



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

**CONSTRUCCIÓN DE UN EQUIPO DE DIAGNÓSTICO Y
CARGA PARA MANTENIMIENTO DE BATERÍAS DE AUTOS
HÍBRIDOS.**

**TRABAJO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO
AUTOMOTRIZ**

PABLO DAVID MURILLO RAMOS

DIRECTOR: ING. ALEJANDRO ROJAS MARÍN.

Quito, Febrero, 2014

©Universidad Tecnológica Equinoccial 2013
Reservados todos los derechos de reproducción

DECLARACIÓN

Yo PABLO DAVID MURILLO RAMOS, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Tecnológica Equinoccial puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

Pablo David Murillo Ramos

C.I. 0201564846

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo que lleva por título “**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN DISPOSITIVO DE CARGA Y MANTENIMIENTO PARA BATERÍAS DE AUTOS HÍBRIDOS PARA LA CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**” que para aspirar al título de **Ingeniero Automotriz** fue desarrollado por **Pablo David Murillo Ramos**, bajo mi dirección y supervisión; en la Facultad de Ciencias de la Ingeniería; y cumple con las condiciones requeridas por el reglamento de Trabajos de Titulación artículos 18 y 25.

Ing. Alejandro Rojas Marín.

DIRECTOR DEL TRABAJO

DEDICATORIA

El esfuerzo, sacrificio y dedicación puesto en el presente trabajo se lo dedico con mucho amor y gratitud a mis padres Pedro y Cecilia y a mi hijo Pablo Josué quienes han sido la fuente que me ha impulsado a conseguir la meta de concluir con mi proceso académico y seguir formándome como un hombre de bien.

Pablo David Murillo Ramos

AGRADECIMIENTO

A mi familia por ser mi fortaleza en todo momento de mi vida y apoyarme a concluir mi formación académica, a la Universidad Tecnológica Equinoccial que por medio de sus docentes los mismos que me impartieron sabios conocimientos me han permitido formarme profesionalmente y de manera especial al Ing. Alejandro Rojas Marín director de mi tesis que con su esfuerzo, dedicación, tiempo, conocimiento supo guiarme y colaborar con la elaboración de este proyecto.

Pablo David Murillo Ramos

ÍNDICE DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.	1
2. MARCO TEÓRICO.	6
2.1. TECNOLOGÍA HIBRIDA.	7
2.1.1. ANTECEDENTES.	7
2.2. VEHÍCULO HIBRIDO.	12
2.2.1. DEFINICIÓN.	12
2.2.2. CLASIFICACIÓN.	12
2.2.2.1. Híbridos en serie.	13
2.2.2.2. Híbridos en paralelo.	14
2.2.2.3. Híbridos mixtos.	14
2.3. PARTES DE UN VEHÍCULO HIBRIDO.	15
2.3.1. MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA (MCI).	16
2.3.2. MOTORES GENERADORES.	17
2.3.2.1. Motor generador uno. (MG1).	18
2.3.2.2. Motor generador dos. (MG2).	18
2.3.3. INVERSOR.	20
2.3.4. TRANSMISIÓN DEL VEHÍCULO HIBRIDO.	22
2.3.5. BATERÍA DE ALTA TENSIÓN.	24
2.3.5.1. Generalidades.	24
2.3.6. TIPOS DE BATERÍAS.	26
2.3.6.1. Batería Toyota Prius 2001-2004 Segunda Generación.	26
2.3.6.2. Batería Toyota Prius 2004-2009 Tercera Generación.	27
2.3.6.3. Batería Toyota Prius 2010 Cuarta Generación.	28
2.3.6.4. Batería Toyota Prius C.	29
2.3.6.5. Batería Toyota Highlander.	30
2.3.6.6. Batería Ford Escape.	32
2.3.7. PARTES DE LA BATERÍA DE ALTO VOLTAJE.	33
2.3.7.1. Conector de Servicio.	34

