

**Universidad Internacional Del Ecuador**



**Facultad De Ingeniería En Mecánica Automotriz**

**Proyecto de Grado para la Obtención del Título de Ingeniería en Mecánica  
Automotriz**

**Estudio del Funcionamiento del Conjunto de Baterías del Ford Escape Híbrido**

**Mario Eduardo Aguilar Jaramillo**

**Guayaquil, Septiembre 2018**

**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA AUTOMOTRIZ**

**CERTIFICADO**

Ing. Edwin Puente

**CERTIFICA**

Que el trabajo de **“ESTUDIO DEL FUNCIONAMIENTO DEL CONJUNTO DE BATERÍAS DEL FORD ESCAPE HÍBRIDO”** realizado por el estudiante: MARIO EDUARDO AGUILAR JARAMILLO 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 que contiene toda la información de este trabajo. Autoriza al señor: MARIO EDUARDO AGUILAR JARAMILLO que lo entregue a biblioteca de la facultad, en calidad de custodia de recursos y materiales bibliográficos.

Guayaquil, septiembre de 2018

Ing. Edwin Puente

Director de Proyecto

**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ**

**CERTIFICACIÓN Y ACUERDO DE CONFIDENCIALIDAD**

Yo MARIO EDUARDO AGUILAR JARAMILLO, declaro bajo juramento, que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido presentado anteriormente para ningún grado o calificación profesional y que se ha consultado la bibliografía detallada.

Cedo mis derechos de propiedad intelectual a la Universidad Internacional del Ecuador, para que sea publicado y divulgado en internet, según lo establecido en la Ley de Propiedad Intelectual, reglamento y leyes.

---

**MARIO EDUARDO AGUILAR JARAMILLO**

**C.I: 1309181236**

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo ante todo a Dios que me ha dado la fortaleza y sabiduría para no rendirme pese a todos los obstáculos que se me han presentado a lo largo de mi vida, a mis padres ya que con su ayuda he logrado ser lo que soy hoy, por siempre bríndame su apoyo incondicional, por siempre guiarme y aconsejarme en cada paso de mi vida, a mi familia que siempre ha sido un pilar fundamental en mi crecimiento personal, a mis abuelos que siempre me han brindado su ayuda y me han enseñado el valor del esfuerzo y el trabajo.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco principalmente a Dios por guiarme y permitirme escalar un peldaño más en mi crecimiento profesional, a mis padres que siempre creyeron y confiaron en mí y me alentaron a seguir adelante y vencer todos los obstáculos que se me han presentado a lo largo de mi carrera, agradezco a mi papá por toda su paciencia conmigo, que con su infinito e incondicional amor ha sabido siempre estar ahí para mí, a mi mamá que con sus consejos y su apoyo siempre me ha guiado para lograr los objetivos que me he propuesto, a mis abuelos que durante toda mi vida han sido parte fundamental de mi crecimiento y educación, a mis hermanos los cuales me han guiado y aconsejado para ser una mejor persona cada día.

# ÍNDICE

CERTIFICACIÓN Y ACUERDO DE CONFIDENCIALIDAD.....	iii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO .....	v
ÍNDICE.....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS .....	x
ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
PRESENTACIÓN .....	xii
ABSTRACT .....	xiii
CAPÍTULO I.....	1
PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN Y MARCO REFERENCIAL .....	1
1.1. Definición del problema.....	1
1.2. Objetivos de la investigación .....	2
1.2.1. Objetivo general .....	2
1.2.2. Objetivos específicos.....	2
1.3. Alcance.....	2
1.4. Justificación e importancia de la investigación.....	2
1.4.1 Justificación teórica.....	2
1.4.2 Justificación metodológica.....	3

1.4.3 Justificación práctica .....	3
1.5. Marco metodológico .....	3
1.5.1. Método de investigación .....	3
1.5.2. Tipo de investigación .....	3
1.6. Hipótesis .....	4
1.6.1. Variables de hipótesis .....	4
CAPÍTULO II.....	5
MARCO TEÓRICO .....	5
2.1. Ford escape híbrido .....	5
2.2. Ficha técnica del vehículo .....	9
2.3. Vehículo eléctrico .....	10
2.4. Vehículo eléctrico híbrido .....	13
2.4.1. Configuración de los vehículos híbridos .....	16
2.4.2. Configuración en serie.....	17
2.4.3. Configuración en paralelo .....	19
2.5. Almacenamiento de energía .....	21
2.6. Baterías.....	23
2.6.1. Batería del Ford Escape híbrido .....	25
2.6.2. Ciclo OTTO de 4 tiempos en los vehículos híbridos.....	26
2.6.3. Moto-generadores .....	28

2.6.4.	Generador .....	29
2.6.5.	Motor eléctrico .....	29
CAPÍTULO III .....		30
PROCESO DE FUNCIONAMIENTO Y DESMONTAJE.....		30
3.1.	Principio de funcionamiento .....	30
3.2.	Proceso de desmontaje de batería híbrida .....	31
3.2.1.	Desmontaje de cables de alto voltaje.....	31
3.2.2.	Desconexión del sistema de batería de alto voltaje .....	34
3.2.3.	Extracción de la batería .....	36
3.2.4.	Sistema de enfriamiento .....	39
CAPÍTULO IV .....		43
PRUEBAS Y DIAGNOSTICO DE FALLAS .....		43
4.1	Códigos de error .....	43
4.2	Síntomas .....	45
4.3	Pruebas .....	47
4.3.1	HVTB es ruidosa .....	47
4.3.2	Comprobación de los ventiladores internos de la batería híbrida.....	48
4.3.3	Comprobación de los cables de alto voltaje de la batería híbrida .....	49
4.3.4	Comprobación de funcionamiento correcto de la batería híbrida.....	50
CAPITULO V .....		52



CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	52
5.1. Conclusiones .....	52
5.2. Recomendaciones.....	53
BIBLIOGRAFÍA .....	54

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ford Scape híbrido .....	5
Figura 2. Esquema de un vehículo eléctrico híbrido .....	7
Figura 3. Vehículo eléctrico .....	11
Figura 4. Vehículo eléctrico híbrido .....	13
Figura 5. Configuración de vehículo híbrido .....	16
Figura 6. Configuración en serie VEH .....	17
Figura 7. Configuración en paralelo VEH .....	19
Figura 8. Esquema de una configuración en paralelo VEH .....	20
Figura 9. Almacenamiento de energía .....	22
Figura 10. Batería .....	24
Figura 11. Batería del Ford Escape híbrido.....	26
Figura 12. Motor 4 tiempos del híbrido.....	27
Figura 13. Ubicación de los pernos para retirar los cables de alto voltaje .....	33
Figura 14. Posiciones del tapón de desconexión de servicio .....	35
Figura 15. Tapón de desconexión de servicio .....	35
Figura 16. Tapón de desconexión de servicio .....	36
Figura 17. Retira pernos de parte inferior de protector de cables de alto voltaje .....	37
Figura 18. Retirar pernos de la protección de los cables de alto voltaje .....	37
Figura 19. Extracción de la batería .....	38
Figura 20. Comprobación de BCM .....	49

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla.1 Operacionalización de variables dependiente e independiente de la investigación. .	4
Tabla 2. Ubicación de elementos para el desmontaje de los cables de alta tención .....	34
Tabla 3. Códigos de error .....	43
Tabla 4. Terminales para comprobar en ventiladores de batería de alta tensión.....	49

## **PRESENTACIÓN**

En este proyecto se da a conocer la nueva tecnología del conjunto de baterías del vehículo Ford Escape híbrido, esta batería se analizará por medio de un banco de pruebas, así mismo se conocerá el funcionamiento de las mismas y como están compuestas.

Luego de obtener este análisis por medio de diferentes dispositivos aparte del banco de pruebas, se logrará demostrar cómo funciona y explicar el objetivo principal del conjunto de baterías y que tan versátil es en el Ford Escape híbrido, también se conocerá los mantenimientos que se le dan, los cuidados que se deben tener, y como aprovechar al máximo la carga de la batería.

## **ABSTRACT**

In this project we present the new technology of the battery set of the Ford Scape Hybrid vehicle, this battery will be analyzed by means of a test bench, likewise we will know how they work and how they are composed.

After obtaining this analysis by means of different devices apart from the test bench, it will be possible to demonstrate how it works and explain the main objective of the set of batteries and how versatile it is in the hybrid scape Ford, it will also know the maintenance that is given, the care that must be taken, and how to make the most of the battery's charge.

# CAPÍTULO I

## PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN Y MARCO REFERENCIAL

### 1.1. Definición del problema

En la actualidad la tecnología avanza a pasos agigantados para optimizar los recursos naturales, económicos y para estar a la vanguardia en lo que a tecnología se refiere, y más aún en el campo automotriz.

Una de las estrategias más sonadas en el campo automotriz es el tema de los híbridos, el cual llama mucho la atención del consumidor porque es un vehículo ecológico, que ayuda a disminuir la contaminación ambiental, y también ayuda a un ahorro de combustible por ende se necesita estar capacitado y conocer acerca de sus sistemas y funcionamientos. Por ello el problema se centra en su funcionamiento, por esta razón se realizará la investigación para conocer más acerca de estos vehículos, sus partes, sus componentes, y su estructura principal, enfocándose en el funcionamiento de las baterías del vehículo Ford Escape Híbrido.

Como esta investigación se debe a la sociedad debe darle beneficios por ende debe regirse al plan de desarrollo del Ecuador a través del Plan de Desarrollo toda una vida 2017-2021, eje 2: economía al servicio de la sociedad, donde se enlaza con un objetivo específico el cual es: objetivo 5: impulsar la productividad y competitividad para el crecimiento económico sostenible de manera retributiva y solidaria, porque al investigar el funcionamiento de la batería del vehículo híbrido Ford Escape se puede descubrir nuevas mejoras en su sistema y comenzar una productividad en masa al conocer cómo funciona y como se desempeña la batería de un vehículo híbrido, para así no solo aumentar los conocimientos sino abrir un nuevo mercado de lo que son los vehículos eléctricos y vehículos híbridos, y esto también cumple con la línea de investigación de la UIDE la

denominada Gestión del conocimiento, la cual está basada este proyecto por el motivo que se impulsa a conocer nuevas tecnologías, a descubrir el funcionamiento de elementos de un vehículo híbrido, enfocándose principalmente en su batería.

## **1.2. Objetivos de la investigación**

### **1.2.1. Objetivo general**

Realizar un estudio de la del conjunto de baterías del vehículo Ford Escape híbrido

### **1.2.2. Objetivos específicos**

- Consultar información necesaria para entender el funcionamiento de la batería del vehículo Ford Escape.
- Detallar el montaje y desmontaje del conjunto de baterías del Ford Escape Híbrido.
- Conocer las pruebas que se realizan al conjunto de baterías del Ford Escape híbrido.

## **1.3. Alcance**

Este proyecto se basa en el funcionamiento del conjunto de baterías del vehículo Ford Escape híbrido, analizándolo por medios de pruebas que se realizarán en un comprobador de baterías.

## **1.4. Justificación e importancia de la investigación**

### **1.4.1 Justificación teórica**

La base teórica del trabajo se fundamenta en la investigación de temas relacionados al vehículo Ford Escape híbrido, su batería, como funciona ésta, las partes que lo

conforman y su funcionamiento, como también el equipo necesario para poder realizar las pruebas necesarias para el estudio del funcionamiento de la batería de dicho vehículo.

#### **1.4.2 Justificación metodológica**

La investigación se basa en un método cuantitativo de investigación ya que se basa en pruebas y análisis que se realiza en el conjunto de baterías del vehículo Ford Escape híbrido.

#### **1.4.3 Justificación práctica**

El estudio del conjunto de baterías del vehículo Ford Escape híbrido, nos permite ampliar los conocimientos en el área del automovilismo, viendo las nuevas tecnologías y aprendiendo de ellas para así mejorarlas.

### **1.5. Marco metodológico**

#### **1.5.1. Método de investigación**

La investigación se basa en un método mixto, cuantitativo y cualitativo a la vez, ya que se basa en un estudio de datos obtenidos y tabulados de las pruebas que se realizan al conjunto de baterías del Ford Escape híbrido

#### **1.5.2. Tipo de investigación**

A lo que se refiere con el tipo de estudio se considera una aplicación de una investigación experimental y analítica, ya que esta investigación se basa en conocer y aprender el funcionamiento del conjunto de baterías del vehículo Ford escape híbrido.



## 1.6. Hipótesis

El estudio del conjunto de baterías del vehículo Ford escape híbrido ayudará a conocer más acerca de los autos híbridos, sus componentes y su funcionamiento.

### 1.6.1. Variables de hipótesis

**Variable independiente:** Ford Escape híbrido

**Variable dependiente:** Estudio de conjunto de baterías

### 1.6.2. Operacionalización de variables

Tabla.1 *Operacionalización de variables dependiente e independiente de la investigación.*

Variable	Tipos de variable	Dimensión	Indicadores
Conjunto de baterías	Dependiente	Como funciona las baterías	100 % examinado
Ford escape híbrido	Independiente	Con que capital se puede contar	100% examinado

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Ford Escape híbrido

El Ford Escape Híbrido se considera como el primer utilitario deportivo compacto del mercado que funciona con gasolina y electricidad. El Escape Híbrido es un híbrido real, su equipamiento motor puede mover el vehículo sólo con gasolina, solo con electricidad o con ambas, dependiendo de las condiciones.

Este diseño tiene como resultado un mayor kilometraje en comparación con un híbrido “moderado”, que siempre emplea el motor de gasolina cuando se encuentra en movimiento.



