido de potasio, que es perjudicial para los tejidos humanos. Para evitar lesiones de entrar en contacto con el electrolito, llevar equipo de protección personal adecuado.

- Lentes de seguridad
- Guantes aislantes clase 0.
 - Antes de usar guantes aislantes, asegúrese de que no estén agrietados, rotos o dañados. No use guantes con aislamiento húmedo.
- Ropa de protección.
- Zapatos de seguridad.
- Cinta aislante con una calificación de aislamiento eléctrico adecuada.
- Un comprobador eléctrico que es capaz de medir DC de 750 voltios o más.
- Confirmar que el área de trabajo esta seca y las áreas alrededor de los componentes híbridos de la misma manera.
- Crear y mantener una zona segura alrededor del vehículo híbrido según sea apropiado.

Los técnicos certificados son los responsables de la gestión de la seguridad al inspeccionar o reparar cualquier componente de alto voltaje.

2.6. Proceso de recuperación de la batería de alta tensión

El proceso suena muy interesante, pero la pregunta sigue siendo. ¿Funciona? Todo consumidor desea ahorrar dinero mediante el acondicionamiento de la batería híbrida en lugar de reemplazar su batería vieja. Por sus inmensos costos. No solo son evidentes los ahorros financieros, sino que muchos propietarios híbridos están interesados por los beneficios ambientales de esta tecnología, ya que fue uno de los motivos originales por los que se compraron un híbrido en primer lugar.

Si nota que su híbrido tiene menos energía que antes, que no responde como solía hacerlo, las capacidades de su batería pueden estar bajo algún tipo de falla o deterioro ya

que necesita que la batería esté en óptimas condiciones para transferir toda esa energía a la tracción eléctrica. Si su paquete de batería no proporciona la cantidad adecuada de energía sentirá el vehículo más pesado o más lento.

Es por eso que la recuperación de la batería está ganando mucha popularidad. Los propietarios híbridos pueden disfrutar de inmediato del rendimiento de su vehículo nuevamente. El proceso de recuperación de la batería híbrida es sencillo aunque largo y cuesta una fracción del costo de una batería nueva. Para hacer una diferencia en el medio ambiente, como ha sido el propósito de la mayoría de los conductores de vehículos híbridos, ahora la recuperación de la batería híbrida puede ayudar a eliminar los desechos en los basureros.

Los vehículos híbridos tienden a ser un poco más caros desde su adquisición, pero no necesariamente son más caros de mantener durante su vida útil, a menos que deba reemplazar la batería después de que haya finalizado su garantía. La recuperación de la batería híbrida elimina este inconveniente al costar menos y darle más vida útil a su vehículo.

La batería híbrida es un conjunto de celdas. Sin este paquete de baterías, los motores eléctricos no pueden obtener o no obtendrían la potencia ni brindarían la eficiencia necesaria.

La batería del Toyota Highlander, por ejemplo, consta de 30 celdas individuales y cuando hay un problema con la batería, lo más probable es que se deba a una de las celdas, no a todos. Cada uno de las 30 celdas tiene su propio estado de salud y en un momento dado pueden estar en un estado diferente. Con el tiempo, los módulos en peor estado de este paquete terminan activando un código de fallas y eso a veces puede obligar a un distribuidor o un taller a reemplazar la batería completa. Sin embargo, es posible que uno o dos de los módulos deban reemplazarse y que no todo el paquete o la batería este en mal estado. El proceso de recuperación significa que el paquete se recicla extrayendo y reemplazando las celdas en mal estado.

En general, el reemplazo de la batería híbrida es uno de los problemas más críticos que enfrentan los conductores de vehículos híbridos. Con la recuperación de la batería híbrida, los conductores tienen otra opción para extender la vida útil de su vehículo híbrido y contribuir con un entorno más limpio. Se ha descubierto que recuperar una batería agrega alrededor de tres años de vida al vehículo por una cuarta parte del precio de reemplazar

todo el paquete de baterías. Se ha demostrado que mejora la eficiencia del combustible y aumenta la potencia, y ha sido muy recomendado por los consumidores de todo el mundo. Y la pregunta que todo consumidor se hace al enterarse de este procedimiento es ¿Vale la pena intentarlo? Y la respuesta es absolutamente, siempre y cuando los talleres pueden garantizar su servicio.

2.6.1. Todas las celdas no son iguales

Debido a las tolerancias de producción, a la desigualdad de la temperatura y a las diferencias en las características de envejecimiento de cada una de las celdas, es posible que una celda en una cadena puedan fallar prematuramente.

Durante el ciclo de carga, si hay una celda degradada en la cadena con una capacidad disminuida, existe el peligro de que una vez que haya alcanzado su carga completa, estará sujeta a una sobrecarga hasta que el resto de las celdas de la cadena alcance su carga completa. El resultado es acumulación de temperatura y presión por consiguiente un posible daño a la celda. Con cada ciclo de carga y descarga, las celdas más débiles se deterioran hasta que la batería falle.

Durante la descarga, la celda más débil tendrá la mayor profundidad de descarga y tenderá a fallar antes que las otras. Incluso es posible que la polaridad en las celdas más débiles se invierta ya que se descargan por completo antes de que el resto de las celdas se descarguen, provocando un corto circuito.

2.6.2. Desequilibrio de la batería

Las baterías multiceldas pueden ocasionar problemas debido a interacciones entre las celdas causadas por pequeñas diferencias en las características de las celdas individuales que componen la batería. Lo que conllevaría a una falla en el estado general de la batería, proporcionando un código de falla.

2.6.3. Balanceo de la batería

Para el balanceo de las celdas se requiere realizar las siguientes actividades

- Extracción del paquete de baterías.
- Extracción del cable de alta tensión.
- Conexión paralela de módulos.

El balanceo de la celda se debe hacer con módulos en paralelo para distribuir todo el voltaje independiente de las celdas.

Para proporcionar una solución a este problema que tenga en cuenta el envejecimiento y las condiciones de funcionamiento de las celdas, el sistema de gestión de batería incorpora un esquema de equilibrio celular para evitar que las células individuales se sobrecarguen. Estos sistemas monitorean el estado de carga de cada celda. Los circuitos de conmutación luego controlan la carga aplicada a cada celda individual en la cadena durante el proceso de carga para igualar la carga en todas las celdas del paquete. En el vehículo, el sistema es diseñado para hacer frente a los pulsos de carga repetitivos de alta tensión, como los del frenado regenerativo, así como al proceso normal de carga lenta.