2.3.8. UBICACIÓN DE LA BATERÍA EN EL VEHÍCULO.	35
2.3.9. MONITOREO DE ALIMENTACIÓN DE ALTA TENSIÓN.	36
2.3.10. MONITOREO DE VOLTAJE EN LA BATERÍA..	37
2.3.11. SENSOR DE CORRIENTE DE LA BATERÍA.	40
2.3.12. MONITOREO DE TEMPERATURA.	41
2.3.13. UNIDAD ELECTRÓNICA DE CONTROL DE LA BATERÍA.	42
2.3.14. DAÑOS EN LA BATERÍA.	44
2.3.15. FALLOS EN LA BATERÍA DE ALTA TENSIÓN.	45
3. METODOLOGÍA.	49
3.1. CONSTRUCCIÓN DEL DISPOSITIVO.	50
3.2. DIAGRAMA ELÉCTRICO DEL DISPOSITIVO.	50
3.3. ELEMENTOS DEL DISPOSITIVO.	53
3.4. ESTRUCTURA DEL EQUIPO.	61
3.5. DISPOSICIÓN DE ELEMENTOS EN EL MUEBLE.	66
3.5.1. DISPOSICIÓN DE VOLTÍMETROS Y AMPERÍMETROS.	66
3.5.2. DISPOSICIÓN DE BORNERA.	66
3.5.3. DISPOSICIÓN DE INTERRUPTORES.	67
3.5.4. DISPOSICIÓN DEL CIRCUITO ELÉCTRICO.	67
3.5.5. DISPOSICIÓN DE LIMITADORES DE CORRIENTE.	68
3.5.6. DISPOSICIÓN DISIPADORES DE TEMPERATURA.	68
3.6. CONEXIÓN DE LOS ELEMENTOS ELÉCTRICOS.	69
3.6.1. CONEXIÓN DE VOLTÍMETROS Y AMPERÍMETROS.	69
3.6.2. CONEXIÓN DEL CIRCUITO ELÉCTRICO.	70
3.6.4. CONEXIÓN DE Y DISIPADORES DE TEMPERATURA.	70
3.6.3. CONEXIÓN DE LIMITADORES DE CORRIENTE.	71
3.7. PRUEBA DEL EQUIPO.	71
3.7.1. CASO REAL TOYOTA HIGHLANDER.	71
3.7.1.1. Normas de trabajo para desmontar la batería.	76
3.7.1.2. Conexión del equipo a la batería.	80
3.7.1.3. Proceso de carga y descarga de la batería.	82
4.-ANALISIS DE RESULTADOS.	91

5.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	103
5.1. CONCLUSIONES.	104
5.2. RECOMENDACIONES.	105
BIBLIOGRAFÍA.	107
ANEXOS.	111

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 01. Desempeño motores generadores.	17
Tabla 02. Lectura de los voltajes en el scanner.	75
Tabla 03. Lectura de las temperaturas en el scanner.	75
Tabla 04. Voltajes de baterías luego: proceso carga y descarga B-1.	85
Tabla 05. Voltajes de baterías luego: proceso carga y descarga B-2.	85
Tabla 06. Voltajes de baterías luego: proceso carga y descarga B-3	86
Tabla 07. Voltajes de las baterías prueba en bloque de repuesto.	87
Tabla 08. Voltajes de baterías seleccionadas bloque de repuesto.	88
Tabla 09. Voltajes de bloque reparado.	88
Tabla 10. Voltajes baterías después del mtto. con el dispositivo.	89
Tabla 11. Temperatura bloques después del mtto. con el dispositivo.	90
Tabla 12. Prueba caída de voltaje en relación al tiempo.	96
Tabla 13. Baterías en buen estado después de la prueba.	97
Tabla 14. Baterías en mal estado después de la prueba.	100

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.

Ilustración 1: Híbrido en serie.	13
Ilustración 2: Híbrido en paralelo.	14
Ilustración 3: Híbrido mixto.	15
Ilustración 4: Posición del motor de combustión interna.	16
Ilustración 5: Motor generador uno.	18
Ilustración 6: Motor generador dos.	18
Ilustración 7: Funciones de los motores generadores.	19
Ilustración 8: Inversor desmontado.	20
Ilustración 9: Funciones del inversor.	21
Ilustración 10: Partes de la transmisión vehículo híbrido.	22
Ilustración 11: Conjunto de engranajes y planetarios.	23
Ilustración 12: Batería Toyota Prius 2001-2004 Segunda Generación.	27
Ilustración 13: Batería Toyota Prius 2004-2009 tercera generación.	28
Ilustración 14: Batería Toyota Prius cuarta generación.	29
Ilustración 15: Batería Toyota Prius C.	30
Ilustración 16: Batería Toyota Highlander.	31
Ilustración 17: Batería Ford Escape.	32
Ilustración 18: Elementos de la batería.	33
Ilustración 19: Conector de servicio.	35
Ilustración 20: Ubicación de la batería.	35
Ilustración 21: Relés de principales del sistema de activación.	36
Ilustración 22: Circuito eléctrico de la batería.	38
Ilustración 23: Monitoreo de voltajes por paquetes de la batería.	39
Ilustración 24: Circuito del sensor de corriente de la batería tipo Hall.	40
Ilustración 25: Diagrama característico del sensor de temperatura.	41
Ilustración 26: Unidad electrónica de control.	42
Ilustración 27: Oxido en las placas de cobre.	44
Ilustración 28: Paquete de batería quemado.	45
Ilustración 29: Circuito eléctrico del dispositivo.	52
Ilustración 30: Bornera de regleta.	53