*Figura 1.* Ford Escape híbrido (Ford, 2018)

El Escape fue reestilizado a fines de 2007, con una parrilla cromada de tres barras y faros cuadrados similares a los de otros modelos recientes de Ford, como el Ford Explorer y el Ford Edge. Los Mariner y Tribute también fueron reestilizados en América del Norte a fines de 2007, pero el Tribute había recibido un lavado de cara distinto Asia y Oceanía a mediados de 2006.

Las ventas de los vehículos híbridos tuvieron un gran incremento desde el 2013 hasta el 2016, a pesar en que este último año la economía del país y el sector automotriz atravesaron una crisis macroeconómica derivado de los choques externos y las decisiones de la política económica por parte del gobierno.

El Ford Escape Hybrid se considera como el primer utilitario deportivo compacto del mercado que funciona con gasolina y electricidad. La Escape Hybrid es un híbrido real, su equipamiento motor puede mover el vehículo sólo con gasolina, solo con electricidad o con ambas, dependiendo de las condiciones. Este diseño tiene como resultado un mayor kilometraje en comparación con un híbrido “moderado”, que siempre emplea el motor de gasolina cuando se encuentra en movimiento, tal como el Honda Insight. Adicionalmente estrena motor ECOBOOST, 4 cilindros turbo de alto rendimiento y mayor economía de combustible

El tratamiento hacia los automotores híbridos debe ser el más adecuado, es de suma importancia para los técnicos e ingenieros en formación que se instruyan a través de la obtención de cursos y capacitaciones y así lograr un buen rendimiento en el trabajo, sin embargo para recibir aquellas capacitaciones se necesita viajar al extranjero lo cual la mayoría de las personas que se dedican a esta actividad automotriz no tienen la posibilidad económica de hacerlo, lo que provoca que estos técnicos tengan que consultar hacia otros colegas en caso de que les presentaran algún problema al momento de reparar un automóvil híbrido.

Un vehículo híbrido se caracteriza porque para su propulsión utiliza una combinación de dos sistemas que a su vez consume fuentes de energías diferentes. Esto es un motor de

combustión interna y un motor eléctrico, alimentado por baterías. Al conjugar los dos sistemas, se consigue reducir de forma significativa la contaminación, ya que los vehículos tradicionales originan problemas de contaminación ambiental, exceso de ruido y secuelas en la salud de las personas

Para combinar estos dos motores, se lo hacer de dos maneras, entre ellas tenemos la configuración serie y paralelo. En la configuración serie el motor de combustión es de menor potencia y solo se lo usa para hacer girar el generador, encargada de energizar al motor eléctrico y cargar las baterías.

En esta configuración solo el motor eléctrico se conecta a la tracción. En la configuración paralela, ambos motores contribuyen a la tracción del vehículo. Esto es mediante dispositivos mecánicos donde ambos motores se conectan para contribuir al par total requerido.

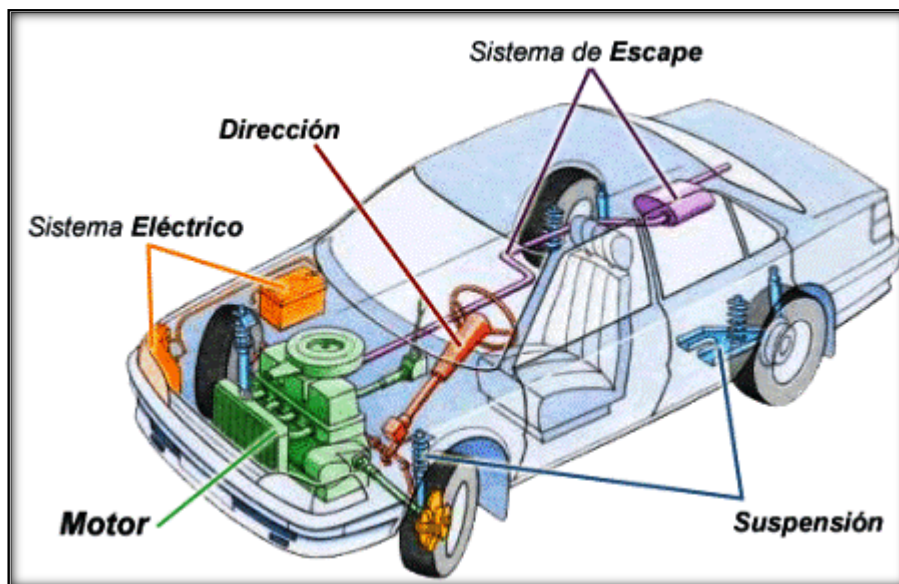


Figura 2. Esquema de un vehículo eléctrico híbrido (Ceautostop, 2018)

## Ventajas y desventajas

Como en todo producto material, etc. hay ventajas y desventajas a continuación veremos algunas de los autos híbridos:

- Son capaces de conseguir una eficiencia doble, lo cual se da por la eliminación de la mayor parte de las pérdidas de potencia que se producen en los vehículos tradicionales.
- El sistema de frenado tiene a su vez capacidad regenerativa de la potencia absorbida, lo que reduce las pérdidas de eficiencia.
- Los picos de potencia los proporciona la fuente de energía alternativa. Lo que permite que el motor funcione siempre en su punto óptimo o muy cerca de él.
- Es posible aligerar el peso y volumen hasta en un 90%(motor).
- El motor puede desactivarse durante la marcha cuando no se necesita
- La eficiencia del combustible se incrementa por lo que existe una reducción de las emisiones de gases.
- Alto y uniforme rendimiento incluso a bajas temperaturas
- Se elimina la necesidad de recargar las baterías cuando estas se agotan
- Menor Consumo de Gasolina y Menos Contaminación
- Los vehículos híbridos combinan un motor de gasolina con un motor eléctrico y ofrecen significativamente mejor millaje que un motor convencional. Los híbridos consumen menos gasolina y producen menos contaminación por milla que los vehículos regulares.
- En este tipo de autos también existen algunas desventajas como:
- La alta complejidad para la reparación de un auto híbrido.
- Como todavía no se reproducen modelos a gran escala el precio es elevado.
- Baterías: El motor eléctrico en el híbrido almacena y obtiene la electricidad de una batería. El costo de la batería puede ir de \$1,000 a más de \$3,000. Sin embargo, la garantía de la batería puede ser de 10 años.

## 2.2. Ficha técnica del vehículo

Fabricante: Ford

Modelo: Escape Hybrid

Año de fabricación:2006

Categoría: Van / Minivan

Ubicación del motor: Delantera

Motor: 2259 ccm (137.15 pulgadas cúbicas)

Potencia máxima:135.00 PS (98,51 kW or 132,34 HP) at 6000 Rev. por min.

Torque máximo: 168.14 Nm (17,01 kgf-m or 123,38 ft.lbs) at 4250 Rev. por min.

Diámetro pistón x longitud movimiento:87.4 x 94.0 mm (3,38 x 3.7 pulgadas)

Compresión:12.3:1

Combustible: Gasolina

Transmisión: Auto

Relación potencia/peso:0.0787 PS/kg

Tracción: Delantera

Número de asientos:5

Espacio para pasajeros:4450 litros (1170,12 galones)

Número de puertas:4

Llantas frontales:P235/70R16

Llantas traseras:P235/70R16

Emisión de CO2:218.0 g/km

Perímetro de giro:12 m (485,76 pulgadas)

Peso del vehículo:1715 kg (3762,00 libras)

Capacidad de remolque:454 kg (995,90 libras)

Longitud del vehículo:4450 mm (174,32 pulgadas)

Ancho del vehículo:1790 mm (70,15 pulgadas)

Altura del vehículo:1780 mm (69,75 pulgadas)

Peso máximo del vehículo con carga:2015 kg (4420,09 libras)

Distancia entre el vehículo y el suelo:220 mm (8,66 pulgadas)

Distancia entre ejes:2630 mm (102,98 pulgadas)

Espacio para carga:782 litros (205,97 galones)

Espacio para piernas:1060 mm (41,49 pulgadas)

Coefficiente de arrastre aerodinámico:1.0

Rendimiento del combustible en carretera:7.6 litros/100 km (30,84 millas por galón)

Rendimiento del combustible mixto:11.8 litros/100 km (19,90 millas por galón)

Rendimiento del combustible en la ciudad:6.5 litros/100 km (35,84 millas por galón)

Capacidad máxima del tanque de combustible:57.0 litros (14,98 galones)

### **2.3. Vehículo eléctrico**

Todos deben prepararse para el vehículo del futuro, los llamados vehículos eléctricos. En la actualidad se está desarrollando esta tecnología en los países desarrollados, una de las tecnologías que se usa hoy en día es el vehículo híbrido. El sistema híbrido incorpora dos tipos de propulsión (uno eléctrico y otro convencional a gasolina) en el mismo vehículo, pudiéndose conjugar las ventajas de ambos. (Garcia, 2006)

Este sistema proviene de la inexistencia de sistemas de almacenamiento de energía adecuado, que posean una alta capacidad, elevada potencia específica y que sea a su vez ligero y poco voluminoso. De aquí que los vehículos híbridos se los consideran el paso intermedio para pasar del vehículo de combustión interna a uno totalmente eléctrico. (Garcia, 2006)

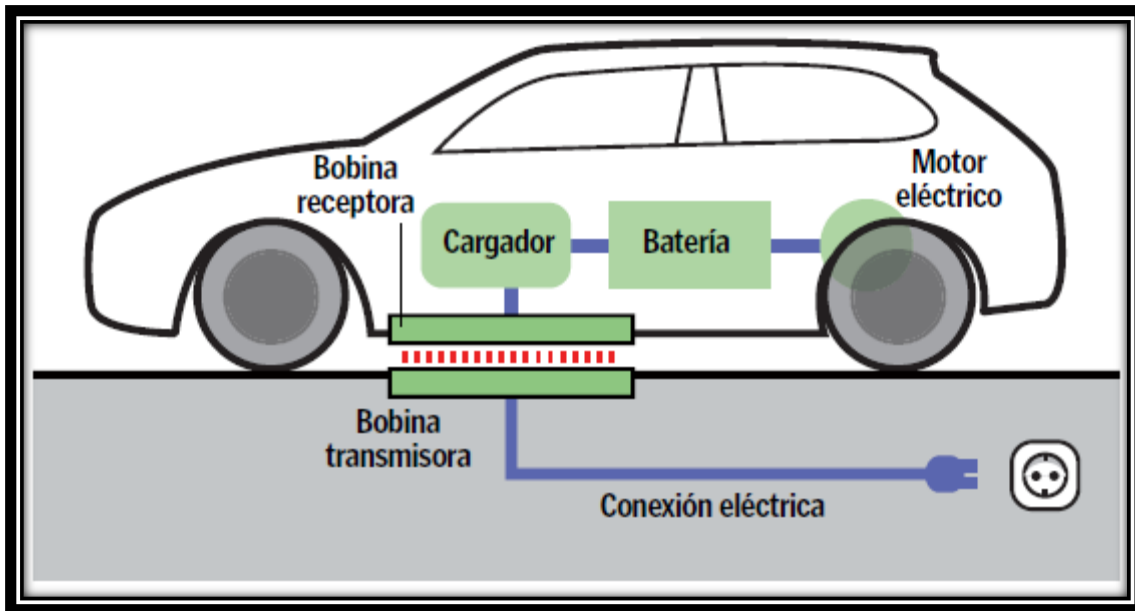


Figura 3. Vehículo eléctrico (Electromagneticos, 2018)

Se podría decir que los vehículos eléctricos obtienen su capacidad de movimiento por la energía eléctrica liberada por unas baterías o bien por una célula de combustible de hidrógeno. El sistema de generación y acumulación de la energía eléctrica constituye el sistema básico para mover un vehículo eléctrico. Generalmente, para ello se utilizan los acumuladores electroquímicos, formados por dos sustancias conductoras bañadas en un líquido también conductor. (Terra, 2007)

El intercambio de cargas positivas y negativas entre ambos componentes mantiene una corriente eléctrica que puede ser utilizada para el funcionamiento del motor del vehículo eléctrico. En un vehículo eléctrico puede haber un solo motor de tracción o varios,



adosados a las ruedas. Su función es transformar la energía eléctrica que llega de las baterías en movimiento. Esta energía puede ser aprovechada tal cual llega, o sea, en forma de corriente continua o bien, y gracias a un transformador, en forma de corriente alterna. (Terra, 2007)

Los motores eléctricos también pueden funcionar con la electricidad generada en una célula de combustible donde al forzar el paso de hidrógeno por la misma esté en contacto con el oxígeno genera electrones y como residuo agua caliente pura. Las células de combustible todavía están en fase de experimentación en diferentes automóviles dotados de hidrógeno como combustible.

Los beneficios en términos de eficiencia energética del vehículo eléctrico, más del doble frente al vehículo con motor de combustión interna tradicional y su menor intensidad de emisiones de GEI por kilómetro, justifican la promoción del vehículo eléctrico como una prioridad de las políticas energéticas y de I+D+i de los Estados miembros. (Terra, 2007)

El vehículo eléctrico no sólo permite reducir el consumo de combustibles fósiles y las emisiones en el sector transporte, debido a la mayor eficiencia energética de su tecnología, sino que, además, los vehículos eléctricos enchufables a la red eléctrica –ya sean puros o híbridos- facilitarán la penetración de las energías renovables en un sector en el que es muy difícil su introducción. Los vehículos eléctricos son los que menos contaminan en la actualidad. Pueden trabajar usando pocos combustibles derivados del petróleo o, incluso, no llegar a usarlos.

Existen principalmente tres formas de propulsión alternativa para vehículos:

- El motor eléctrico con batería (VEB).
- El motor híbrido (VEH).

- El motor eléctrico con pila de combustible (VEPC).