2.7. Partes del Hybrid Battery Testing Brench

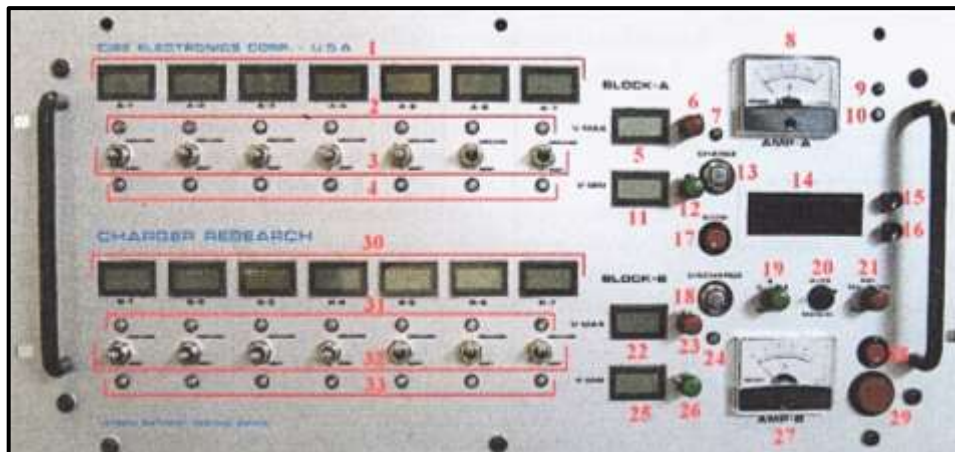


Figura 24 Partes del banco comprobador de baterías híbridas (TAAET Electronics , 2017)

- 1) Conjunto de voltímetros bloque A
- 2) Conjunto leds indicación de voltaje fuera de rango alto bloque A
- 3) Conjunto de llaves de tres posiciones – Alta: forzar carga – Media: Posición normal de trabajo – Baja: Reseteo – bloque A
- 4) Conjunto leds indicación voltaje fuera de rango seteado bajo – bloque A
- 5) Voltímetro indicación máximo voltaje de carga admitido - bloque A
- 6) Potenciómetro selección máximo voltaje de carga - bloque A
- 7) Led indicativo

- 8) Amperímetro para cargar y descargar – bloque A
- 9) Led indicativo
- 10) Led indicativo
- 11) Voltímetro indicación mínimo voltaje de descarga admitido – bloque A
- 12) Potenciómetro selección mínimo voltaje de descarga – bloque A
- 13) Pulsador comienzo de carga – bloque A
- 14) Display de seteos – bloque A y B
- 15) Pulsador visualización de seteos – selección de bloque – corriente – tiempo e ambos bloques
- 16) Pulsador aprobación de seteos
- 17) Pulsador detención de actividad
- 18) Pulsador comienzo de descarga
- 19) Selector de bloques A – B o ambos
- 20) Selector automático/manual
- 21) Selector corriente para cargar y descargar
- 22) Voltímetro indicación máximo voltaje de carga admitido – bloque B
- 23) Potenciómetro selección máximo voltaje de carga – bloque B
- 24) Led indicativo
- 25) Voltímetro indicación mínimo voltaje de carga admitido – bloque B
- 26) Potenciómetro selección mínimo voltaje de descarga – bloque B
- 27) Amperímetro para cargar y descargar – bloque B
- 28) Pulsador puesta en marcha del equipo
- 29) Pulsador reseteo y apagado del equipo
- 30) Conjunto voltímetro – bloque B
- 31) Conjunto leds indicación voltaje fuera de rango alto – bloque B
- 32) Conjunto de llaves de tres posiciones – Alta: forzar carga – Media: Posición normal de trabajo – Baja: Reseteo – bloque B
- 33) Conjunto leds indicación voltaje fuera de rango seteado bajo – bloque B

2.8. Proceso de descarga de la batería

- 1) Armamos dos bloques de 7 celdas cada uno ya que el equipo que utilizamos solo permite hasta un máximo de 14 celdas.



Figura 25 Conexión en serie de celdas
(Andrade, 2018)

- 2) Realizamos la conexión a través de los terminales del banco hacia cada una de las celdas

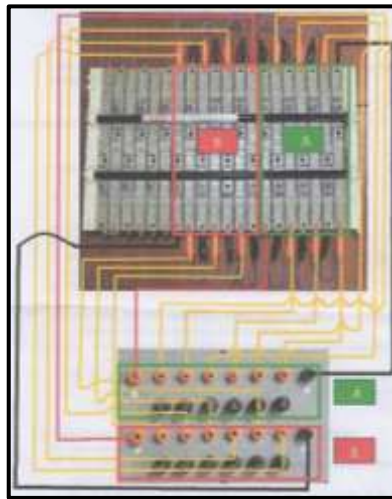


Figura 26 Diagrama de conexión
(TAAET Electronics , 2017)

- 3) Seteamos en el panel de control del banco
 - ✓ Selecciona automático (#20 todos los componentes)
 - ✓ Selecciona corriente de descarga 1 amp (#21 todos los componentes)
 - ✓ Selecciona el voltaje mínimo con el potenciómetro de selección (#12 y #26 todos los componentes)
 - ✓ Selecciona el tiempo de 2 horas de descarga (#15 todos los componentes)

Nota: el sistema de descarga automática se detendrá al momento que cualquiera de sus celdas llega al mínimo seleccionado de 6 voltios

- 4) Procedemos a descargar con los interruptores de tres posiciones (#3 y #32 todos los componentes) y descargamos cada celda hasta que llegue a 5 voltios

2.9. Proceso de carga de la batería

2.9.1. Proceso de precarga

- 1) Programamos en el panel de control del banco 30 min – 1 Amp.
 - ✓ Selecciona automático (#20 todos los componentes)
 - ✓ Selecciona corriente de carga 1 Amp
 - ✓ Selecciona el máximo de voltaje en 9 v con el potenciómetro (#6 y #23 todos los componentes)
 - ✓ Selecciona el tiempo de 30 min (#15 todos los componentes)
- 2) Concluido los 30 min de pre carga, el voltaje en todas las celdas tendría que mantener su voltaje nominal. Esperar durante 10 minutos.
 - ✓ Si el voltaje nominal no cambia dentro de los 10 minutos podemos consideras como celda aprobada en el primer procedimiento.
 - ✓ Si el voltaje nominal disminuye transcurriendo este tiempo podemos consideras como celda sospechosa para el cambio.

2.9.2. Procedimiento de carga a una capacidad del 30%

- 1) Programamos en el panel de control del banco 60 min – 2 Amp.
- 2) Concluido los 60 min de carga, el voltaje en todas las celdas no deben pasar el voltaje máximo.
 - a. Si el voltaje supera el voltaje máximo podemos considerar la celda como sospechosa para el cambio.

2.10. Proceso de descarga

- 1) Configuramos en el panel de control una descarga a 1 Amp durante 2 horas

- 2) Mientras las celdas se están descargando las iremos categorizando tomando en cuenta el tiempo en que les toma llegar a su voltaje mínimo. Guiándonos por la siguiente tabla.

Tabla 8 Categorización de las celdas

Categoría	Tiempo (horas)
A	1:41 – 2:00
B	1:26 – 1:40
C	1:10 – 1:25
Celda defectuosa	Menos de 1:10

(TAAET Electronics , 2017)

CAPITULO III – RECOLECCIÓN DE DATOS

3.1. Revisión Técnica

3.1.1. Escaneo de código de fallas mediante el uso de techstream

- a) Encienda el computador, eligiendo el software de techstream



Figura 27 Uso del Techstream
(Andrade, 2018)

b) Conecte el cable de la interfaz J2534 entre el computador y el vehículo



Figura 28 Cable mini VCI J2534
(Andrade, 2018)

c) Una vez conectado se establecerá la comunicación



Figura 29 Establecimiento de la conexión entre el software y el vehículo
(Herramientas de diagnóstico, 2016)

d) Se desplegará un ventana pidiendo los datos del vehículo, tales como modelo año

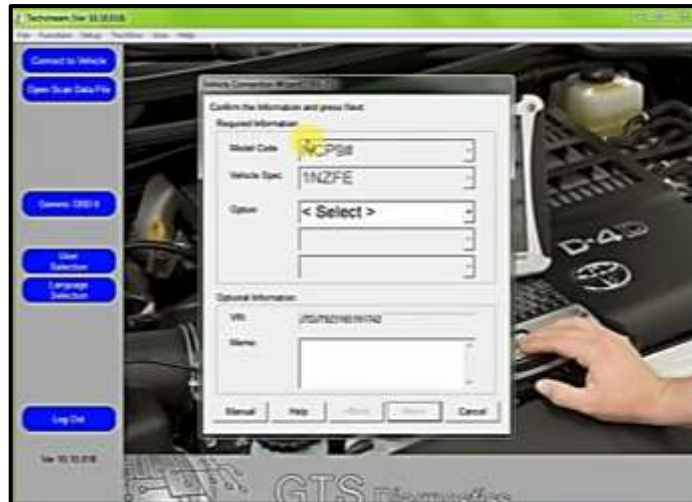


Figura 30 Selección del modelo a escanear
(Herramientas de diagnostico, 2016)

- e) A partir de ahí tendremos acceso a la información del vehículo, tales como lista de códigos de falla, lista de datos, etc.