Ilustración 31: Voltímetro análogo escala 0-30 voltios.	54
Ilustración 32: Amperímetro análogo escala 0-10 amperios.	55
Ilustración 33: Interruptor eléctrico.	55
Ilustración 34: Capacitores electrónicos.	56
Ilustración 35: Puente rectificador.	56
Ilustración 36: Focos halógenos lineales.	57
Ilustración 37: Ventiladores de computadora de 12 voltios.	57
Ilustración 38: Transformador de corriente.	58
Ilustración 39: Juego de pinzas tipo cocodrilos.	58
Ilustración 40: Diodo 1000 voltios - 6 amperios.	59
Ilustración 41: Terminales de ojo pre-aislados.	59
Ilustración 42: Cable número 14.	60
Ilustración 43: Termo contraíble.	60
Ilustración 44: Perspectiva del mueble.	61
Ilustración 45: Dimensiones del dispositivo.	65
Ilustración 46: Disposición de voltímetro y amperímetros.	66
Ilustración 47: Disposición de bornera.	66
Ilustración 48: Disposición de interruptores de carga y descarga.	67
Ilustración 49: Disposición del circuito eléctrico.	67
Ilustración 50: Disposición de limitadores de corriente.	68
Ilustración 51: Disposición de disipadores de temperatura.	68
Ilustración 52: Conexión de los voltímetros y amperímetro a la bornera.	69
Ilustración 53: Conexión del circuito eléctrico a la bornera.	70
Ilustración 54: Conexión de limitadores de corriente.	70
Ilustración 55: Conexión de disipadores de temperatura.	71
Ilustración 56: Toyota Highlander limited híbrido 2010.	72
Ilustración 57: Uso del scanner MaxiDAS.	74
Ilustración 58: Desconexión de la batería auxiliar de doce voltios.	76
Ilustración 59: Ubicación de la batería alta tensión Toyota Highlander.	77
Ilustración 60: Batería Toyota Highlander.	77
Ilustración 61: Ubicación del jumper de seguridad.	78
Ilustración 62: Protectores plásticos de la batería.	78

Ilustración 63: Desconexión de cables de alto voltaje.	79
Ilustración 64: Batería desmontada Toyota Highlander.	79
Ilustración 65: Bloques de la batería desmontados de la carcasa.	80
Ilustración 66: Conexión del bloque de la batería al dispositivo.	81
Ilustración 67: Voltaje en el proceso de carga.	83
Ilustración 68: Caída de voltaje en el proceso de descarga.	84
Ilustración 69: Prueba de descarga de las baterías individualmente.	87
Ilustración 70: Caída de voltajes de las baterías 2,3 y 4 en buen estado.	97
Ilustración 71: Caída de voltajes de las baterías 7 y 8 en buen estado.	97
Ilustración 72: Caída de voltajes de las baterías 10 y 12 en buen estado.	98
Ilustración 73: Caída de voltajes de las baterías 1,5 y 6 en mal estado.	100
Ilustración 74: Caída de voltajes de las baterías 9 y 11 en mal estado.	100

NOMENCLATURA O GLOSARIO

CV = caballos de vapor.

CVT = transmisión variable continua.

VAC = corriente alterna.

VDC = corriente continua.

MCI = motor de combustión interna.

MG1 = motor generador uno.

MG2 = motor generador dos.

HV = híbrido.

ECU = unidad electrónica de control.

SMR = system main relay.

uf = microfaradio.

V = voltios

Amp = amperios

Kw = kilo watts

RESUMEN

El proyecto a continuación desarrollado de tema: Construcción de un equipo de diagnóstico y carga para mantenimiento de baterías de autos híbridos, tiene como finalidad diagnosticar fallas en la batería de alta tensión de un vehículo híbrido y a través de procesos de carga y descarga mejorar el estado de la misma, logrando de esta manera resolver uno de los principales problemas que se presenta actualmente en esta tecnología con un mantenimiento preventivo o correctivo de una manera técnica y garantizada.

Para la construcción de este dispositivo se analizaron las principales funciones de los elementos que componen un sistema híbrido y como se relacionan con la batería de alta tensión, funciones como la de la unidad electrónica de control de la batería (ECU de la batería) de medir el voltaje de cada paquete que forman la misma y la temperatura a la que se encuentra al momento de su funcionamiento.

Este análisis sirvió para establecer un diagrama eléctrico que sea capaz de evaluar el estado de una batería, cargarla, descargarla, identificar que paquete de la batería se encuentra en mal estado y recuperar el estado de carga del mismo en el caso de que el daño no sea definitivo.