## 2.4. Vehículo eléctrico híbrido

El vehículo eléctrico híbrido dispone de un motor térmico de cualquier tipo y de un motor eléctrico. Se beneficia de las ventajas de la propulsión eléctrica, pero sin tener que incorporar las baterías grandes y pesadas de los VEB. También incluyen unas baterías más pequeñas, para recuperar energía de las frenadas, retenciones, etc. (frenada regenerativa).

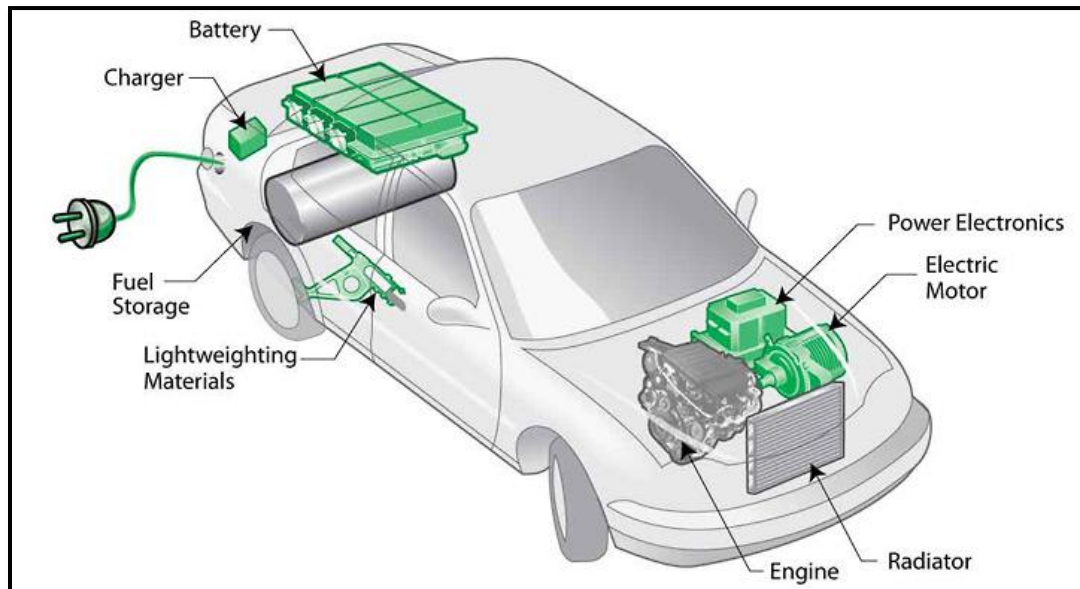


Figura 4. Vehículo eléctrico híbrido (Elecodesunchales, 2018)

El término propulsión híbrida se utiliza para referirse a vehículos con más de una fuente de propulsión. Los sistemas híbridos pueden incorporar varios tipos de acumuladores de energía y/o convertidores de energía. El objetivo del desarrollo de las tecnologías híbridas es combinar dos fuentes de energía de manera que las cualidades de cada una de ellas se utilicen bajo condiciones de generación variables, buscando que las ventajas globales del sistema híbrido pesen más que el costo de su configuración. (Martinez, 2018)

Los vehículos eléctricos (VE) están teniendo dificultades en conquistar el mercado automovilístico. La razón principal está en las baterías y sus limitaciones. Simplemente la energía suministrada no es suficiente para largos recorridos, así como los tiempos de recarga de las baterías. El vehículo híbrido combina la gran autonomía de los vehículos convencionales y las ventajas medioambientales de los eléctricos, con el resultado de un vehículo con menor consumo y menores emisiones contaminantes. Su principal inconveniente es el coste debido al incremento en complejidad.

El sistema híbrido suave es la manera más simple y rentable de agregar componentes de transmisión eléctrica a un vehículo impulsado por un motor de combustión interna (ICE, por sus siglas en inglés Internal Combustion Engine). En un sistema híbrido suave, el ICE normalmente se apaga por completo en condiciones de no-carga, como al bajar una pendiente o al detenerse. El sistema híbrido permite que el ICE se reinicie de forma casi instantánea y puede alimentar muchos sistemas auxiliares del vehículo como el estéreo o el aire acondicionado.

Algunos sistemas híbridos suaves tienen frenado regenerativo, encendido asistido o arranque a la par del ICE, pero todos carecen la capacidad de funcionar exclusivamente con energía eléctrica. La mayor parte de la reducción en consumo que consigue un propulsor híbrido se basa en esta recuperación de energía durante las frenadas. El resto se logra evitando que el motor térmico funcione en esas situaciones en las que consume mucho combustible es decir, en las que su eficiencia es muy mala- como, por ejemplo, al iniciar la marcha o al circular acelerando muy poco.

Los híbridos y los vehículos totalmente eléctricos tienen muchos otros beneficios, desde incentivos fiscales federales, estatales y locales hasta permiso para transitar por los carriles HOV. Claro, también tienen desventajas, como la posibilidad de que gastes más por reemplazos muy caros de las baterías. Pero, con tantos tipos de nuevos vehículos eléctricos

que entran al mercado cada día, es importante tener en cuenta sus diferencias en este universo tan amplio. (Hyatt, 2018)

Las baterías están diseñadas y controladas en su funcionamiento para durar lo mismo que el coche, al igual que otros componentes como el motor. En todo caso, es posible que en a los 500.000 km, y siempre en función del tipo de uso y el mantenimiento del coche fuera necesario sustituir la batería. Por ejemplo la sustitución de la batería está entre los 1.500 y 2.000 euros (dependiendo de los modelos). (Gonzalez, 2018)

Muchas veces se les puede reutilizar aun habiéndose alcanzado el fin de la vida útil del vehículo o habiendo sufrido éste un siniestro total. Por esto la mayoría de fabricantes han desarrollado un proceso de reciclaje de baterías para componentes específicos híbridos. De este modo se controlan y reutilizan los componentes más contaminantes como el litio

El híbrido paralelo, hasta ahora el más utilizado en el automóvil, consiste en que los dos sistemas de propulsión son posibles para mover las ruedas. El motor térmico a través de su caja de cambios (más o menos compleja) puede desplazar el automóvil. También se puede mover con motor/e eléctrico/s. Ambos sistemas de propulsión pueden colaborar para el desplazamiento del automóvil. Durante la marcha en retenciones, descensos y frenadas el motor térmico recarga las baterías de propulsión mediante un generador.

Hay diferentes formas de utilizar esta tecnología híbrida paralelo; desde cierta autonomía exclusivamente eléctrica, con inicio de la marcha incluida, a que sea el motor térmico siempre el protagonista y la electricidad le apoye según la carga de las baterías de propulsión. Los híbridos paralelos pueden disponer de cargador mediante conexión a la red doméstica o especializada, se denominan “plug in”. En el híbrido serie el movimiento es siempre a través del/los motor/es eléctrico/s alimentados por las baterías de propulsión.

El motor térmico mueve un generador para producir electricidad y recargar las baterías cuando sea necesario, pero no actúa sobre las ruedas. Se inicia la marcha con el motor térmico parado y se pondrá en marcha en aceleraciones fuertes y/o cuando las baterías necesiten carga. Suelen incluirse mandos para forzar la recarga de las baterías y mantenerla con el motor térmico y así llegar al entorno urbano con la máxima autonomía eléctrica. Los híbridos serie son todos “plug in( enchufables)”.

### 2.4.1. Configuración de los vehículos híbridos

Todas las configuraciones que adoptan los fabricantes para el vehículo eléctrico híbrido están compuestas por:

- Propulsión
- Motor de combustión interna + motor/generador eléctrico.
- Complementos
- Almacenamiento de energía (baterías, volantes de inercia, supercondensadores) para el proceso regenerativo, y gestor electrónico de demanda de potencia.

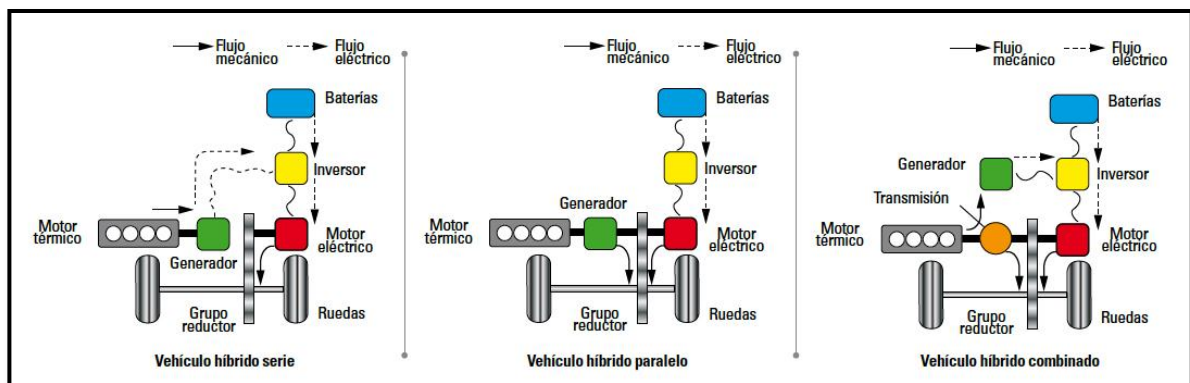


Figura 5. Configuración de vehículo híbrido

### 2.4.2. Configuración en serie

Los híbridos en serie, el vehículo se mueve con la potencia que suministra el motor eléctrico, utilizando la electricidad suministrada por el generador accionado por el motor de combustión interna. La ventaja de este tipo de vehículos reside en las prestaciones y autonomía que aporta el motor eléctrico en ciudad, a través del generador y de las propias baterías.

El motor térmico o una pila de combustible recarga las baterías cuando sea necesario, y la propulsión es únicamente eléctrica y alimentada por las baterías. – Ventajas: se consigue tener al motor térmico en su punto óptimo de trabajo, reduciendo las emisiones contaminantes y el consumo. La transmisión es más sencilla. – Inconvenientes: baterías mayores, menor rendimiento en el tránsito energético mecánico-eléctrico-mecánico y mayor motor eléctrico.

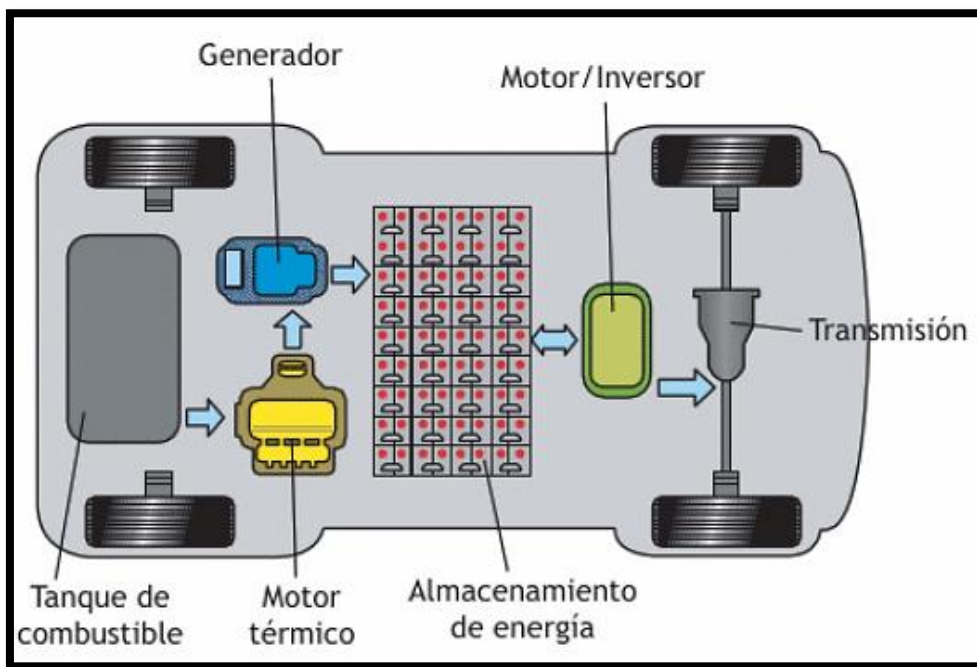


Figura 6. Configuración en serie VEH (Ford, 2018)

Algunas de las tecnologías avanzadas que incorporan este tipo de vehículos híbridos, ya sean en paralelo o en serie, incluyen en frenado regenerativo. Un sistema para aprovechar la energía consumida durante el frenado y transformarla en electricidad para luego almacenarla en las baterías del coche. El encendido/apagado automático del motor o el asistente del motor eléctrico para aportar fuerza adicional en caso de adelantamiento o carreteras en pendiente, son dos de las tecnologías incorporadas en este tipo de vehículos que día a día va ganando adeptos.

En estos modelos, la tracción es siempre eléctrica. El motor de combustión (también llamado térmico) no tiene conexión mecánica con las ruedas, sólo se usa para generar electricidad, bien cargando las baterías o suministrando la potencia directamente al motor eléctrico. La principal desventaja de los híbridos en serie es que hay pérdidas de energía causadas por la transformación de energía mecánica a eléctrica.

La energía cinética y la capacidad de conectarse a la corriente son algunos de los modos en los que se puede llenar la batería. En ocasiones el motor eléctrico está reservado a cuando se circula a una baja velocidad, siendo apagado cuando se sobrepasa un determinado límite, mientras que en otros casos este tipo de propulsor también es empleado en los momentos de máxima exigencia como un extra con el que alcanzar mejores prestaciones. Como podemos ver, existen diferentes modelos de vehículos híbridos, aunque todos comparten entre sí la combinación de dos fuentes de energía.

La desventaja de este tipo de vehículos es que toda la energía producida por el motor térmico tiene que atravesar el generador eléctrico sufriendo muchas pérdidas, debido a la transformación de energía mecánica a eléctrica, y toda la energía para la tracción tiene que pasar por el motor eléctrico.