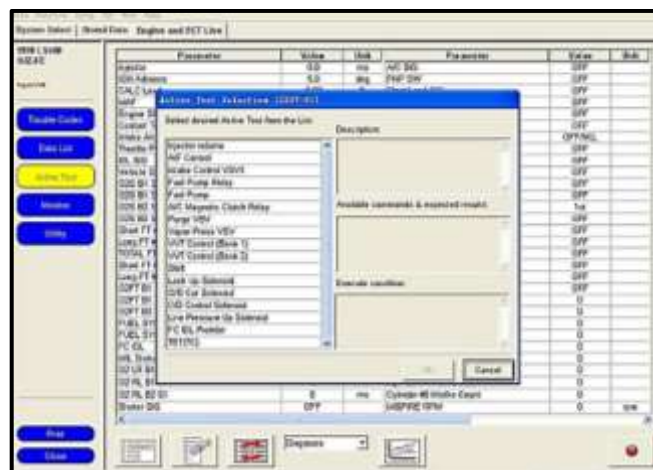


Figura 31 Datos otorgados por Techstream
(Herramientas de diagnostico, 2016)

- f) Una vez revisado los códigos de fallas presentes, procedemos a la extracción del paquete baterías híbridas.

3.1.2. Proceso de extracción de la batería de alta tensión

- 1) Pliegue el asiento de la 3ra fila hacia abajo (si está equipado).

Retire la cubierta de carga trasera central quitando cinco clips y quitando dos pernos de 12 mm.



Figura 32 Proceso de extracción de la batería
(Hybrid Automotive, 2016)

2) Retire cuatro anclajes de red de carga.

Retire las cubiertas traseras de las luces traseras.



Figura 33 Proceso de extracción de la batería
(Hybrid Automotive, 2016)

3) Retire los paneles laterales de la alfombra del área de carga.

Retire dos clips y retire la carga central debajo de la bandeja.

Desenganche y quite la pieza de tela central.



Figura 34 Proceso de extracción de la batería
(Hybrid Automotive, 2016)

- 4) Retire los dos clips de la tapicería y quite la moldura del maletero de la puerta de elevación trasera.

Retire los cubículos de carga laterales izquierdo y derecho quitando las tuercas de 10 mm y levantándolas del vehículo.



Figura 35 Proceso de extracción de la batería
(Hybrid Automotive, 2016)

- 5) Retire cuatro tuercas de 10 mm y retire la barra superior del tercer asiento (si corresponde).



Figura 36 Proceso de extracción de la batería
(Hybrid Automotive, 2016)

- 6) Retire las hebillas del pestillo del cinturón de seguridad de la tercera fila del asiento.

Retire los cuatro pernos de 14 mm que sujetan el asiento de la tercera fila en su lugar.

Retire el asiento de la tercera fila a través de la parte trasera del vehículo.



Figura 37 Proceso de extracción de la batería
(Hybrid Automotive, 2016)

- 7) Retire el borde del escalón del lado izquierdo.
Repita en el lado derecho del vehículo.



Figura 38 Proceso de extracción de la batería
(Hybrid Automotive, 2016)

- 8) En el lado inferior izquierdo del asiento de la segunda fila, retire la cubierta de desconexión de la batería híbrida.

Retire la desconexión de la batería híbrida color naranja.



Figura 39 Proceso de extracción de la batería
(Hybrid Automotive, 2016)

- 9) Ubique las tres tomas de refrigeración de la batería híbrida en la parte inferior del asiento de la segunda fila. Abra las cubiertas de los tornillos de admisión de la batería como se muestra y quite los dos tornillos por tapa (seis tornillos en total).

Retire las molduras del riel del asiento delantero.



Figura 40 Proceso de extracción de la batería
(Hybrid Automotive, 2016)

- 10) Retire las tres cubiertas de admisión de refrigeración de la batería híbrida.



Figura 41 Proceso de extracción de la batería
(Hybrid Automotive, 2016)

- 11) Pliegue los asientos de la segunda fila hacia abajo y deslícese hacia adelante lo más posible.

Retire las molduras laterales externas traseras de ambos lados de los rieles de los asientos de la segunda fila.



Figura 42 Proceso de extracción de la batería
(Hybrid Automotive, 2016)

- 12) Retire las cuatro cubiertas del soporte del riel del asiento trasero del asiento de la segunda fila y los seis pernos 14 mm.



Figura 43 Proceso de extracción de la batería
(Hybrid Automotive, 2016)

- 13) Retire los asientos de la segunda fila a través de la parte posterior del vehículo. ¡Son pesadas! Recomendando usar un ayudante para este paso.



Figura 44 Proceso de extracción de la batería
(Hybrid Automotive, 2016)

- 14) Retire los paneles laterales posteriores. Hay seis tornillos de 10 mm y un clip en cada lado. El socket auxiliar 12V del lado izquierdo debe estar desenchufado. Los controles del calentador trasero del lado derecho (si está equipado) deben desenchufarse.

Retire los paneles laterales posteriores a través de la parte posterior del vehículo.



Figura 45 Proceso de extracción de la batería
(Hybrid Automotive, 2016)

- 15) Retire los tres clips de alfombra como se muestra.

Retire el perno de 14 mm y retire el soporte de anclaje del enganche del cinturón de seguridad central de la segunda fila.



Figura 46 Proceso de extracción de la batería
(Hybrid Automotive, 2016)

- 16) Doble la alfombra trasera hacia arriba y adelante para exponer el compartimiento de la batería como se muestra.



Figura 47 Proceso de extracción de la batería
(Hybrid Automotive, 2016)

17) Retire las tres cubiertas del conducto de escape de la batería híbrida del vehículo.



Figura 48 Proceso de extracción de la batería
(Hybrid Automotive, 2016)

18) Retire los tres soportes de entrada del conducto de la batería. Cada soporte de entrada se mantiene en su lugar con dos pernos de 10 mm.



Figura 49 Proceso de extracción de la batería
(Hybrid Automotive, 2016)

19) Retire el clip de acceso de la batería color naranja. Gírela 90 grados en sentido anti-horario para liberar el clip como se muestra.

Retire los dos pernos de 10 mm que sujetan la cubierta de desconexión de la batería. Retire la cubierta.



Figura 50 Proceso de extracción de la batería
(Hybrid Automotive, 2016)

20) Retire el perno de soporte de 10 mm indicado. Separe el soporte del cable del sensor de la tapa de la batería.



Figura 51 Proceso de extracción de la batería
(Hybrid Automotive, 2016)

21) Retire la tapa de la batería híbrida quitando:

- Un clip de seguridad naranja.
- Seis tuercas de 10 mm.
- Diecisiete pernos de 10 mm.
- Once pernos de 12 mm.