Así se estableció un circuito eléctrico que fue montado en un mueble de madera usando elementos eléctricos fáciles de conseguir en las tiendas que comercializan dichos productos, se realizaron pruebas de funcionamiento en un vehículo Toyota Highlander Limited Híbrido 2010 logrando diagnosticar el estado de la batería e identificando dos paquetes de batería en mal estado los mismos que fueron reemplazados, evitando así la pérdida total de la batería y concluyendo con el proceso de mantenimiento satisfactoriamente.

SUMMARY

The project then developed theme: Building a load and diagnostic equipment for hybrid car batteries maintenance, intended to diagnose faults in the high voltage battery of a hybrid vehicle and through processes of loading and unloading improve the state of the same, achieving to solve one of the main problems this technology presents with a preventive or corrective maintenance in a technical and guaranteed way.

For the construction of this device the main functions of the elements of a hybrid system is analyzed and how they relate to the high-voltage battery, features such as the electronic control unit battery (battery ECU) to measure the voltage of each packet are the same and the temperature at which is located at the time of operation.

This analysis served to establish an electrical diagram to be able to assess the condition of a battery, charge it, download it, identify which battery pack is shabby and retrieve the state of charge of the same in the event that the damage is not be final.

So an electric circuit was established that was mounted in a wooden cabinet using electrical elements easy to get in stores that sell these products, performance testing was conducted in a Toyota Highlander Limited Hybrid 2010 achieving diagnosticate the status of the battery and identifying two battery packs messed them that were replaced, thus avoiding the total loss of the battery and concluding with the maintenance process satisfactorily.

1. INTRODUCCIÓN.

A finales del siglo XX, los automóviles enfrentan dos desafíos fundamentales: por un lado, la gran necesidad de la humanidad de disminuir las fuentes contaminantes por parte de los vehículos convencionales, por otro lado, los elevados costos que se invertían continuamente por el uso de combustibles comunes para la movilización de los mismos, por estas razones en la década de 1970 varios ingenieros mecánicos se proponen desarrollar nuevas tecnologías para reducir el consumo de los motores convencionales implementando una tecnología alternativa conocida como el sistema híbrido.

La característica principal de los vehículos híbridos está dada por el motor de combustión interna que trabaja en serie, paralelo o mixto con un motor eléctrico, además que todo el sistema utiliza una batería de alto voltaje para de esta forma almacenar carga eléctrica, este sistema está formado por elementos mecánicos, eléctricos y electrónicos que cumplen funciones específicas y son de avanzada tecnología, mejorando la capacidad, la potencia que puede alcanzar y el tiempo de recarga.

La combinación de un motor de combustión operando siempre a su máxima eficiencia, y la recuperación de energía del frenado (útil especialmente en la ciudad), hace que estos vehículos alcancen mejores rendimientos que los vehículos convencionales.

Sin embargo, existen casos en los que la batería de alto voltaje ha dado problemas ocasionando fallas en el funcionamiento o el paro del vehículo, esto significa una desventaja por los elevados costos que tienen los elementos que forman el sistema híbrido.

Para analizar la problemática es necesario plantear la principal causa, fundamentalmente es la descarga de las celdas de la batería híbrida, la misma que está asociada a malos consumos de corriente que son provocados cuando la resistencia interna de los packs aumenta, esto produce que la potencia de disipación aumente y se generen códigos de

error de funcionamiento en la batería provocando que el vehículo no funcione adecuadamente o en casos deje de funcionar.

Por esta razón en algunos países a nivel mundial se ha ido invirtiendo recursos dedicados a la investigación de nuevas tecnologías que ayuden a reducir este problema, siendo la tecnología de los vehículos híbridos una de las más relevantes y la más desarrollada para combatir este problema a corto plazo, la misma que es capaz de reducir las emisiones contaminantes en cifras considerables, esta tecnología es llamada PZEV que significa (Emisión Cero de Forma Parcial) significa que por momentos el vehículo genera cero emisiones, pensando en forma global es un gran aporte para reducir las emisiones.

La investigación del sistema híbrido se realizó debido al incremento de la cantidad de vehículos híbridos en nuestro país. Esto permitió identificar las ventajas predominantes de este sistema, entre las más importantes están: emitir el 80% menos de gases que contaminan el ambiente, mejor eficacia en el consumo de combustible, menor contaminación acústica, mayor autonomía en relación con los vehículos eléctricos.

Por otra parte profundizar el nivel de confiabilidad de la tecnología de vehículos híbridos y su asentamiento en el mercado automotriz a través de los años, para poder determinar las variables considerables de los consumidores y los estándares de aceptación de este tipo de tecnología.