### 2.4.3. Configuración en paralelo

El motor térmico y el eléctrico pueden mover la transmisión. Dependiendo de las diferentes versiones, la propulsión puede ser por el motor térmico, por el motor eléctrico o por los dos a la vez. El aprovechamiento energético es mayor que en la versión en serie. Este tipo de vehículo utiliza dos sistemas de tracción en paralelo. Según esta configuración ambos proveen de potencia a las ruedas de modo que los dos sistemas pueden ser utilizados independientemente o simultáneamente para obtener una potencia máxima.

Aunque mecánicamente más complejo, este método evita las pérdidas inherentes a la conversión de energía mecánica en eléctrica que se da en los híbridos en serie. Además, como los picos de demanda de potencia le corresponden al motor de combustión interna, las baterías pueden ser mucho menores. El motor a gasolina entra en funcionamiento cuando el vehículo necesita más energía. Y al detenerse, el híbrido aprovecha la energía normalmente empleada en frenar para recargar su propia batería (frenado regenerativo).

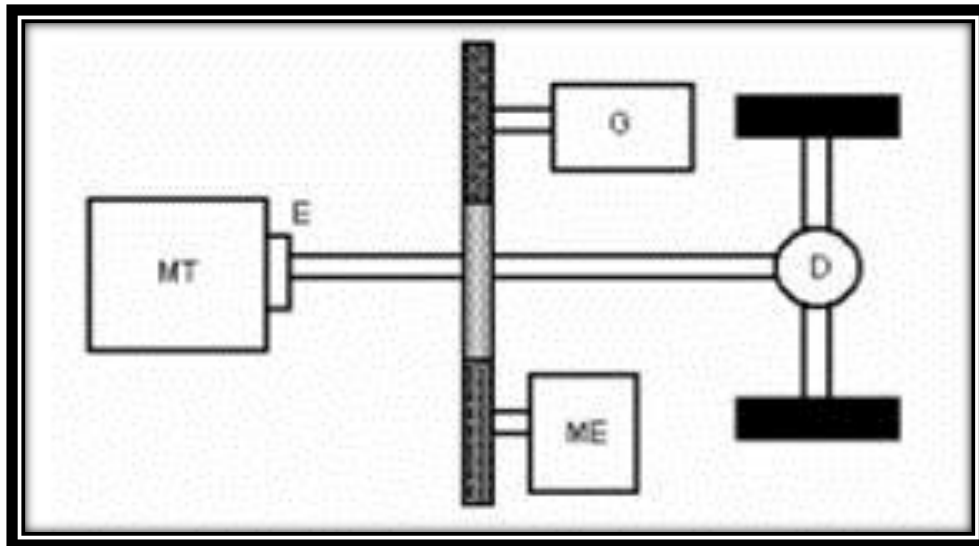


Figura 7. Configuración en paralelo VEH (Ford, 2015)



Al margen de esta clasificación general, encontramos otra modalidad de coches: los híbridos conectables o enchufables (Plug in hybrid electrical vehicle - PHEV). A diferencia de los híbridos convencionales, estos vehículos pueden recargar las baterías con tan sólo conectarlos a la red eléctrica. Toyota fue la marca que lanzó al mercado español el primer híbrido enchufable: el Prius Plug-in.

Este modelo incluía batería de litio (en vez de níquel metal hidruro) y sólo necesitaba un enchufe doméstico de 230 voltios para cargar las baterías en aproximadamente hora y media. Algunas de las marcas que se encuentran en el mercado con configuración híbrida paralelo son los siguientes: Honda Insight, Peugeot 3008 Hybrid4, Ford Fusion, Mercedes Benz S400 Blue Hybrid, BMW 225xe, etc.

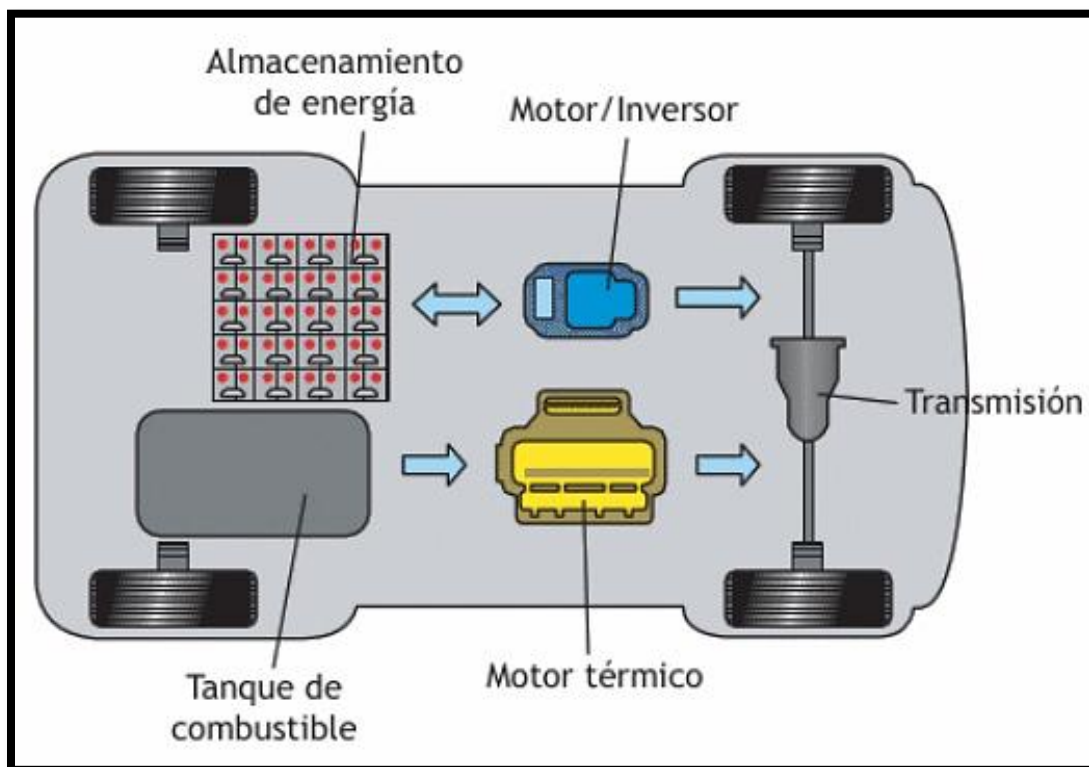


Figura 8. Esquema de una configuración en paralelo VEH (Ford, 2018)

Como los patrones de uso de los automóviles tienden a viajes cortos y frecuentes, un híbrido en paralelo trabajará la mayor parte del tiempo sólo con motor eléctrico (este funcionamiento sería el ideal, aunque la realidad demuestra que actualmente las baterías de los híbridos tienen muy poca autonomía y por lo tanto estos vehículos funcionan mayormente impulsados por el motor térmico).

Dentro de los vehículos híbridos "paralelos" podemos distinguir dos arquitecturas: los que usan un generador independiente para cargar las baterías, o los que aprovechan el motor eléctrico para funcionar también como generador.

Con generador independiente: su inconveniente es que tiene más componentes, el generador, el convertidor de corriente alterna a corriente continua y la transmisión entre el motor térmico y el generador por lo que será más pesado y caro. Sin embargo, tiene la ventaja que el generador al estar diseñado para funcionar sólo como generador, será más eficiente que el motor funcionando como generador.

## **2.5. Almacenamiento de energía**

Los sistemas de almacenamiento de energía son la clave de los VEB y VEH que permiten aprovechar al máximo la regeneración además de aportar potencia y autonomía a los vehículos. Las posibles formas son: baterías, volantes de inercia (VI), super condensadores (SC), sistemas hidráulicos, etc. (Automoción, 2011)

Se comentan los tres primeros. Los VI y los SC mejoran el funcionamiento y el los VEH y VEB de la siguiente manera: proceso regenerativo en – Se puede usar para acelerar el vehículo cuando se demande potencia, evitando picos grandes de potencia de las baterías principales. El VI o el SC absorben la energía de la frenada, y después se genera electricidad hacia las baterías de manera más suave, ya que estas no absorben picos grandes de corriente.

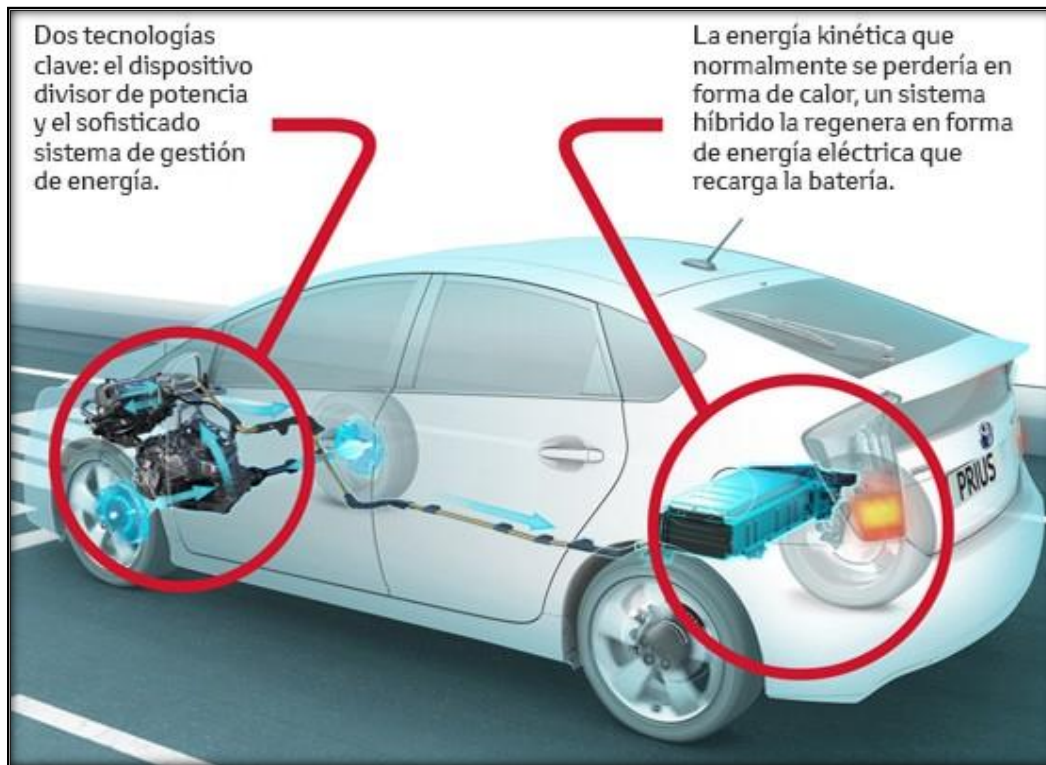


Figura 9. Almacenamiento de energía (Ford, 2018)

Otra forma de llevar energía dentro del vehículo es almacenando hidrógeno, ya sea para convertirlo a electricidad en una celda, o bien, para quemarlo en un motor de combustión interna. Lo primero que se nos viene en mente, probablemente sea un tanque donde contener el gas a presión, o bien, un tanque de mucha mayor presión con el hidrógeno en estado líquido.

Sin embargo, se han realizado extensos estudios para almacenar el hidrógeno por medios de absorción, lo que se traduce en menores costos por procesamiento. El problema con esto, es que estos sistemas tienen por lo normal baja energía específica, por lo que necesitaríamos una gran roca de material absorbente para almacenar una cantidad aceptable del gas en nuestro coche, cosa que no sería muy conveniente que digamos (Sosa, 2014).

De momento los primeros modelos híbridos tienen el tamaño de una pila convencional. Pero una de las ventajas de cara a futuras evoluciones es la mejor relación peso - potencia de los ultracondensadores híbridos con respecto a las baterías convencionales. El peso es un aspecto esencial para, por ejemplo, los vehículos híbridos.

Los ultracondensadores híbridos de Ioxus alcanzan una relación de hasta 5kW por kilogramo, mientras que las baterías convencionales permiten almacenar hasta 3 kW por cada kilo. Además, según Ioxus, estos dispositivos de almacenamiento son más eficientes a la hora de almacenar y entregar la energía almacenada y tienen un ciclo de recarga (cargas y descargas completas) que supera las 20.000 veces.

## **2.6. Baterías**

Las baterías suelen ser el componente más caro de los vehículos eléctricos, además de requerir un alto mantenimiento o recambio. El elevado coste se reduciría si la producción de vehículos de este tipo fuera mayor y se invirtiera más en el desarrollo tecnológico.

Los principales tipos de baterías utilizadas para este tipo de vehículos son:

- Batería de plomo - ácido (PbAc)
- Batería de Niquel - Cadmio (Ni - Cd)
- Batería de Niquel - Metal - Hidruro (Ni - MH)
- Batería de Ión - Litio (Li - ión)
- Batería de Polímero - Ión - Litio (Li - Po)

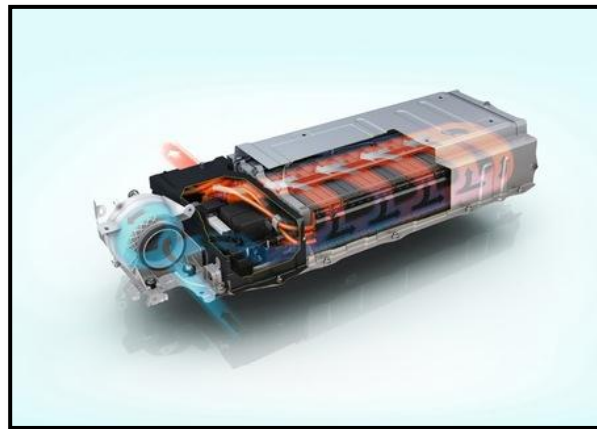
Las características más importantes a la hora de hacer comparaciones entre baterías son las siguientes:

- La energía específica.