Figura 52 Proceso de extracción de la batería
(Hybrid Automotive, 2016)

22) Esto es lo que se verá con la tapa de la batería extraída.



Figura 53 Proceso de extracción de la batería
(Hybrid Automotive, 2016)

23) Retiramos tres ventiladores de refrigeración de la batería híbrida para limpiarlos. El ventilador no tiene filtro y a menudo se obstruye con escombros. Esto contribuye en gran medida al sobrecalentamiento de la batería híbrida y al fallo prematuro.

Retire el ventilador de refrigeración de la batería híbrida quitando los tres pernos de 10 mm que sujetan el ventilador en su lugar. Desenganche y desenchufe el conector de cuatro cables para terminar de quitar el ventilador.

Después de limpiar los ventiladores, aún no los vuelva a instalar en el vehículo.



Figura 54 Proceso de extracción de la batería
(Hybrid Automotive, 2016)

24) Coloque el arnés del automóvil en el vehículo como se muestra.



Figura 55 Proceso de extracción de la batería
(Hybrid Automotive, 2016)

25) Remover la manguera de ventilación entre el módulo LH y el central de las baterías de alta tensión.

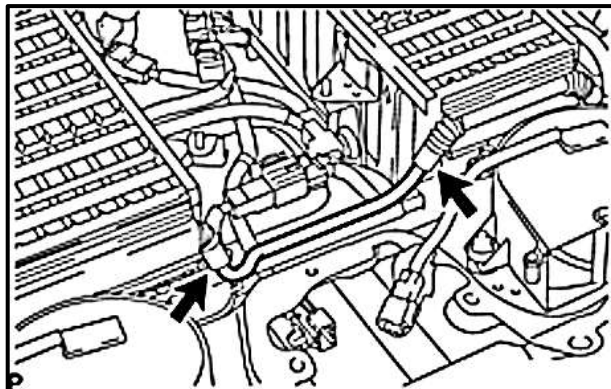


Figura 56 Proceso de extracción de la batería
(Toyota, 2012)

26) Desconectar el socket y desacoplar la vincha del termo sensor.

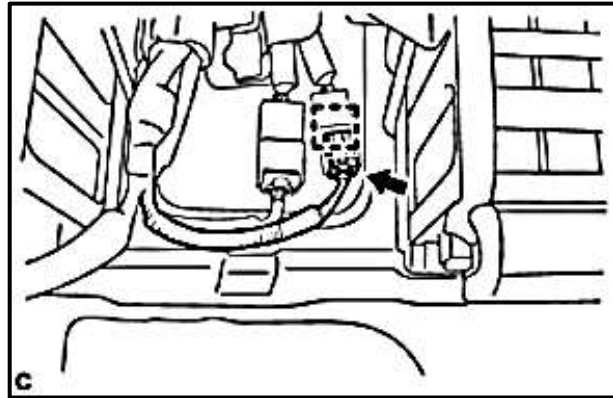


Figura 57 Proceso de extracción de la batería
(Toyota, 2012)

27) Remueve la tuerca y el cable principal del módulo la batería LH.

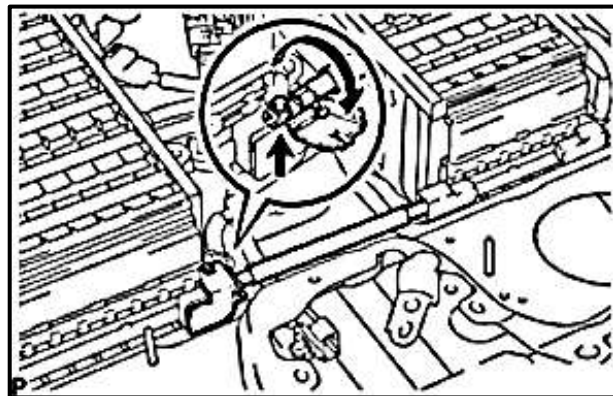


Figura 58 Proceso de extracción de la batería
(Toyota, 2012)

28) Retire la tuerca y luego desconecte el enchufe del vehículo de la batería del módulo de batería LH.



Figura 59 Proceso de extracción de la batería
(Toyota, 2012)

29) Coloque las bandas de carga en el módulo de la batería LH y retíralo.

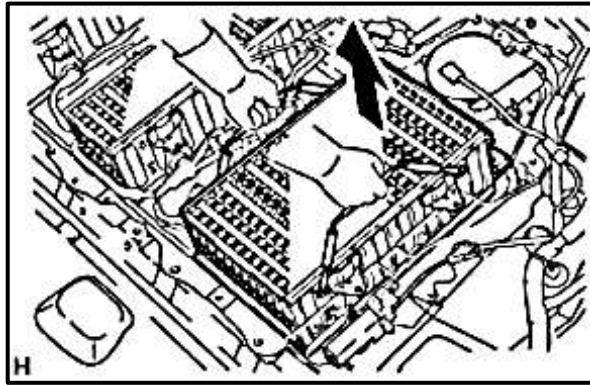


Figura 60 Proceso de extracción de la batería
(Toyota, 2012)

30) Para remover el modulo central, desconecta el conector y desacopla la abrazadera.

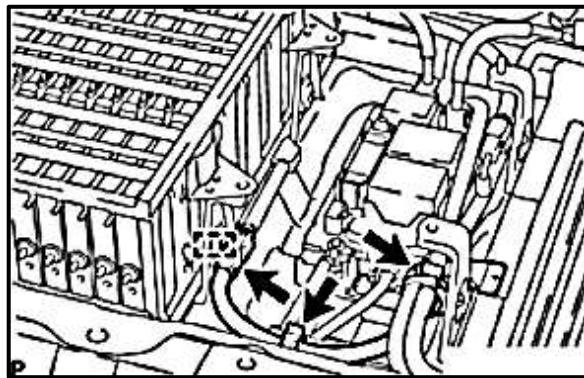


Figura 61 Proceso de extracción de la batería
(Toyota, 2012)

31) Separe las 2 abrazaderas del arnés de cables.

Desconecte los 2 conectores y desengrane la abrazadera.

Desconecte el conector.

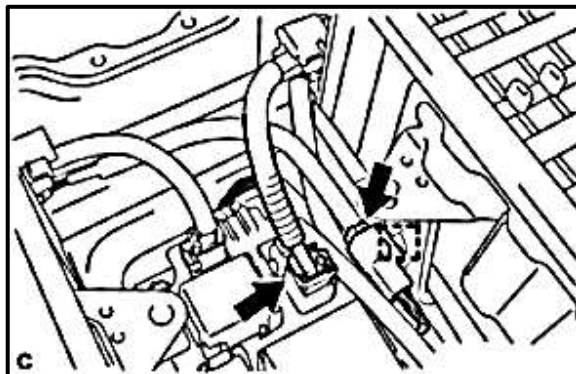


Figura 62 Proceso de extracción de la batería
(Toyota, 2012)

- 32) Remueva la manguera de ventilación entre el modulo central y el modulo RH de la batería de alta tensión.

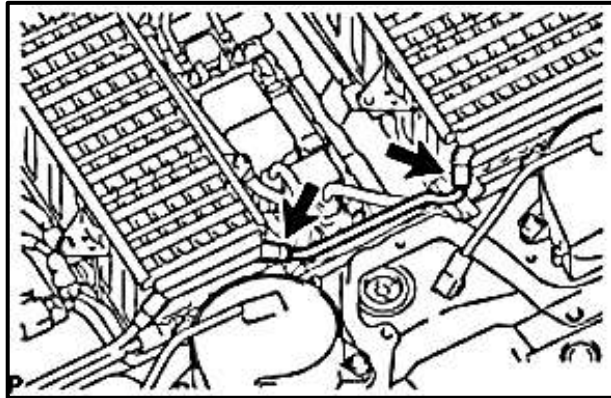


Figura 63 Proceso de extracción de la batería
(Toyota, 2012)

- 33) Coloque las bandas de carga en el módulo central y retírelo.