La presente investigación está basada en tres investigaciones básicas la primera es de tipo bibliográfica técnica puesto que se recopiló, clasificó y se analizó información de varias fuentes cómo: internet, libros y folletos para el desarrollo de un dispositivo de diagnóstico de fallas en la batería de alto voltaje de los vehículos con tecnología híbrida.

La segunda investigación fue descriptiva debido a que en esta investigación se estudió las funciones que cumplen cada uno de los elementos que forman

parte del sistema de un vehículo híbrido, para poder determinar el funcionamiento y la problemática de este sistema.

Y la investigación de tipo experimental mediante la manipulación de una variable experimental no comprobada, en condiciones rigurosamente controladas, con el fin de crear un equipo que facilite el diagnóstico de las posibles fallas en la batería de alto voltaje de un vehículo híbrido que es de gran importancia para el mantenimiento de los mismos.

La investigación se desarrolló en base al método deductivo determinando las generalidades del sistema híbrido, el funcionamiento de los principales elementos que intervienen en este sistema hasta llegar a lo particular con el estudio de la batería de alto voltaje y como solucionar los problemas que puedan generarse en esta.

La investigación tiene como objetivo principal construir equipo de diagnóstico y carga para baterías de vehículos híbridos que ayude a identificar las fallas que una batería puede presentar, de esta manera podemos reducir los costos que acarrea un mantenimiento correctivo para poder dar una solución acertada a este problema, que beneficiará a nuevos estudiantes como a docentes de la facultad de ingeniería automotriz que servirá como equipo de diagnóstico en las prácticas de los estudiantes, facilitando el trabajo a los técnicos e incorporando el servicio de mantenimiento automotriz para vehículos híbridos

En nuestro país existe un número considerable de vehículos con tecnología híbrida pero la venta de los mismos se redujo considerablemente a raíz del incremento en el pago de impuesto asignado por el actual gobierno para incentivar a la industria nacional, a pesar de las salvaguardias que presenta sigue siendo una buena opción al momento de querer adquirir un vehículo para contrarrestar el problema de la contaminación global aparte de la gama de modelos existentes en el mercado.

Los propietarios de vehículos híbridos realizan los mantenimientos de sus vehículos en las distintas casas comerciales, por la falta de talleres capacitados para resolver estos problemas y en el caso de presentar una falla como la anterior mencionada en la batería la solución que dan al cliente es cambiar la batería por completo lo cual tiene un costo aproximado de 4000 dólares dependiendo de la marca, lo que significa una desventaja para estas personas al momento de adquirir un vehículo híbrido.

Finalmente se debe resaltar que en la actualidad es muy importante para las personas que están involucradas en el sector automotriz conocer sobre el funcionamiento de los diferentes elementos que forman un sistema híbrido, puesto que el mercado de estos vehículos va creciendo continuamente, los talleres que ofrecen mantenimiento a los vehículos convencionales tienen que empezar a capacitar a sus técnicos para que se familiaricen con estos sistemas que por su avance van a demandar de servicios que puedan resolver sus problemas.

La introducción del transporte eléctrico está íntimamente relacionada con una serie de desarrollos, especialmente en el área de las baterías y de la electrónica de potencia. Los signos son positivos y se pueden esperar resultados aceptables en un plazo relativamente corto. Además, son necesarias medidas políticas para permitir y estimular la introducción de este tipo de vehículos híbridos en el país.

2. MARCO TEÓRICO.

2.1. TECNOLOGÍA HÍBRIDA.

2.1.1. ANTECEDENTES.

En el siglo XX el ser humano ya conocía la tecnología de los automóviles, siendo los motores de vapor y los eléctricos los más aceptados por ser económicos y silenciosos, pero la tecnología de las baterías no estaba muy desarrollada en ese tiempo, resultado de esto el tamaño de las baterías, el peso, la poca autonomía y el tiempo de recarga lento, eran importantes desventajas que se debían resolver empezando así a desarrollar la tecnología de los vehículos híbridos. (Barroso, 2013)

Nikolas August Otto co-inventor del motor de combustión, llegó a decir: “El motor eléctrico es un genial invento que seguramente un día complementará al motor de gasolina”. 1885 (Colonia, 10 de junio de 1832-26 de enero de 1891)(Martínez V. A., 2007, pág. 6)

Los británicos H. J. Dowsing y L. Epstein en el año 1896 ya patentaron ideas de la tecnología híbrida que fue usada en Estados Unidos para mover vehículos de gran tamaño.(González, 2010, págs. 3,4)