- Los ciclos de carga/descarga (mantenimiento).
- Y la potencia específica.

Siempre interesa que estas variables tengan valores altos. Las celdas se agrupan para obtener tensiones de almacenamiento del orden de cientos de voltios. En vehículos que porten estas baterías es importante tener cuidado, pues la elevada tensión puede provocar accidentes eléctricos de importancia.

La solución al problema de las baterías actuales se ha centrado en el diseño de un nuevo compuesto a partir de la combinación de fibra de carbono y una resina polimérica, con la que se obtiene un nano material que colabora de forma conjunta con supercondensadores estructurales. Este compuesto permite ser moldeado gracias a la fibra de carbono para adaptarse a la forma de las diferentes partes del vehículo, quedando completamente integrado en la propia carrocería, los paneles de las puertas y el portón del maletero.



*Figura 10.* Batería (TAAET, 2013)

De esta forma se consigue un ahorro considerable del peso y el espacio ocupado por estos componentes, quedando los supercondensadores perfectamente integrados en la estructura del vehículo. El material se recarga bien por el uso del freno regenerativo, bien conectándose a una fuente de alimentación tal y como lo hacen los vehículos híbridos o eléctricos actuales. Dicha energía almacenada en el material, se transfiere al motor eléctrico y al resto de sistemas eléctricos del vehículo, permitiendo tiempos de recarga y almacenamiento mucho más rápidos que las baterías actuales.

### **2.6.1. Batería del Ford Escape híbrido**

La batería de tracción de alto voltaje (HVTB) consta de baterías de tipo de celda D agrupadas en módulos que proporcionan aproximadamente 330 voltios de CC al sistema de alto voltaje. Estas son de Niquel Metal.

Posee dos capas de células y se dividen en dos grupos izquierda y derecha los grupos en la capa superior tiene 13 columnas de celdas en serie 5 los grupos en la capa inferior tiene 12 columnas de células en serie 5.

Dando un total:  $2 \times 13 \times 5 + 2 \times 12 \times 5 = 250$  células

Tensión nominal paquete:  $1,2 \text{ V} \times 250 = 300 \text{ V}$

La HVTB es una fuente de energía de CC de 330 voltios (rango de funcionamiento de 216-397 voltios) que recibe energía eléctrica de alto voltaje cuando es requerido de la eCVT. La batería suministra energía eléctrica de alto voltaje a la eCVT, el convertidor de CC/CC y/o el módulo del compresor del aire acondicionado (ACCM). El sistema HVTB está conectado a un sistema de tierra flotante que lo mantiene aislado del sistema de 12 voltios del vehículo.

Dentro de la carcasa de la HVTB se encuentra el módulo de control de la batería (BCM), el cual controla las altas funciones de la batería. El BCM también estima el estado

de carga, la energía disponible, y controla la temperatura de la batería. La BCM controla la temperatura de la batería activando o desactivando los ventiladores contenidos dentro de la HVTB.



*Figura 11.* Batería del Ford Escape híbrido (TAAET, 2013)

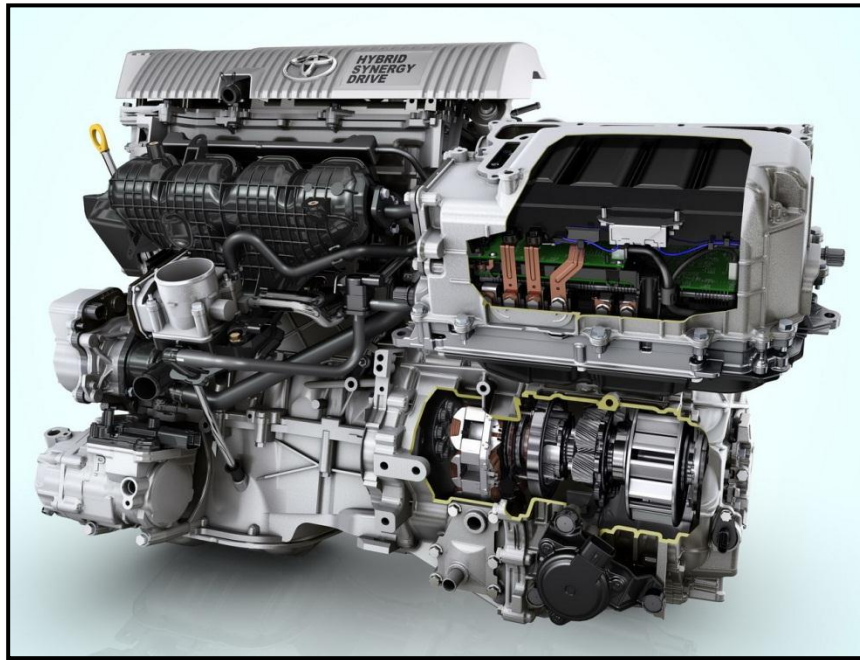
### **2.6.2. Ciclo OTTO de 4 tiempos en los vehículos híbridos.**

#### **Primer tiempo - Admisión**

La primera etapa del ciclo Otto, la de admisión, queda representada. Empieza cuando el pistón está colocado en la parte superior del cilindro. Con la válvula de escape cerrada y la admisión abierta, el pistón se mueve hacia abajo provocando la admisión al producirse un vacío parcial en el interior del cilindro. La presión atmosférica,  $p_{-16}$  hace que entre aire por el carburador, donde se mezcla en proporciones adecuadas con el combustible.

Esta mezcla pasa por el tubo de admisión múltiple al interior del cilindro. Cuando el pistón llega al punto muerto inferior (PMI) la presión en el interior del cilindro sigue siendo algo menor que la presión atmosférica exterior y la mezcla continúa entrando en el cilindro. La válvula de admisión sigue abierta mientras que el pistón inicia el movimiento hacia

arriba hasta que la posición de la leva hace que la válvula se cierre. La distancia que recorre el pistón hacia arriba hasta que cierra la válvula es realmente muy pequeña.



*Figura 12.* Motor 4 tiempos del híbrido (Bp.blogspot, 2018)

### Segundo Tiempo – Compresión

La compresión en un motor de 4 tiempos, sigue inmediatamente la admisión. Ambas válvulas están cerradas y la mezcla de combustible queda en el cilindro que ahora está cerrada. El pistón al moverse hacia arriba dentro del cilindro comprime la mezcla combustible al terminar esta etapa el pistón ha completado dos movimientos, uno hacia abajo y el otro hacia arriba y el cigüeñal un círculo completo o sea 360°.

### Tercer Tiempo: Explosión O Carrera De Fuerza

Cuando el pistón ha llegado al punto muerto superior (PMS) la mezcla combustible que entró al cilindro durante la admisión ha quedado comprimida. En este momento del ciclo dicha carga combustible se inflama por medio de una chispa producida por la bujía y se verifica la combustión. Debido al calor generado por la combustión, (aproximadamente



de 4000 a 4500° C igual a 2204 menos 2491° C). Se expanden los gases y se produce una alta presión en el interior del -17- cilindro. Esta presión actúa en forma de “de empuje” contra la cabeza del pistón, obligando a bajar, como se ve, lo que constituye la transmisión de la energía al cigüeñal en forma de fuerza de torsión o rotatoria.

#### Cuarto Tiempo: Escape O Descarga

Cuando el pistón se acerca al punto muerto inferior (PMI) la posición que corresponde al fin de la energía, la válvula de escape, se abre disminuyendo la presión en el interior del cilindro. Esta válvula permanece abierta mientras el pistón se mueve hacia arriba, hasta que llega al punto muerto superior (PMS). Cuando el pistón alcanza la posición más alta se cierra la válvula de escape.

En la mayoría de los motores la válvula de escape se cierra poco después de alcanzado el punto muerto superior (PMS), antes de que el pistón llegue a la parte superior en la admisión empieza a abrirse la válvula de admisión, esta permite que esté abierta totalmente cuando el pistón baja de nuevo para iniciar la admisión siguiente.

### **2.6.3. Moto-generadores**

El sistema utiliza motores trifásicos que también hacen las veces de generadores cuando las condiciones del movimiento y del manejo lo permiten. La corriente Alterna es lograda gracias a la electrónica del INVERSOR, el caso de este modelo TOYOTA PRIUS, el motogenerador 1 (MG1) se encarga de generar carga que se distribuye entre la batería y el consumo del moto-generador 2 (MG2). El moto generador 2 (MG2) se encarga de alternar con el motor de combustión interna el movimiento del vehículo, en marcha hacia

#### **2.6.4. Generador.**

Un generador es un elemento que transforma el movimiento que recibe en energía eléctrica, este movimiento en el caso de los vehículos híbridos puede provenir del movimiento del motor de combustión interna o del movimiento proveniente del diferencial debido al movimiento del vehículo, cuando se produce el freno regenerativo.

#### **2.6.5. Motor eléctrico.**

Es el que genera el movimiento a partir de la inducción eléctrica que recibe el rotor por parte del estator. En caso de los motores trifásicos los devanados del estator están separados  $120^\circ$  con lo que producen un empuje constante y un mayor torque del motor eléctrico trifásico. Para cambiar el sentido de giro del motor trifásico, basta con cambiar dos de las tres conexiones de este a su fuente de energía, esto se logra fácilmente mediante el uso de transistores en el grupo inversor.

## CAPÍTULO III

### PROCESO DE FUNCIONAMIENTO Y DESMONTAJE

#### 3.1. Principio de funcionamiento

La batería de tracción de alto voltaje (HVTB) consta de baterías de tipo de celda D agrupadas en módulos que proporcionan aproximadamente 330 voltios de CC al sistema de alto voltaje. La HVTB proporciona energía al motor del generador de alto voltaje dentro de la transmisión de variación continua controlada electrónicamente (eCVT).

La HVTB también suministra energía eléctrica al motor de tracción (también interna a la eCVT) para propulsar el vehículo cuando está funcionando en modo eléctrico solamente o para dar soporte al motor de gasolina (aceleración fuerte). Cuando el motor está funcionando o el vehículo se está moviendo, el motor del generador de alto voltaje empieza a generar electricidad de corriente alterna (CA) de alto voltaje. La corriente alterna (CA) de alto voltaje generada por el motor del generador puede ser utilizada por el motor de tracción o para recargar la HVTB.

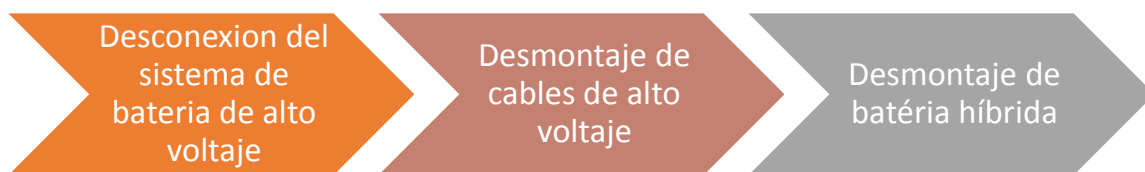
Cuando se está cargando la HVTB, el alto voltaje se convierte de potencia eléctrica CA de alto voltaje en CC de alto voltaje dentro de la eCVT y se transmite a través de cables de alto voltaje a la HVTB.

La energía eléctrica CC de alto voltaje se convierte a energía eléctrica CC de bajo voltaje a través del convertidor de CC/CC. La energía eléctrica CC de alta corriente de bajo voltaje se suministra entonces a la batería de 12 voltios a través de los cables de la batería de bajo voltaje.

El sistema de alto voltaje tiene una tierra flotante. La tierra flotante está diseñada para aislar completamente el sistema de alto voltaje del chasis del vehículo. Los cables de alto voltaje están completamente aislados de todos los componentes y circuitos del vehículo. No hay conexiones comunes (como tierras de la carrocería) que se utilicen para conducir la energía de alto voltaje.

El módulo de control de la batería (BCM) monitorea si este sistema presenta fugas de corriente en el sistema eléctrico normal (similar a un interruptor de fallas de tierra de una casa).

### 3.2. Proceso de desmontaje de batería híbrida



*Grafico 1. Proceso de desmontaje de batería híbrida*

Tal como se muestra en el grafico 1, se puede observar el proceso para retira la batería del Ford Escape Híbrido, comenzando a desconectar el sistema que maneja la batería de alto voltaje, luego se desmontan los cables de alta tensión del sistema y por último se desmonta la batería, estos proceso son detallados más profundamente a continuación.

#### 3.2.1. Desmontaje de cables de alto voltaje

1. Desenergize la batería de tracción de alto voltaje (HVTB).
2. Desde la abertura de la puerta trasera derecha, doble el cojín del asiento trasero derecho hacia adelante y retire las 2 tuercas del protector de cables de alto voltaje.

3. Pliegue hacia abajo el respaldo del asiento trasero derecho y quite el tornillo de la tolva de los cables de alto voltaje.
4. Quite el remache/tornillo de plástico de la tolva de los cables de alto voltaje.
5. Quite la tolva de los cables de alto voltaje.
6. Oprima hacia abajo la lengüeta de bloqueo y gire la palanca de bloqueo hacia arriba hasta que las espigas de alineación se desacoplen de la palanca de bloqueo para desmontar el conector eléctrico de los cables de alto voltaje.
7. Con el vehículo en NEUTRAL, colóquelo en una rampa.
8. Quite la protección de hule del panel del piso de los cables de alto voltaje.
9. Quite los 2 tornillos y el soporte del cable del freno de estacionamiento.
10. Retire los 4 tornillos y el protector contra el calor izquierdo.
11. Retire el tornillo y coloque la cinta metálica de tierra del motor a un lado.
12. Quite las 5 tuercas del conducto de los cables de alto voltaje del riel del bastidor interior del lado derecho y panel del piso.
13. Baje el vehículo.
14. Quite la tuerca y el cable de cambios de la eCVT.
16. Retire el tornillo de descarga de tensión de cable de alto voltaje
17. Gire la palanca de bloqueo hacia atrás hasta que las espigas de alineación se desacoplen de la palanca de bloqueo y quite la conexión de los cables de alto voltaje a la eCVT.
18. Libere los 2 pasadores de retención del cable de alto voltaje del protector contra el calor de la unidad de control hidráulico (HCU).
19. Retire los 2 retenedores del arnés de cableado de los birlos de la tapa de punterías.