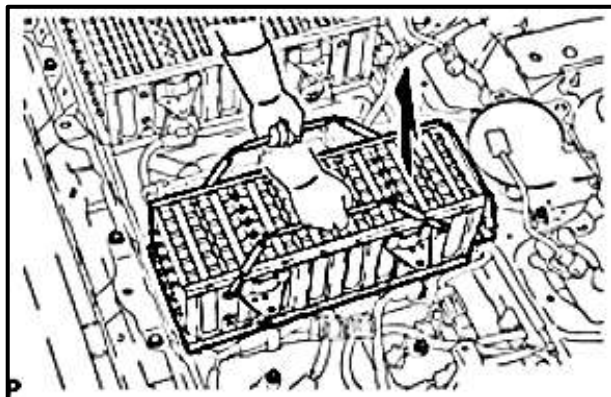


Figura 64 Proceso de extracción de la batería
(Toyota, 2012)

- 34) Para remover el modulo RH, desconecte el socket.

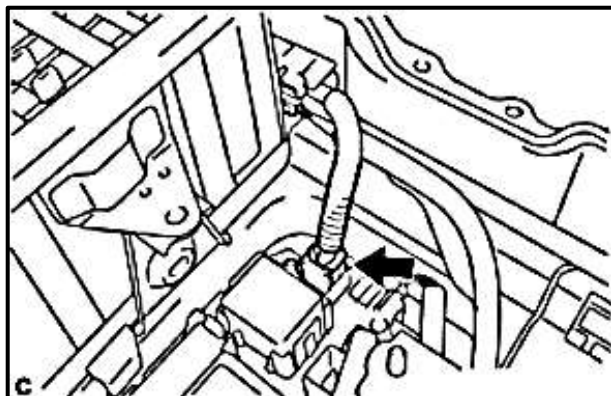


Figura 65 Proceso de extracción de la batería
(Toyota, 2012)

35) Desconecte el conector del cable principal de la batería.

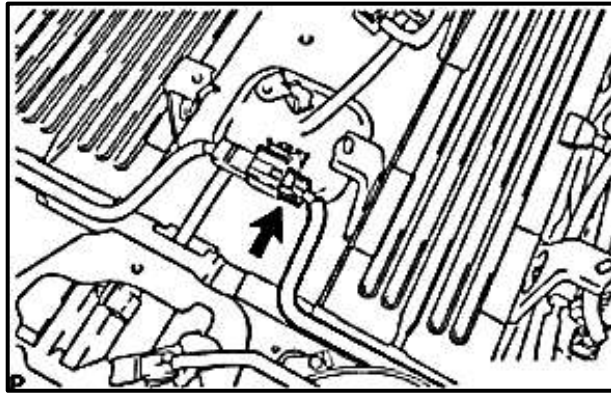


Figura 66 Proceso de extracción de la batería
(Toyota, 2012)

36) Remueva la manguera de ventilación.

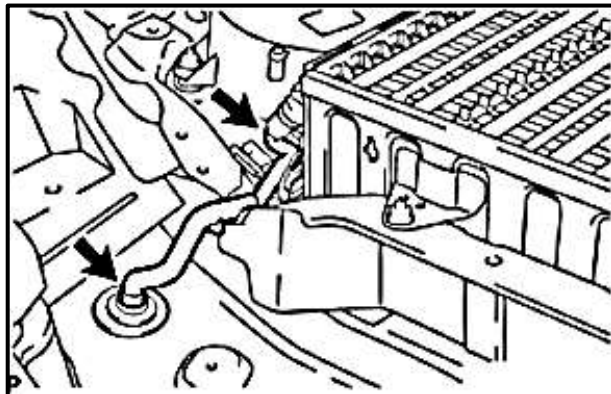


Figura 67 Proceso de extracción de la batería
(Toyota, 2012)

37) Coloque las bandas de carga en el módulo RH de la batería y retírela.

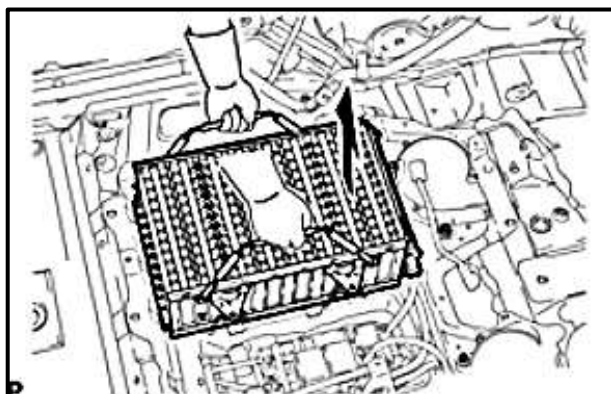


Figura 68 Proceso de extracción de la batería
(Toyota, 2012)

38) Remueva la tuerca del cable principal del módulo RH y el cable principal.

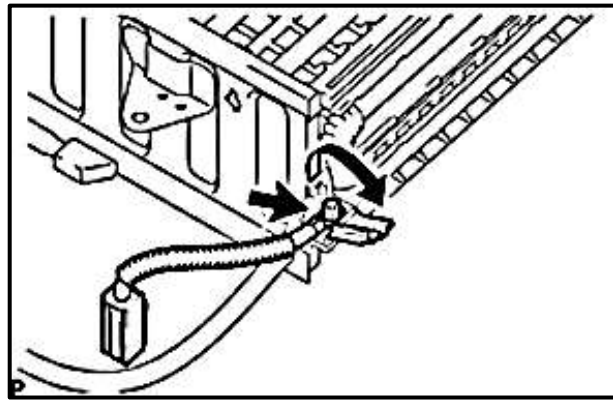


Figura 69 Proceso de extracción de la batería
(Toyota, 2012)

3.1.3. Proceso de revisión del paquete de batería

Debemos siempre considerar que el proceso de revisión de batería mediante el uso del banco comprobador de baterías híbridas se puede realizar 14 celdas a la vez, el Toyota highlander cuenta con 30 celdas por lo que el proceso deberá ser repetido.



Figura 70 Celdas conectadas en serie
(Andrade, 2018)

- a) Una vez retiradas las celdas realizamos paquetes de 7 celdas conectadas en serie.