En 1899 Emilio de la Cuadra español junto con los suizos Carlos Vellino y Marc Charles Birking, fabricaron cuatro modelos: un carruaje biplaza, una camioneta, un autobús y un camión todos los vehículos eran eléctricos y podían tener un motor de combustión con un generador que cargaba las baterías sin tener éxito en el mercado. (Medina, 2012)

Henri Pieper y Nicolás Pieper hermanos de nacionalidad belga, en 1899 fabricaron el vehículo llamado Voiturette que tenía un motor eléctrico ubicado bajo el asiento y un motor de gasolina. El motor eléctrico se encargaba de proporcionar electricidad a las baterías y en condiciones de

aceleración funcionaba para dar potencia extra junto al motor de gasolina.
(Medina, 2012)

Ferdinand Porsche impulso el primer vehículo híbrido eléctrico en el año 1989, pero no hubieron fabricantes que hayan alterado el concepto de lo que significaba un vehículo híbrido y su producción en masa hasta el siglo xx, antes de aquello solo se utilizaba la tecnología híbrida en el desarrollo de submarinos los que utilizaban motores diesel y motores eléctricos.(Ludvigsen, 2009)

El diseño de Ferdinand Porsche tenía un motor de gasolina que se mantenía girando a velocidad constante para alimentar a una dinamo con el que se cargaba las baterías eléctricas y se arrancaba al motor, la energía producida se utilizaba para mover motores eléctricos ubicados dentro de las ruedas del eje delantero fue considerado el primer coche híbrido de mundo y el primero en tener tracción delantera, llegaba a tener una autonomía de 64 kilómetros funcionando solo con baterías.(Martínez J. , 2009)

El motor de combustión de este vehículo no tenía conexión mecánica con las ruedas por lo que no tenía transmisión ni embrague, y un asombroso rendimiento del 83%, con una gran aceptación en esa época se fabricó trescientas unidades y se presentó oficialmente al mercado en 1900 en la Exposición Mundial de Paris(Martínez J. , 2009).

En los años 60 empiezan a generarse consecuencias en el ambiente a causa de la contaminación y el congreso de Estados Unidos recomienda el uso de coches eléctricos lo que genera que la industria se enfoque a producir vehículos eléctricos.(Martínez J. , 2009)

El estadounidense Víctor Wouk, ingeniero eléctrico, investigador, inventor y precursor en el desarrollo de los vehículos eléctricos y vehículos híbridos tenía la idea de que una buena e inmediata solución no estaba en los

motores eléctricos sino en el vehículo híbrido, construyo un vehículo híbrido en los años 1960, treinta años antes de que el Toyota Prius tenga aceptación en el mercado, su creación era un vehículo híbrido, eléctrico y a gasolina que no se fabricó más ejemplares pero ya empezó a generar el comienzo de esta tecnología.(Callery, 2008)

Según un estudio de (Martínez A. , 2008), la Empresa General Motors en 1969 fabrico prototipos de micro coche uno tenía tecnología híbrida, el otro era eléctrico, después de las pruebas realizadas con los prototipos, el funcionamiento del coche eléctrico tenía fallas de autonomía, mientras que el híbrido tenía mejores características de funcionamiento por lo que se denominó una buena alternativa para reducir el problema de contaminación en menor tiempo.

La crisis del petróleo en 1973, significo el aumento en el costo y la escases del combustible, lo que incentivo a la investigación de las energías alternativas.(Hormaeche & Pérez, 2008)

En 1970 Científicos como Baruch Berman, George H. Gelb y Neal A. Richardson investigaron y desarrollaron sistemas híbridos como un sistema de transmisión electromagnética que utilizando un motor de combustión pequeño lograba conseguir más eficiencia.(Costas, 2009)

La marca alemana Volkswagen desarrollo a finales del año 1973 el modelo llamado Volkswagen Taxi, este modelo podía funcionar con un motor eléctrico o con un motor a gasolina alternándose o a la vez, logrando recorrer 13.000Kilómetros mejorando el problema de autonomía que tenían estos vehículos con más eficiencia.(Costas, 2009)

En 1973 General Motor confirió un vehículo modelo Buick Skylark a Víctor Wouk que ya tenía nombre en la historia de los autos híbridos y al Doctor Charles Rosen, quienes construyen un prototipo de híbrido, en el vehículo

acoplaron un motor eléctrico de 20 caballos de vapor (CV) y un motor rotativo del Mazda RX-2, las pruebas que se realizaron en el vehículo reflejaron un menor consumo de combustible y por consiguiente reducción en las emisiones de gases contaminantes. (Martínez A. , 2008)

Toyota marca japonesa en 1976 empieza el desarrollo de tecnología híbrida con un prototipo deportivo híbrido que era impulsado por turbina de gas GT y motor eléctrico, el modelo fue llamado Toyota GT Hybrid Concept.(Kiyoshima, 2006)