20. Libere los broches y las lengüetas de bloqueo y desconecte el conector de interbloqueo y el conector de cables de alto voltaje en el módulo del compresor del aire acondicionado (ACCM).
21. Presione el broche de bloqueo en el conector de interbloqueo blanco y desacople el conector blanco antes de liberar el broche de bloqueo en la parte naranja del conector de alto voltaje.

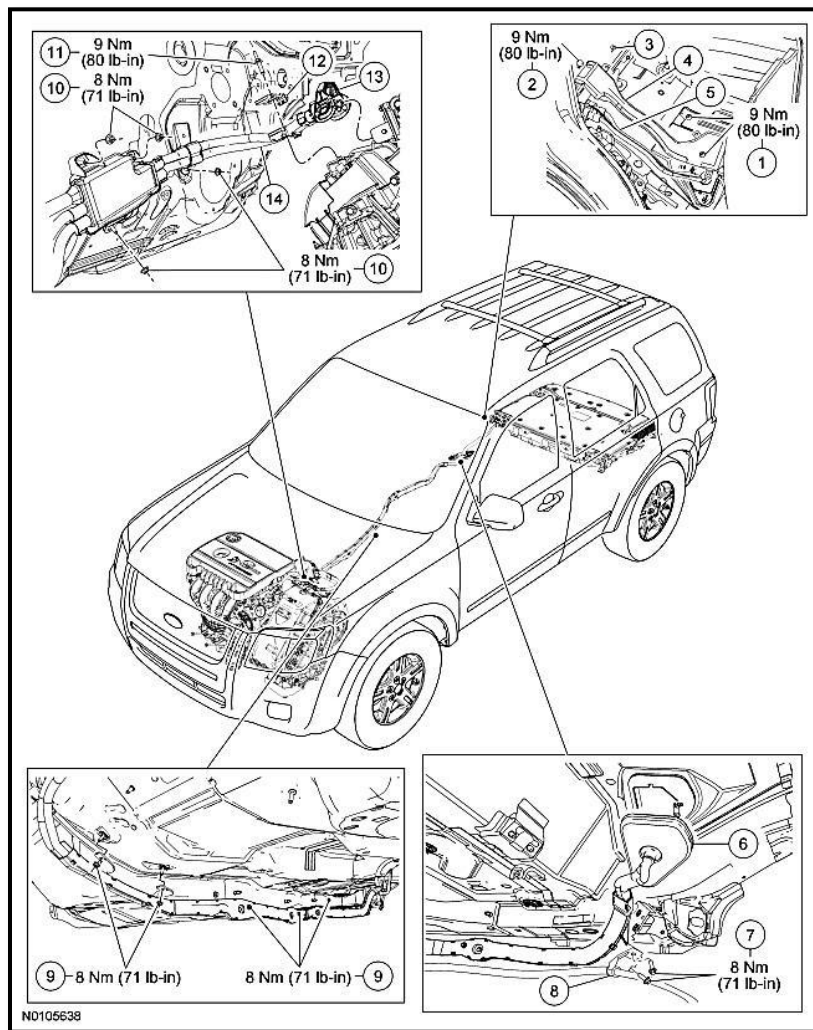


Figura 13. Ubicación de los pernos para retirar los cables de alto voltaje (Ford, 2015)

Tabla 2. Ubicación de elementos para el desmontaje de los cables de alta tensión

<b>Ref.</b>	<b>Descripción</b>
1	Tuerca de la tolva de los cables de alto voltaje (se requieren 2)
2	Tornillo de la tolva de los cables de alto voltaje
3	Remache/tornillo de plástico de la tolva de los cables de alto voltaje
4	Tolva de los cables de alto voltaje
5	Conector eléctrico de los cables de alto voltaje
6	Protección de hule del panel del piso de los cables de alto voltaje
7	Tornillos del soporte del cable del freno de estacionamiento (se requieren 2)
8	Soporte del cable del freno de estacionamiento
9	Tuercas del conducto de los cables de alto voltaje (riel del bastidor interior del lado derecho y panel del piso) (se requieren 5)
10	Tuercas del soporte de los cables de alto voltaje (mampara) (se requieren 4)
11	Tornillo de descarga de tensión de cable de alto voltaje
12	Abrazadera de descarga de tensión de cable de alto voltaje (parte de 140303)
13	Conexión de los cables de alto voltaje a la eCVT
14	Cable de alto voltaje

### **3.2.2. Desconexión del sistema de batería de alto voltaje**

Desmunte el tapón de desconexión de servicio en la secuencia siguiente.

1. Gire el tapón de desconexión de servicio de la posición LOCK (1) a la posición UNLOCK (2).
2. Quite el tapón de desconexión de servicio y colóquelo en la posición SERVICING SHIPPING

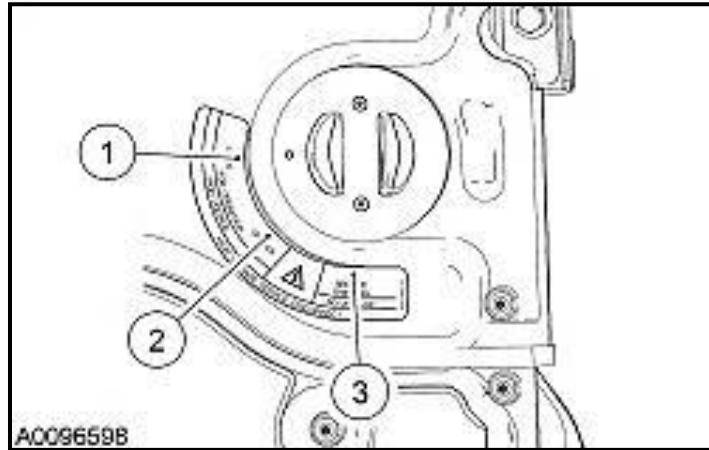


Figura 14. Posiciones del tapón de desconexión de servicio (Ford, 2015)

2. Coloque el tapón de desconexión de servicio en la posición servicing shipping (servicio de embarque) mientras se desmonta la batería de tracción de alto voltaje (HVTB) y/o se efectúan las reparaciones del sistema de alto voltaje. Si el tapón de desconexión de servicio se deja fuera y se coloca en el banco o caja de herramientas, la suciedad u otros contaminantes pueden entrar en la HVTB lo cual puede ocasionar daños.
  
3. Inserte el tapón de desconexión de servicio en la posición servicing shipping (servicio de embarque). Esto desconecta la batería de tracción de alto voltaje (HVTB)

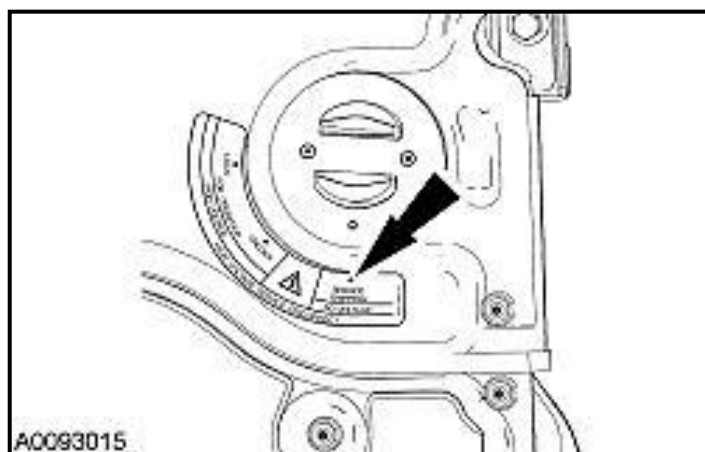
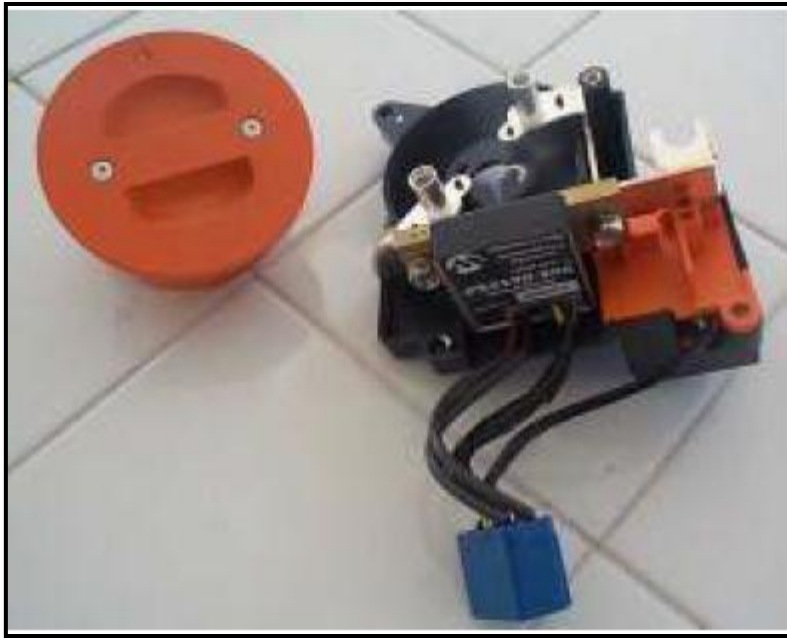


Figura 15. Tapón de desconexión de servicio (Ford, 2015)



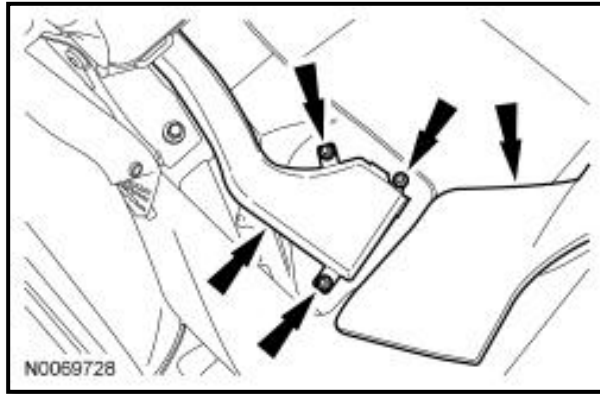


*Figura 16.* Tapón de desconexión de servicio (Ford, 2015)

### **3.2.3. Extracción de la batería**

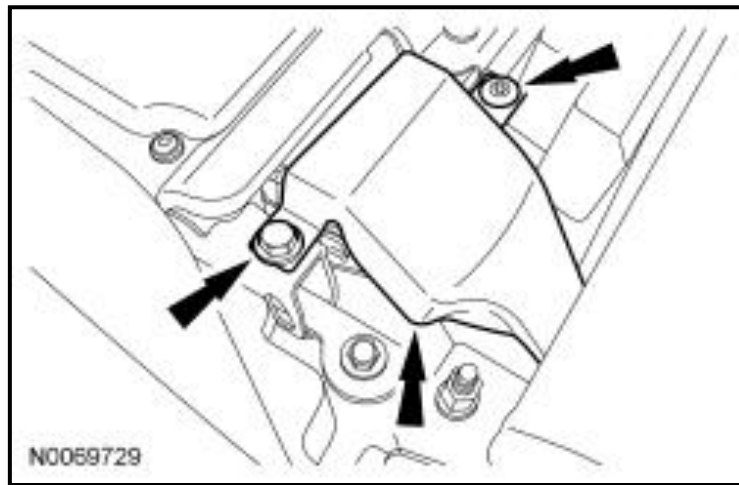
1. Desconecte el suministro de energía de la HVTB.
2. Retire el inserto de la alfombra del área de carga trasera.
3. Quite los 5 tornillos del ensamble del conducto de retorno del A/C
4. Desmonte el ensamble del conducto de retorno del A/C.
5. Afloje el tornillo del conector de bajo voltaje de 40 terminales.
6. Acceda a las tuercas del protector a través de la abertura en la alfombra.

Desde la abertura de la puerta trasera derecha, doble el cojín del asiento trasero derecho hacia adelante y retire las 2 tuercas del protector de cables de alto voltaje.



*Figura 17.* Retira pernos de parte inferior de protector de cables de alto voltaje (Ford, 2015)

7. Pliegue hacia abajo el respaldo del asiento trasero derecho y quite el tornillo de la tolva de los cables de alto voltaje, luego desmonte el remache. Ver figura 17.



*Figura 18.* Retirar pernos de la protección de los cables de alto voltaje (Ford, 2015)

8. Quite la tolva de los cables de alto voltaje. Ver figura 18.

9. Oprima hacia abajo la lengüeta de bloqueo y gire la palanca de bloqueo hacia arriba hasta que las espigas de alineación se desacoplen de la palanca de bloqueo para desmontar el conector eléctrico de los cables de alto voltaje.
10. Quite los 9 tornillos de la HVTB.