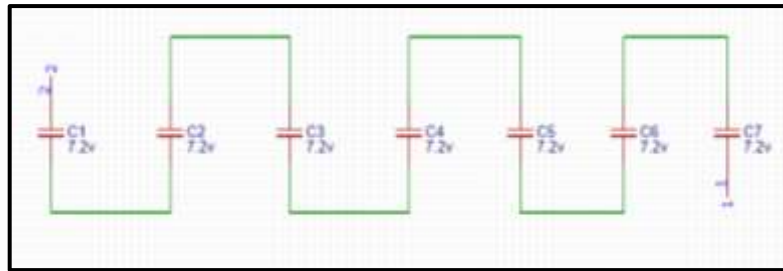


Figura 71 Diagrama de conexión en serie de las celdas
(Andrade, 2018)

- b) Lo conectamos al banco de comprobación como está ilustrado en el punto **2.8** (paso 2)

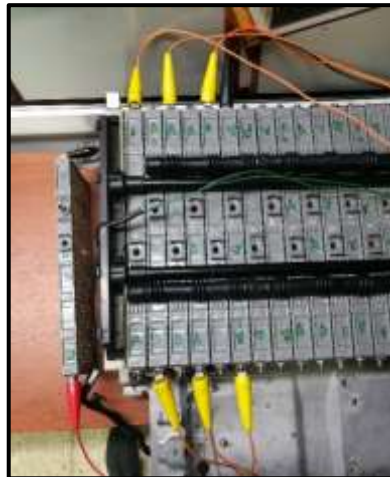


Figura 72 Conexión de las baterías con el comprobador
(Andrade, 2018)

- c) Realizamos la descarga de la baterías a una corriente de descarga de 1 Amp hasta un mínimo voltaje de 6 V, en este primer paso si su voltaje se desploma rápidamente podemos observar cual celda está completamente descargada. Si esto no sucede el tiempo de descarga será durante 2 horas.
- d) Otra alternativa para descargar la batería de alta tensión es realizar la misma conexión en serie y conectarla a un alógeno durante toda la noche, como se muestra a continuación.



Figura 73 Alógeno de consumo para descarga de batería de alta tensión
(Andrade, 2018)

- e) Una vez descargada las celdas procedemos al proceso de precarga de la batería. Se cargaran durante 30 min a 1 Amp, poniendo como voltaje máximo 9 V. si una vez comenzado el procedimiento el voltaje de alguna celda se dispara lo podemos considerar como una celda dañada.
- f) Una vez concluido los 30 min debemos esperar alrededor de 10 min, una vez pasado este tiempo el voltaje nominal de 7,2 V debe mantenerse si no es así lo podemos considerar que posiblemente deba ser cambiada.
- g) En el proceso de carga, la batería será cargada a un 30%, configuramos el equipo para una carga de 2 Amp durante 60 min, cuando este tiempo concluye cada celda no debe superar el voltaje máximo ya que si esto sucede puede ser considerada para ser reemplazada.
- h) Para finalmente identificar que celda(s) esta(n) fallando volveremos a descargar la batería, programamos el comprobador para una descarga a 1 Amp durante 2 horas y según el tiempo que le tome en llegar a su voltaje mínimo conoceremos el estado de cada celda y las lograremos categorizar. **(Tabla 8)**
- i) Reemplazamos las celdas que estén en mal estado considerando que la celda que colocamos debe estar en las mismas condiciones que las demás tomando en cuenta la categorización del resto de celdas.

Nota: Si todas las celdas son de la misma categoría, el vehículo arranca.



Figura 74 Celdas Categorizadas
(Andrade, 2018)

- j) Una vez reemplazadas las celdas repetimos el paso “g”
- k) Y finalmente balanceamos las celdas conectándolas en paralelo para distribuir el voltaje de cada una durante 24 Hrs mediante el uso de lagartos como se muestra a continuación.



Figura 75 Lagartos para conexión en paralelo de las celdas
(Andrade, 2018)

3.2. Cálculo del estado de carga SOC

El estado de carga se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$SOC = \frac{(A)(t)}{6.5 \text{ A/h}} \times 100$$

Donde:

SOC = Estado de carga

A = Amperios a elegir en el comprobador

t = Tiempo programable de funcionamiento del comprobador en horas

En nuestro caso se aplicara un SOC del 30% en una duración de una hora por lo que se debe averiguar el amperaje a aplicar usando la fórmula del estado de carga tenemos:

$$SOC = \frac{(A)(t)}{6.5 \text{ A/h}} \times 100$$

$$SOC \times 6.5 \text{ A/h} = (A)(t) \times 100$$

$$A = \frac{SOC \times 6.5 \text{ A/h}}{t \times 100}$$

Una vez reemplazando los datos sería:

$$A = \frac{30 \times 6.5 \text{ A/h}}{1h \times 100}$$

$$A = \frac{195}{100}$$

$$A = 1.95 \text{ A}$$

El amperaje que utilizaremos será de 2 A en una duración de 1 hora para cargar la batería

3.3. Análisis, cambio y categorización de las celdas

De las 30 celdas que posee el Toyota highlander, 3 de las mismas presentaban fallas, que según la categorización estaban en clase C. lo que no permitía el correcto funcionamiento del vehículo.

Considerando que el techstream nos da la falla por bloques y siendo 2 celdas por bloque, se encontró la falla en bloque 3 y 4 del módulo LH de la batería de alta tensión.

Celda 1	Celda 2	Celda 3	Celda 4	Celda 5	Celda 6	Celda 7	Celda 8	Celda 9	Celda 10	Celda 11	Celda 12
Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4	Bloque 5	Bloque 6	Bloque 7	Bloque 8	Bloque 9	Bloque 10	Bloque 11	Bloque 12

Figura 76 Módulo LH del paquete de batería
(Andrade, 2018)

Siendo la celda 5, 6 y 8 las celdas que presentaron fallas. Habiendo sido categorizadas tipo C, mientras las demás estaban en categoría A por lo que solo fue necesario el cambio de esas 3 celdas por otras de categoría A para volver a poner en funcionamiento el vehículo.

3.4. Precauciones importantes

3.4.1. Procedimiento antes de extraer la batería de alta tensión

Antes de inspeccionar el sistema de alta tensión o desconectar el conector de baja tensión del inversor/convertidor, use el equipo de protección personal y quite el tapón de servicio para evitar descargas eléctricas. Después de quitar el agarre del enchufe de servicio, colóquelo en su bolsillo para evitar que otro los técnicos pueden reconectarlo accidentalmente mientras trabaja en el sistema de alto voltaje.

Después de retirar el agarre del enchufe de servicio, espere al menos 10 minutos para que se descargue el capacitor dentro del convertidor/inversor antes de tocar cualquier conector o terminal de alto voltaje.

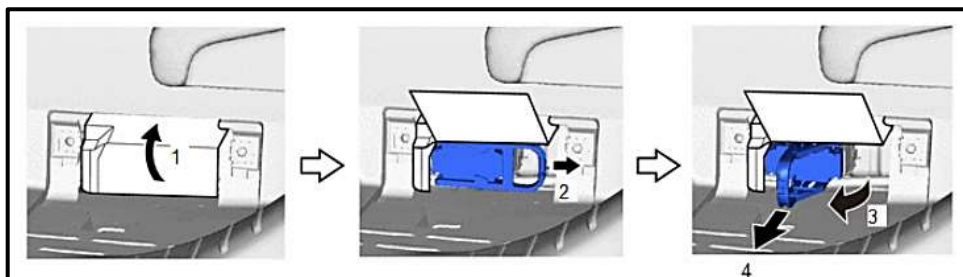


Figura 77 Ubicación del enchufe de servicio
(Toyota, Precautions for inspecting hybrid battery system, 2014)

Verifique la tensión en los terminales en el punto de inspección en el conjunto inversor/convertidor.

Remueva la cubierta del inversor sobre el conjunto inversor/convertidor.