En 1980 Briggs Stratton, compañía dedicada a cortar césped gracias a la idea de Dave Arthurs el cual años atrás uso su vehículo Opel GT e incorporo el motor de un corta césped y un motor eléctrico de 400 amperios con baterías de 6 voltios, logro reducir el consumo de combustible notablemente, la compañía diseño un vehículo híbrido de dos puertas, seis ruedas, un motor doble cilindro de 16CV con gasolina y un motor eléctrico, lo que resultaba una potencia combinada de 26CV.(Carney, 2013)

A finales de los años 80 se desarrolló el modelo de la compañía Audi llamado Audi Duo el cual tenía un motor eléctrico de 12.6 CV para el eje posterior y un motor 2.3 de cinco cilindros para el eje delantero y baterías de níquel cadmio.(Audi, 2007)

Environmental Concept Car, prototipo construido por la marca Volvo en 1992 poseía una batería de con un peso de 349 kilogramos y fue una base para el Recharge Concept tecnología que usa un motor térmico para cargar las baterías. (Corporation Volvo Car, 2005)

El Audi Duo de tercera generación fue fabricado en 1997el cual usaba un motor 1.9 TDI de 90 CV y un motor eléctrico de 29 CV, de este modelo se vendieron pocas unidades debido a su alto costo, y fue el primer híbrido

Europea de producción pertenecía a la configuración paralela y tracción delantera de los vehículos híbridos. (Audi, 2007)

Toyota Motor Corporation empresa multinacional japonesa lanza al mercado el modelo Toyota Prius en el año 1997 este vehículo fue el primer híbrido de producción masiva del mundo vendiendo 18.000 unidades. (Toyota, 2012)

A partir de esta fecha las marcas más reconocidas empezaron a participar de esta tecnología es el caso de la marca Honda en 1999 con el modelo Honda Insight, con transmisión manual o variable continua (CVT), este vehículo tenía menor peso y era de menor tamaño al Toyota Prius, se comercializó en Estados Unidos y España, la tecnología híbrida tubo acogida en los vehículos y se empezaron a vender autos de diferentes marcas como: el Honda Civic IMA y Honda Civic Híbrido y el Toyota Prius II, alta gama de Toyota como: Lexus RX 400h, Lexus GS 450h y Lexus LS 600h.(Álvarez, 2004)

En el mercado americano no fue hasta el 2004 que empezó la comercialización masiva del primer SUV híbrido del mundo el modelo Ford Escape Hybrid con un motor Atkinson 2.3 de 156 CV, modulo eléctrico de 94 CV en versiones 4x4 y 4x2.(Ford, 2004)

El no cobrar impuestos a estos vehículos ayudo a que tengan buena aceptación en nuestro país incrementando así la plaza automotriz de los híbridos, especialmente marcas como Toyota con el Toyota Prius, Highlander y Ford con el modelo Escape, lamentablemente la imposición de impuestos en la actualidad por parte de nuestro gobierno se ve reflejada en el elevado costo, falta de interés y limitación de las personas por obtener estos vehículos..

El modelo Prius de la marca Toyota es el vehículo híbrido más vendido en todo el mundo y el más desarrollado de esta tecnología por lo que tomaré

cómo referencia el modelo tercera generación año 2004-2009 para explicación de esta sección.

2.2. VEHÍCULO HÍBRIDO.

2.2.1. DEFINICIÓN.

Es un vehículo de propulsión alternativa cuya plataforma de funcionamiento es un motor de combustión interna, un motor eléctrico el mismo que trabaja en forma alterna y una batería de alto voltaje que almacena la carga eléctrica, algunas de estas tecnologías permite que el motor de combustión interna pueda funcionar con combustibles como el metano que contaminan menos y utilizar la cinética del frenado para cargar la batería de alta tensión. (FITSA, Fundación Instituto Tecnológico para la Seguridad del Automovil, 2007)

El sistema híbrido tiene la característica de usar al motor de combustión interna como última opción y a través de su sistema eléctrico se establece que motor va a funcionar dependiendo de las circunstancias de funcionamiento del vehículo, así el motor de combustión interna funciona siendo muy eficaz y cuando se producen exceso de energía el motor eléctrico actúa como generador cumpliendo la misión de cargar la batería de alto voltaje y en ocasiones aprovechando la energía de la batería solo funciona el motor eléctrico que es donde se contamina menos el ambiente. (FITSA, Fundación Instituto Tecnológico para la Seguridad del Automovil, 2007)

2.2.2. CLASIFICACIÓN.

Los vehículos híbridos se clasifican según la forma en que se conectan sus motores y existen tres tipos que son:

- Híbridos en serie.