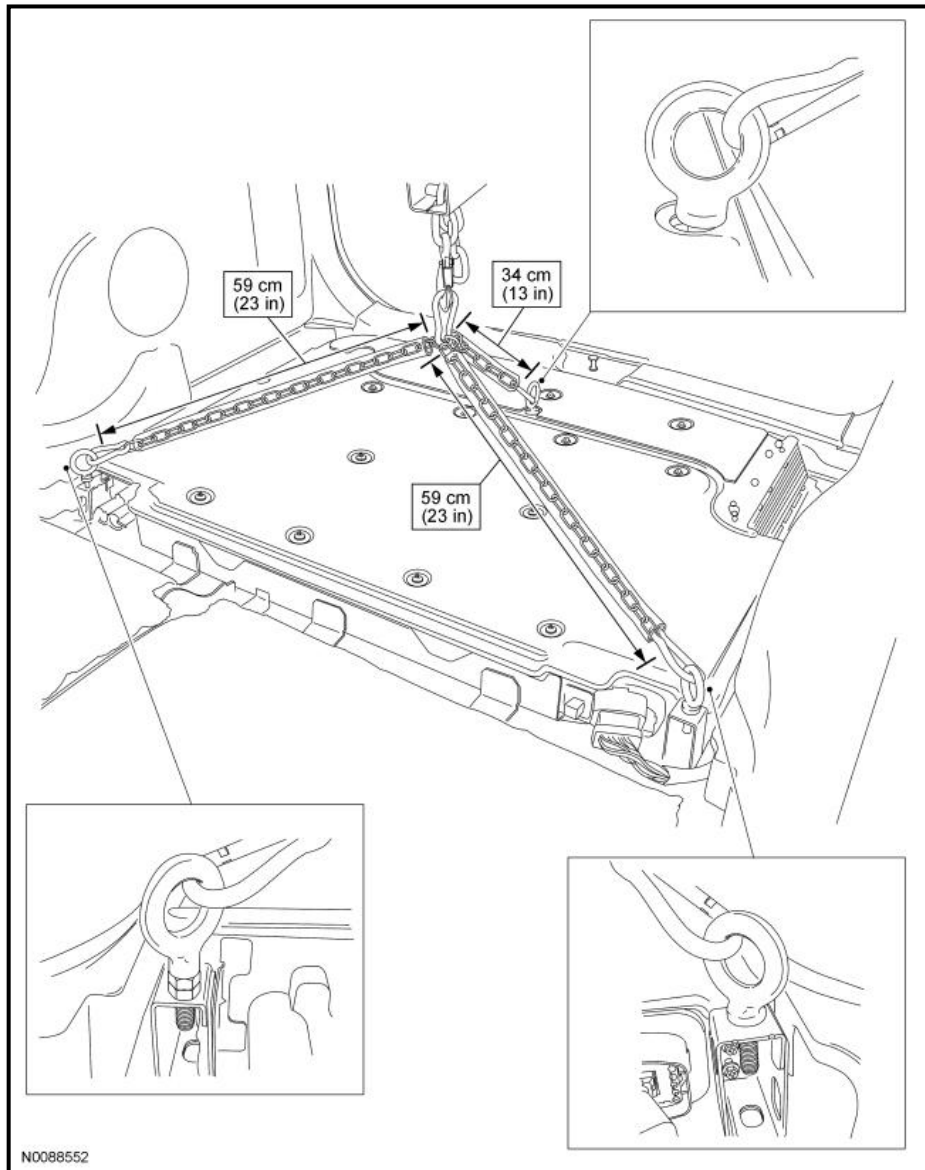


Figura 19. Extracción de la batería (Ford, 2015)

11. Quite el tapón de la tapa para exponer el punto de sujeción de levantamiento central (posterior).
12. Sujete 3 tornillos de argolla M10 x 1.5 x 35 a los 3 puntos de levantamiento de la HVTB. Instale tuercas sobre los tornillos de argolla para obtener la altura apropiada de las argollas. Súrtase localmente de los tornillos de argolla.
13. Conecte las longitudes de cadena a las argollas y al dispositivo de elevación.
14. Con un asistente, levante la HVTB fuera de los 2 pernos de alineación usando una grúa.
15. Cubra los soportes de montaje de la batería con cojines protectores y desmonte la HVTB del vehículo.
16. Inspeccione el ojal de drenaje de la charola de la HVTB ubicado en el tablero del piso debajo de la HVTB. Reemplácelas si es necesario.
17. Para el montaje, siga el procedimiento de desmontaje en orden inverso.

#### **3.2.4. Sistema de enfriamiento**

El sistema de enfriamiento de la batería híbrida del Ford Escape controla la temperatura de las celdas de NiMH, este determina la temperatura mediante 10 sensores de temperatura colocados en el siguiente orden:

- 1 Para cada enfriador en total 2.
- 4 Para las celdas del bloque de lado derecho.
- 4 Para las celdas del bloque de lado izquierdo.

El sistema funciona de la siguiente manera: El aire ingresa por el ducto de entrada de aire que está en la parte superior y pasa por un filtro, luego ingresa por la zona de enfriamiento donde los ventiladores lo envían hacia las celdas de los dos grupos, el aire posteriormente es enviado por los ductos de salida y una parte nuevamente pasa se recircula por la zona de enfriamiento constituida por un evaporador, para que nuevamente sea enfriado y se dirija a enfriar las celdas. Es importante manifestar que el sistema es enfriado por el aire acondicionado del automóvil.

La razón por la cual un sistema de aire acondicionado es utilizado para enfriar el conjunto radica en que todo el paquete posee una alta resistencia interna, del orden de los 2 ohms. Esta alta resistencia distribuida en todo el conjunto de celdas en serie da una perdida en calor bajo demanda de corriente que debe ser disipada, tal como se muestra en la figura 20.

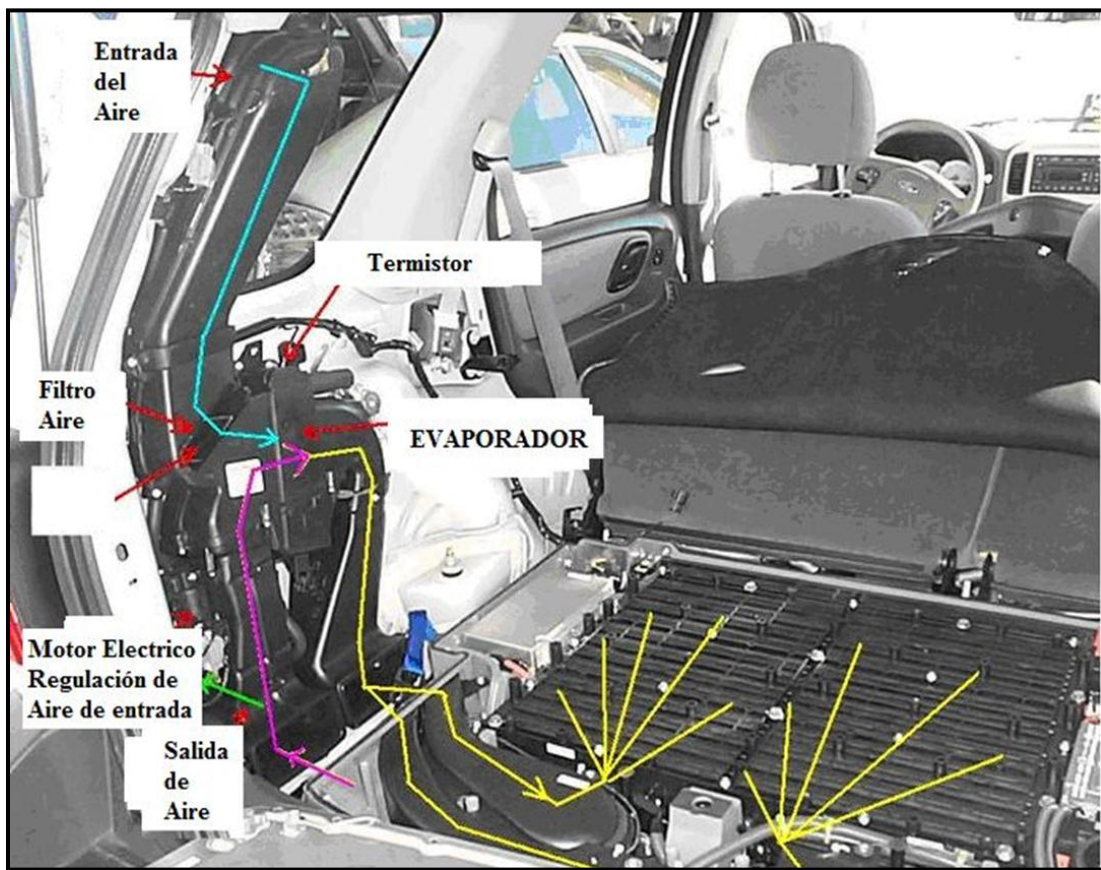


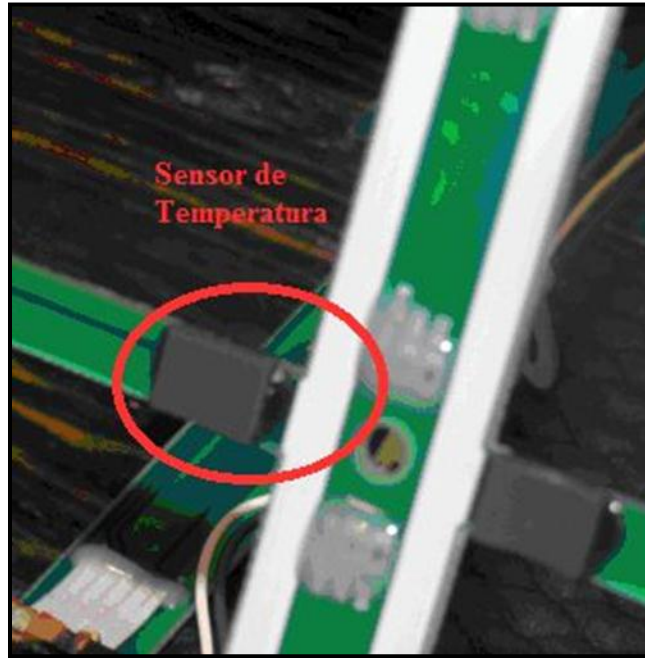
Figura 20. Partes del sistema de enfriamiento de la batería del híbrido (TAAET, 2013)

En estos casos al momento que desmontamos el módulo de la batería híbrida observamos varios componentes entre los que sobresalen dos tipos de sensores de temperatura, los primeros sensores que vamos a mencionar son justamente los encargados de captar la variación individual de cada batería y vienen montados por debajo de la sección de circuito impreso tal como se puede apreciar en la fotografía.



Figura 21. Ubicación de los sensores de temperatura (TAAET, 2013)

Por cada parte vienen 30 sensores estos que se conectan como una matriz, de tal manera que van hacia el módulo central 11 cables, más 3 más que son los que captan el voltaje en los puentes de esta sección, tal como se muestra en la figura 22.



*Figura 22.* Sensor de temperatura (TAAET, 2013)

## CAPÍTULO IV

### PRUEBAS Y DIAGNOSTICO DE FALLAS

#### 4.1 Códigos de error

Para poder analizar el sistema de baterías híbridas del Ford Escape, se necesita conocer los diferentes códigos de error los cuales son el lenguaje que maneja la computadora para expresar los fallos del sistema, que se muestran al momento de conectar el escáner automotriz, para así con esta referencia proceder a realizar pruebas y a diagnosticar para dar soluciones eficientes. Tal como se ve en la tabla 3.

Tabla 3. *Códigos de error*

<b>CÓDIGOS DE ERROR</b>	
<b>B1143</b>	Excesivas demandas de cierre del contacto de la batería
<b>B1342</b>	La unidad electrónica de control (ECU) está defectuosa
<b>B2A4C</b>	Sensor de corriente de batería híbrida inverosímil (falla de rango)
<b>B2172</b>	Circuito abierto del circuito de entrada del interruptor de inercia
<b>C1862</b>	Falla del circuito del contacto
<b>P0A0A</b>	Circuito del sistema de interbloqueo de alto voltaje
<b>P0A0C</b>	Bajo voltaje del circuito del sistema de interbloqueo de alto voltaje
<b>P0A0E</b>	Intermitencia en el circuito del sistema de interbloqueo de alto voltaje
<b>P0A1F</b>	Módulo de control de energía de la batería
<b>P0A27</b>	Circuito de cancelación de la energía de la batería híbrida
<b>P0A7D</b>	Estado de carga del paquete de baterías híbridas bajo
<b>P0A7E</b>	Sobretemperatura del paquete de la batería híbrida
<b>P0A80</b>	Reemplace el paquete de la batería híbrida (Final de su vida útil)
<b>P0A81</b>	Circuito de control del ventilador 1 de enfriamiento del paquete de la batería híbrida
<b>P0A9B</b>	Circuito del sensor A de temperatura de la batería híbrida



---

<b>P0AAC</b>	Círcuito A de temperatura del aire del paquete de la batería del híbrido
<b>P0AA6</b>	Falla de aislamiento del sistema de voltaje de la batería híbrida
<b>P0AA7</b>	Círcuito del sensor de aislamiento de voltaje de la batería híbrida
<b>P0ABF</b>	Círcuito abierto del sensor de corriente del paquete de batería híbrida
<b>P0AC0</b>	Rango/desempeño de círcuito del sensor de corriente del paquete de batería híbrida
<b>P0AD9</b>	Círcuito abierto en el círcuito de control del contacto positivo de la batería híbrida
<b>P0ADD</b>	Círcuito abierto en el círcuito de control del contacto negativo de la batería híbrida
<b>P0AE1</b>	NOTA: Este DTC se registra por un problema de no arranque, causado por falla del círcuito de precarga del contacto y los contactos de la HVTB no cierran. Una batería baja de 12 voltios puede también ser la causa de este DTC. La luz maestra de advertencia de emergencia eléctrica (triángulo rojo) en el tablero de instrumentos (IC) se iluminará. Este DTC también se registra por una falla en el círcuito de habilitamiento de CC/CC, el bus de alto voltaje, eCVT o el convertidor de CC/CA y el cableado de alto voltaje.
	Círcuito del contacto de precarga de la batería híbrida
<b>U0100</b>	Se perdió la comunicación con el PCM
<b>U0101</b>	Se perdió la comunicación con eCVT TCM
<b>U0155</b>	Pérdida de comunicación con el módulo de control del tablero del panel de instrumentos (IPC)
<b>U0300</b>	Incompatibilidad de software de módulo interno de control
<b>U0401</b>	Información inválida recibida del PCM
<b>U0402</b>	Información inválida recibida del TCM
<b>U0423</b>	Datos no válidos recibidos del módulo de control del tablero del panel de instrumentos (IPC)
<b>U0424</b>	Datos no válidos recibidos del módulo de control de HVAC
<b>U2050</b>	Sin aplicación actual

---

## 4.2 Síntomas

Como se puede observar en la tabla 4, se muestra las condiciones o los síntomas que trae el vehículo híbrido Ford Escape con sus respectivas causas posibles.