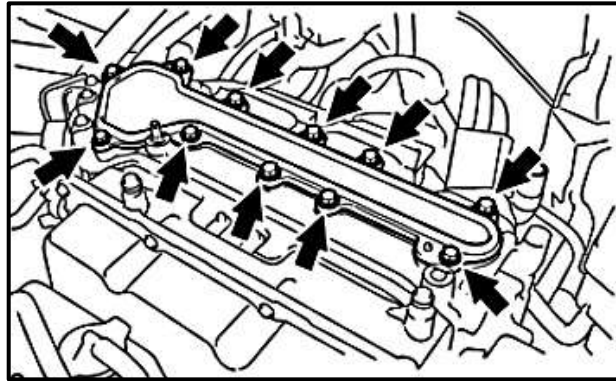


Figura 78 Cubierta del conjunto inversor/convertidor
(Toyota, Precautions for inspecting hybrid battery system, 2014)

Mida el voltaje como se muestra en la imagen a continuación con un comprobador capaz de medir 750 volts o más. Luego de haber esperado 10 min el valor debe ser 0 volts.

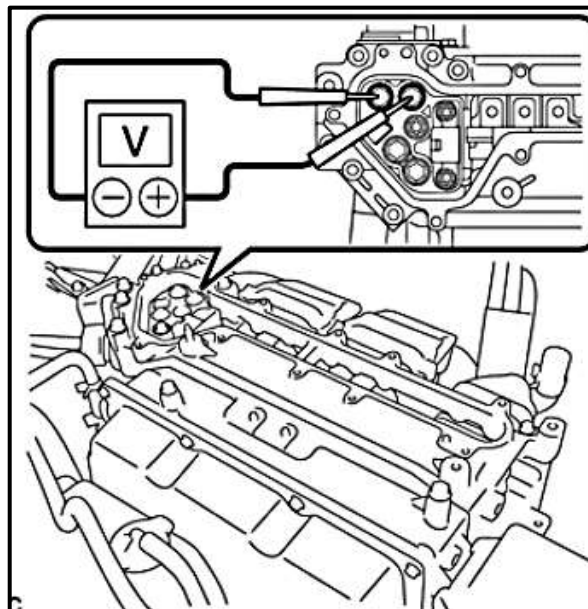


Figura 79 Verificación del voltaje
(Toyota, Precautions for inspecting hybrid battery system, 2014)

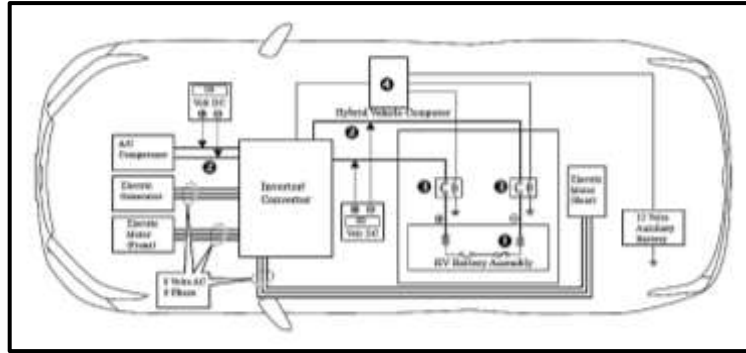


Figura 80 Vehículo desconectado para trabajos de mantenimiento
(Toyota, 2014)

- 1) Fusible de alto voltaje
- 2) Cables de alto voltaje positivo y negativo
- 3) Relays de 12 voltios
- 4) Computadora del vehículo híbrido

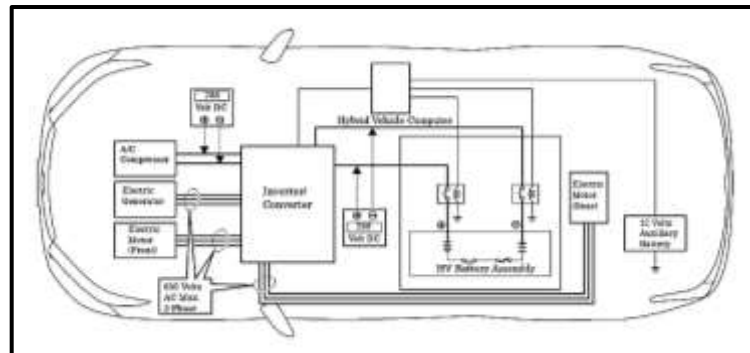


Figura 81 Vehículo energizado para funcionamiento
(Toyota, 2014)

CAPITULO IV – ANALISIS DE DATOS

4.1. Resultados de revisión técnica

El funcionamiento del vehículo luego de haber aplicado un largo y arduo procedimiento es más que satisfactorio siendo esta sin duda alguna una alternativa mucho más económica sin perder la confiabilidad, que siempre es una duda frecuente entre los propietarios de estos vehículos, dándole así unos más de vida útil al vehículo.

Pero al ser un vehículo de 30 celdas donde cada celda es independiente y siendo sometida a los mismos procedimiento de carga y descarga por diferentes factores 3 de estas fallaron prematuramente siendo esta una de la ventaja del procedimiento al descubrir cual específicamente son las celdas que están fallando para proceder a su reemplazo, ya que nunca se encontrara una falla completa de todas las celdas dentro del paquete de batería.

4.2. Estado de las celdas

Dentro de todo el paquete de batería (30 celdas) se encontraron 3 en mal estado que causaban el mal funcionamiento al no estar en el mismo nivel de funcionamiento que las demás celdas del vehículo tales que se según la tabla de categorización (**Tabla 8**) se las ubico como tipo C ya que su tiempo de descarga fue:

Tabla 9 Tiempo de descarga de las celdas en mal estado

Celda	Tiempo (horas)
5	1:12
6	1:16
8	1:15

(Andrade, 2018)

Siendo completamente necesario su cambio por 3 celdas que se encuentren en la misma categorización las cuales se ubicaron en categoría A por su mayor tiempo en el proceso de descarga. Una vez intercambiadas estas tres celdas la batería volvió a estar en óptimas condiciones lo que conlleva que el funcionamiento del vehículo vuelva a ser el ideal.

4.3. Análisis para el cambio y recuperación de celdas

Luego de un proceso largo de análisis al ser un modelo con 30 celdas y solo poder analizar 14 a la vez nos tomó varias horas desde el proceso de escaneo con el techstream hasta el desmontaje completo de la batería híbrida que al estar por debajo de los asientos traseros de un vehículo de 3 filas (si aplica) son varios los componentes que deben ser retirado.

Junto con la continua precaución del manejo de la misma, considerando todas los procesos de seguridad que se deben seguir antes de manejarlo, ya que el no tenerlos presentes podrían causar serias heridas o incluso la muerte. Además de los posibles daños físicos visibles que podría presentar la batería.

Sin duda alguna el proceso de recuperación es un proceso que se popularizara entre los usuarios de vehículos híbridos, al permitirles disfrutar inmediatamente de la eficiencia del mismo sin haber afectado fuertemente su economía. Siendo esta mejor alternativa ante estos tipos de fallas. Ya que al no ser un conjunto único sino conformado por varias celdas nos da la ventaja de un intercambio puntual en las celdas en malas condiciones que durante su proceso de carga y descarga dentro de su normal funcionamiento se vieron afectadas prematuramente.

CAPITULO V – CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- ✓ Viendo el crecimiento considerable de este mercado desde su aparición, el enfoque de los talleres hacia el mantenimiento y reparación de esta tecnología es completamente necesario ya que sin duda invadirá nuestro mercado con el pasar de los años. Por lo que la necesidad de especializarse y aprender de estos procedimientos permitirá obtener otro mercado junto con buenas ganancias.
- ✓ El vehículo cuenta con diversos sistemas de seguridad además de la protección que el equipo personal te debe dar, por lo que seguirlos sin evadir paso alguno es esencial siendo consiente de los altos voltajes que este sistema maneja
- ✓ Sin duda alguna el proceso de recuperación de batería es lo más conveniente al momento de considerar el gasto que representa reemplazar la batería completa, sin dejar de lado los beneficios medioambientales que representa reusar la batería que ya posee nuestro vehículo y solo reemplazar las celdas en mal estado.
- ✓ Las baterías de alta tensión son un conjunto de celdas por lo que su evaluación aunque larga y nos permitirá ver el estado general de la batería fuera de las que ya estén en mal estado y deban ser reemplazadas.

5.2. Recomendaciones

- ✓ Arriesgarse a la inversión aunque el costo inicial necesario para realizar este procedimiento sea algo elevado, será una buena inversión para obtener ganancias dentro de un mercado que continua creciendo.
- ✓ Nunca ignorar ninguna de las advertencias y protocolos de seguridad que maneja este sistema, ya que ignorarlos u olvidarlos podría costar la vida o causar serias heridas.
- ✓ Al momento de llevar el vehículo a realizar este tipo de procedimientos, siempre llevarlos a un taller capacitado y que este nos brinde garantía de su trabajo luego de haberlo realizado para mayor confiabilidad.

- ✓ Tener siempre presente que la batería no se daña por completo, al realizar este proceso se evidencia que son 1 o 2 celdas las que están en mal estado, por lo que la conveniencia de seguir este proceso es mejor.

Bibliografía

Libro

- Boothroyd, J. (2012). *From the Model T to Hybrid Cars: How Transportation Has Changed*. Minneapolis: Lerner Publications.
- Curtis Anderson, J. A. (2010). *Electric and Hybrid Cars*. Mcfarland.
- Fuhs, A. (2015). *Hybrid Vehicles: and the Future of Personal Transportation*. CRC Press.
- Hunter, N. (2014). *How electric and hybrid cars works*. Gareth Stevens Publishing.

Reporte técnico

- IEEE/ASME. (2005). *Modeling and analysis of the Toyota Hybrid Dystem*. Monterey, California: International conference on advanced intelligent mechatronics.
- Pistoia, G. (2010). *Electric and Hybrid Vehicles: Power Sources, Models, Sustainability, infrastructure and the market*. Elsevier.
- TAAET Electronics . (2017). *Manual de uso del banco de pruebas de bateria hibrida*. Guayaquil.

Tesis

- García, D. G. (2013). *Simulation of a hybrid vehicle powertrain using a fully electrical system* . Oviedo: Universidad de Oviedo.

Manual de servicio

- Toyota . (2010). *Componentes Hybrid Sinergy Drive*. Toyota motor compoany.
- Toyota. (2008). *Emergency response guide*. Toyota motor company.
- Toyota. (2012). *Hybrid battery removal* . Toyota Motor Company.
- Toyota. (2013). *Mantenimiento de las baterias HV y auxiliares*. Toyota Motor Company.
- Toyota. (2014). *General Hybrid Control System*. Toyota Motor Company.
- Toyota. (2014). *General Specification Hybris Battery System*. Toyota Motor Company.
- Toyota. (2014). *HV battery handling precautions*. Toyota Motor Company.
- Toyota. (2014). *Hybrid vehicle dismantling manual*. Toyota motors company.
- Toyota. (2014). *Precautions for inspecting hybrid battery system*. Toyota Motor Company.

Sitio web

- AEADE. (2013). *AEADE*. Obtenido de <http://aeade.net/wp-content/uploads/2016/11/ANUARIO-2013.pdf>
- AEADE. (2016). *AEADE*. Obtenido de <http://www.aeade.net/wp-content/uploads/2017/12/anuario2016.pdf>
- Auto-innovations. (19 de 06 de 2015). *Auto-innovations*. Obtenido de <http://www.auto-innovations.com/communique/417.html>
- Baterias Madrid. (01 de 2018). *Baterias Madrid*. Obtenido de <http://www.bateriasmadrid.com/portfolios/baterias-vehiculos-hibridos-electricos/>
- Cars. (25 de 06 de 2014). *Cars*. Obtenido de https://www.cars.com/research/toyota-highlander_hybrid-2014/
- Carspoon. (07 de 12 de 2015). *Carspoon*. Obtenido de <http://www.carspoon.com/article/does-hybrid-battery-conditioning-really-work/>
- Coche Español. (2015). *Automotriz*. Obtenido de <http://www.automotriz.mobi/coches/cars-trucks-autos/hybrid-cars/105315.html>
- Ecoelectric Battery . (23 de 05 de 2017). *Ecoelectric Battery* . Obtenido de <http://ecoelectricbattery.com/1/post/2017/05/modelos-de-vehiculos-hibridos-guia.html>
- Electropedia. (2012). *mpoweruk*. Obtenido de <http://www.mpoweruk.com/life.htm#interactions>
- Electropedia. (2012). *mpoweruk*. Obtenido de <http://www.mpoweruk.com/balancing.htm>
- Herramientas de diagnostico. (18 de 05 de 2016). *Cocheobd2*. Obtenido de <http://blog.cocheobd2.es/como-utilizar-toyota-techstream-con-jdiag-elith-j2534/>
- Hybrid Automotive. (2016). *Hybrid Automotive*. Obtenido de <https://hybridautomotive.com/pages/install-hh1>
- Hybrid Automotive. (2016). *Hybrid Automotive*. Obtenido de <https://hybridautomotive.com/pages/recon>
- Hybrid cars. (11 de 2008). *Hybrid cars*. Obtenido de <http://www.hybridcars.com/hybrid-car-battery/>
- Hybrid Electric Vehicle Training Educator. (2012). *AEDVE*. Obtenido de <http://www.aedve.info/cutaway/nmhba/index.html>
- Just-auto. (15 de 10 de 2016). *Just-auto*. Obtenido de https://www.just-auto.com/analysis/drilling-down-into-toyotas-latest-hybrid-technology_id171811.aspx
- Know your parts AASA. (2016). *Know your parts*. Obtenido de <https://www.knowyourparts.com/technical-resources/hybrid/reconditioning-hybrid-batteries/>

Motor trend. (01 de 03 de 2008). *Motor trend*. Obtenido de <http://www.motortrend.com/cars/toyota/highlander/2008/>

Motor Trend. (02 de 2018). *Motor Trend*. Obtenido de <http://www.motortrend.com/cars/toyota/highlander-hybrid/>

New car test drive. (20 de 10 de 2005). *new car test drive* . Obtenido de <https://www.newcartestdrive.com/reviews/2006-toyota-highlander/>

Nivant System Inc. (2018). *Nivant*. Obtenido de <http://nivant.com/hybrid-vehicles/evcharge-hybrid-vehicle-battery-charge-discharge-system/>

Roberts Toyota blog. (20 de 12 de 2016). *Roberts Toyota*. Obtenido de <https://www.robertstoyota.com/blog/how-toyota-hybrid-regenerative-braking-systems-work/>

The official blog of toyota. (06 de 02 de 2015). *blog toyota*. Obtenido de <http://blog.toyota.co.uk/toyota-wants-hybrid-batteries-back>

The official blog of toyota. (27 de 04 de 2015). *Blog toyota*. Obtenido de <http://blog.toyota.co.uk/how-does-toyota-hybrid-synergy-drive-work>

Toyota global newsroom. (14 de 02 de 2017). *newsroom*. Obtenido de <https://newsroom.toyota.co.jp/en/detail/4063130/>

Toyota global newsroom. (14 de 02 de 2017). *Newsroom*. Obtenido de <https://newsroom.toyota.co.jp/en/detail/14940871>