Tabla 4. *Tabla de síntomas*

<b>TABLA DE SÍNTOMAS</b>	
Condición	Causas posibles
No hay comunicación con el módulo de control de la batería (BCM)	Fusibles  Circuitos
El indicador de advertencia del sistema de carga está encendido cuando el motor está funcionando y el voltaje del sistema de 12 voltios no aumenta - icono de la batería encendido, sistema de carga de bajo voltaje en el convertidor CC/CC.	Transmisión de variación continua controlada electrónicamente (eCVT)  Bajo estado de carga de las baterías de bajo y alto voltaje  Circuitos de interbloqueo del convertidor CC/CC  Cables de alto voltaje  BCM  PCM
El indicador de advertencia del sistema de carga se enciende con el motor funcionando y el voltaje del sistema de 12 voltios no aumenta - icono de la batería encendido.	Circuitos de interbloqueo del convertidor CC/CC  Cables de alto voltaje

---

	Cables de bajo voltaje
	Batería de 12 voltios
	Convertidor CC/CC
El indicador de advertencia del sistema de carga se enciende con el motor funcionando y el voltaje del sistema de 12 voltios no aumenta - icono de la batería encendido.	Tablero de instrumentos (IC)
	Sistema del control de clima
	BCM
	PCM
El indicador de advertencia del sistema de carga nunca está encendido	IC.
La batería de tracción de alto voltaje (HVTB) es ruidosa	Ventiladores de enfriamiento interno de la HVTB (parte de HVTB)
	HVTB
	Fuga de aire del sistema de control de clima
Interferencia de radio.	Unidad de audio
	Generador (parte de la eCVT)
	Convertidor de CC/CC
La batería de bajo voltaje está descargada o el voltaje	Batería de 12 voltios

---

de la batería es bajo.	Convertidor CC/CC
	Cables de la batería de 12 voltios
El motor no arranca con la llave en ON sin DTC del BCM presente.	Circuitos abiertos del interruptor de corte de combustible por inercia (IFS) trasero y/o delantero
	Relevador de sostenimiento de la energía

### 4.3 Pruebas

#### 4.3.1 HVTB es ruidosa

Una de las pruebas que se realizan es a la batería de alto voltaje del Ford Escape híbrido, la cual se fundamenta en la comprobación de los ventiladores internos de la batería.

Tabla 5. Prueba de HVTB

<b>LA HVTB ES RUIDOSA</b>
<b>A1 COMPROBACIÓN DE LOS VENTILADORES INTERNOS</b>
<b>Arranque el motor.</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• El motor se debe haber arrancado cuando menos una vez para que los ventiladores de enfriamiento se hayan encendido.</li> <li>• Compruebe que el tapón de la tapa del anillo para levantar posterior de la HVTB esté colocado correctamente y que no esté dañado.</li> <li>• Compruebe que el conducto de retorno del A/C entre la HVTB y el sistema de control de clima esté colocado correctamente y que no esté dañado.</li> </ul>

- 
- Los ventiladores de enfriamiento corren a diversas velocidades debido a las condiciones variables del vehículo y la HVTB. La velocidad del ventilador aumenta con el aumento de temperatura y puede funcionar en un ciclo de trabajo de 40% hasta 100%. Un ventilador funcionando al 40% del ciclo de trabajo es mucho más silencioso que el mismo ventilador funcionando al 100% del ciclo de trabajo. Durante el autodiagnóstico en demanda, los ventiladores funcionan al 100% del ciclo de trabajo.
  - Con el interruptor de encendido en la posición ON y el motor encendido o apagado, use un estetoscopio o un dispositivo de escucha equivalente para sondear el área de la HVTB por ruidos anormales o excesivos. Compare el ruido de un vehículo similar.
- 

¿Está el ruido originado en los ventiladores de enfriamiento interno de la HVTB?

Instale una batería híbrida nueva. Compruebe que el sistema funcione correctamente.

#### **4.3.2 Comprobación de los ventiladores internos de la batería híbrida**

Para comprobar debe usar un estetoscopio o un dispositivo de escucha equivalente para sondear el área de la HVTB mientras el autodiagnóstico se realiza.

NOTA: Los ventiladores de enfriamiento podrían ciclar de encendido a apagado con el interruptor de encendido en la posición de ON y el motor encendido o apagado.

Con el interruptor de encendido en la posición de ON y el motor encendido o apagado (el motor debe haber funcionado cuando menos una vez después de que la llave se pasó a ON), compruebe que los ventiladores internos de la HVTB funcionen correctamente.

Si no funcionan correctamente los ventiladores se proceden a la comprobación del voltaje en el circuito del BCM.

Procedemos a desconectar el BCM, estando en off el vehículo, luego se mide el voltaje entre las terminales del C4227A del BCM, lado del arnés, y tierra como se indica en la figura 23.

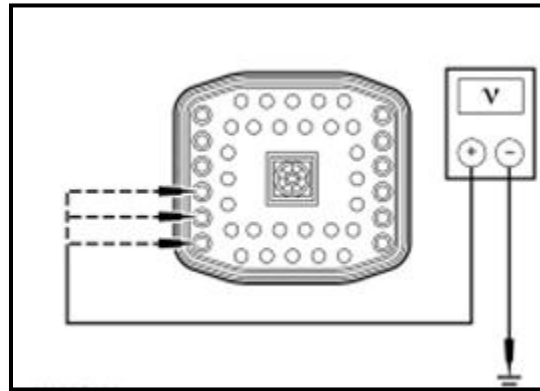


Figura 23. Comprobación de BCM (Ford, 2015)

En la figura 23, se muestra que terminales se van a analizar con el multímetro, los cuales se detallan en la tabla 5.

Tabla 6. *Terminales para comprobar voltaje en prueba ventiladores de batería de alta tensión*

<b>Terminal</b>	<b>Circuito</b>
<b>4</b>	SBB15 (WH/RD)
<b>5</b>	SBB15 (WH/RD)
<b>6</b>	SBB15 (WH/RD)

#### **4.3.3 Comprobación de los cables de alto voltaje de la batería híbrida**

Para comprobar los cables se sigue los siguientes pasos:

- Encendido en OFF.
- Con el interruptor de encendido en la posición de OFF, espere un mínimo de 5 minutos.
- Desconecte el tapón de desconexión de servicio.
- Instale un nuevo cable de alto voltaje de la HVTB al módulo de control de la transmisión (TCM). Refiérase a Cables de alto voltaje en esta sección.
- Conecte el conector eléctrico de desconexión de servicio .
- Usando el escáner automtoriz, borre los DTC del BCM.
- Introduzca el siguiente modo de diagnóstico en el escáner DataLogger — BCM .  
con el motor funcionando, monitoree las PID R\_LEAKP y R\_LEAKN de resistencia de fuga del BCM.

#### **4.3.4 Comprobación de funcionamiento correcto de la batería híbrida**

Hay que seguir el siguiente proceso para comprobar el funcionamiento de la batería híbrida:

Encendido en OFF.

Verifique el C4227A del TBCM, C1458E del TCM, C1457D del convertidor de CC/CC, C4227C del TBCM, y C1458D del TCM en busca de:

- Corrosión.
- Terminales zafadas.
- Terminales separadas

Conecte: C4227A del TBCM .

Conecte: C4227C del TBCM .

Conecte: C1458D del TCM .

Conecte: C1458E del TCM .

Conecte: C1457D del convertidor de CC/CC .

Asegúrese de que los conectores se asienten correctamente antes de hacer funcionar el sistema.

Conecte la herramienta de diagnóstico.

Encendido en ON.

Introduzca el siguiente modo de diagnóstico en el escáner

Autodiagnóstico — BCM .



## CAPITULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. Conclusiones

- Tomando en cuenta la celeridad con la que va tomando terreno la tecnología de los vehículos híbridos, debemos actualizar la calidad del servicio que se ofrece actualmente en el país, ya que es una tecnología que ha llegado para quedarse y cada día tiene más avances y actualizaciones, por ello se investigó en diversas fuentes información con respecto a la batería híbrida, su composición, sus características, para fundamentar el trabajo que se realiza.
- Las bondades y beneficios que nos ofrece un vehículo con esta tecnología, pero asimismo debemos ser muy cuidadosos en la manipulación del sistema híbrido ya que se trabaja con altos voltajes que pueden ser mortales si nos los maneja con todas las medidas de seguridad como nos indica el fabricante.
- Se detalló paso a paso como se procede a desmontar la batería de alto voltaje de tracción del Ford Escape híbrido respectivamente, donde se conoció como se debe desajustar los pernos, por medio del manual del taller se aprendió a retirar la batería para realizar análisis correspondientes.
- Se realizó una investigación acerca del funcionamiento del sistema híbrido del Ford Escape, conociendo e identificando cada una de sus partes y componentes, asimismo se encontró las pruebas de diagnóstico y una tabla con las fallas más comunes y los síntomas que presentan.

## 5.2. Recomendaciones

- Apostar como consumidores por esta nueva tecnología, ya que así estamos siendo más amigables con el medio ambiente y contribuyendo al cuidado del planeta reduciendo los índices de contaminación por combustibles fósiles. Usar este tipo de vehículos nos otorga un considerable ahorro de dinero por la reducida cantidad de combustible que necesita, siempre y cuando tengamos un modo de manejo adecuado.
- Al realizar las debidas pruebas a la batería de alto voltaje, se debe tener en cuenta seguir el manual de taller, donde se describe paso a paso como realizarlas y donde se encuentra las fallas más comunes y códigos de errores que se generan por motivos señalados en el manual.
- Siempre llevar nuestro vehículo a un taller certificado y de confianza y si está a nuestro alcance, acudir al taller de la marca de nuestro vehículo ya que ellos tienen constante capacitación y actualización de conocimientos sobre sus modelos.
- Tener muy en cuenta las medidas y protocolos de seguridad que se deben seguir al momento de manipular los sistemas de un vehículo híbrido por los altos riesgos que existen.

## BIBLIOGRAFÍA

- Automoción, S. d. (2011). *El Vehículo Eléctrico. Desafíos tecnológicos, infraestructuras y oportunidades de negocio*. Libbooks.
- Borja, J. C. (2009). *Sistema de Transmisión y Frenado*. Macmillan Iberia, S.A.
- Bp.blogspot. (5 de 08 de 2018). Obtenido de <http://3.bp.blogspot.com/-2NSo6GvjgzM/VY09W5fx7wI/AAAAAAAAADB8/pILGws5pdBY/s1600/04.jpg>
- Ceautostop. (2018). Obtenido de <http://www.ceautostop.com>
- Elecodesunchales. (s.f.). Obtenido de <http://elecodesunchales.com.ar>
- Electromagneticos. (2018). Obtenido de <http://www.electromagneticos.es>
- Elías Castells, X. a. (2012). *El hidrógeno y las pilas de combustible*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos.
- Ford. (2015). *Manual de taller del Ford Escape Híbrido*.
- Ford. (2018). Obtenido de [www.ford.com](http://www.ford.com)
- Francisco Javier Vidal, J. J. (2014). *Sistemas eléctricos y de seguridad y confortabilidad*. Editex.
- García, J. A. (2006). *Diseño, implementación y análisis de un prototipo de vehículo híbrido*.
- Gonzalez, J. (11 de Abril de 2018). Obtenido de <https://www.concienciaeco.com/2018/04/11/que-es-un-coche-hibrido/>
- Hyatt, k. (24 de Febrero de 2018). Obtenido de <https://www.cnet.com/es/noticias/cual-es-el-vehiculo-adecuado-para-ti-hibrido-o-electrico/>
- ías Castells, X. (2012). *Energía y transporte*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos.
- Jiménez Padilla, B. (2012). *Técnicas básicas de electricidad de vehículos*. IC Editorial.
- Martínez, J. L. (24 de Abril de 2018). Obtenido de <https://www.interempresas.net/Sector-Automocion/Articulos/216238-Vehiculos-hibridos-y-electricos-Ventajas-e-inconvenientes.html>
- Revista politecnica. (s.f.). Obtenido de [http://www.revistapolitecnica.epn.edu.ec/images/revista/volumen37/tomo2/Diseno\\_del\\_Sistema\\_de\\_Freno\\_Regenerativo\\_de\\_Automoviles\\_Hibridos.pdf](http://www.revistapolitecnica.epn.edu.ec/images/revista/volumen37/tomo2/Diseno_del_Sistema_de_Freno_Regenerativo_de_Automoviles_Hibridos.pdf)

Sosa, P. (24 de Septiembre de 2014). Obtenido de <https://nergiza.com/cual-es-el-futuro-del-almacenamiento-de-energia-en-vehiculos/>

TAAET. (2013). Vehiculos hibridos.

Terra. (Diciembre de 2007). Obtenido de <http://www.terra.org/categorias/comunidad-ecotransporte/que-es-un-vehiculo-electrico>