- Híbridos en paralelo.
- Híbridos mixtos.

2.2.2.1. Híbridos en serie.

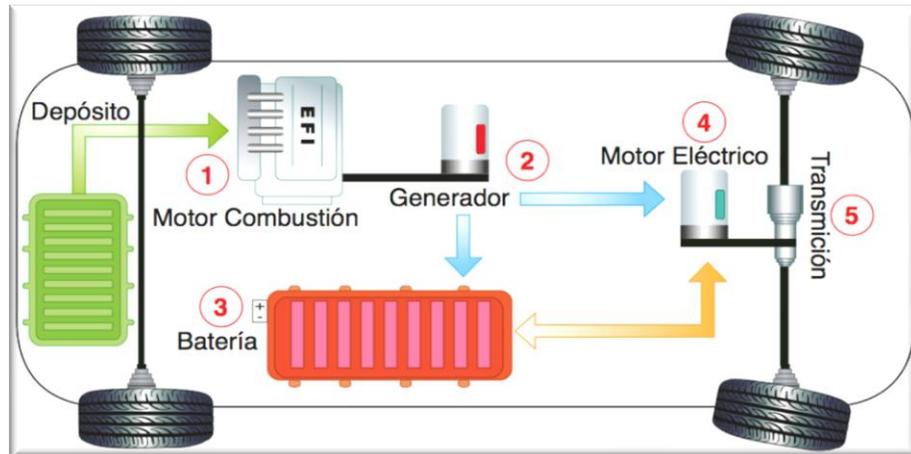


Ilustración 1: Híbrido en serie.
(Augeri, 2010)

- 1.- Motor de Combustión.
- 2.-Generador.
- 3.- Batería alta tensión.
- 4.- Motor Eléctrico.
- 5.- Transmisión.

En la **Ilustración 1**, se muestra las parte y el funcionamiento de este tipo de vehículo híbrido que está dado por el movimiento giratorio del motor de combustión interna 1 el cual es transmitido a un generador 2 que carga la batería 3 y se puede dar el funcionamiento del motor eléctrico 4 junto con el movimiento de la transmisión 5 generando así el movimiento del vehículo. (FITSA, Fundación Instituto Tecnológico para la Seguridad del Automovil, 2007)

2.2.2.2. Híbridos en paralelo.

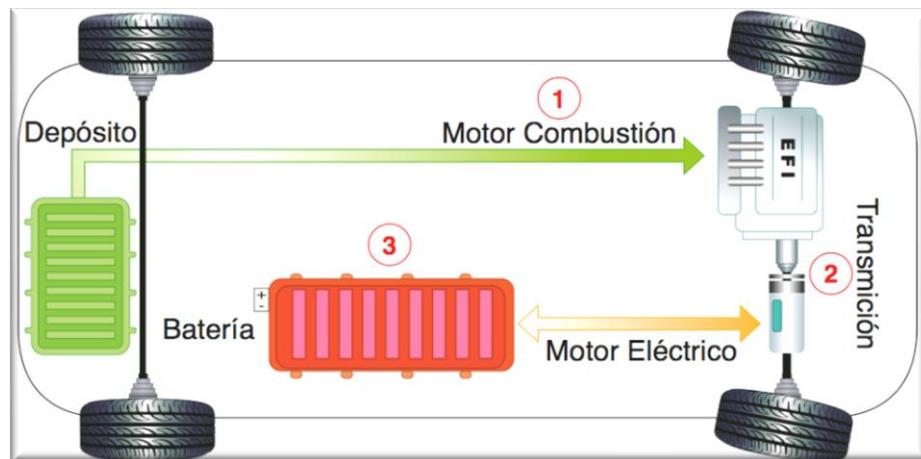


Ilustración 2: Híbrido en paralelo.
(Augueri, 2010)

- 1.- Motor de Combustión.
- 2.- Transmisión.
- 3.- Batería alta tensión.

En la **Ilustración 2**. Se muestra el funcionamiento de este tipo de vehículo híbrido en paralelo, que está dado por dos sistemas de tracción que trabajan en paralelo, el motor de combustión 1 y el motor eléctrico 2 trabajan simultáneamente para obtener una máxima potencia y lograr impulsar el vehículo aprovechando la energía de la batería 3. (FITSA, Fundación Instituto Tecnológico para la Seguridad del Automovil, 2007)

2.2.2.3. Híbridos mixtos.

El funcionamiento de este tipo de vehículo tiene la característica que la fuente principal es el motor eléctrico teniendo la posibilidad de propulsar al vehículo con dicho motor, el motor de combustión interna asiste en ocasiones al motor eléctrico o se pueden combinar los dos motores según las condiciones de manejo.

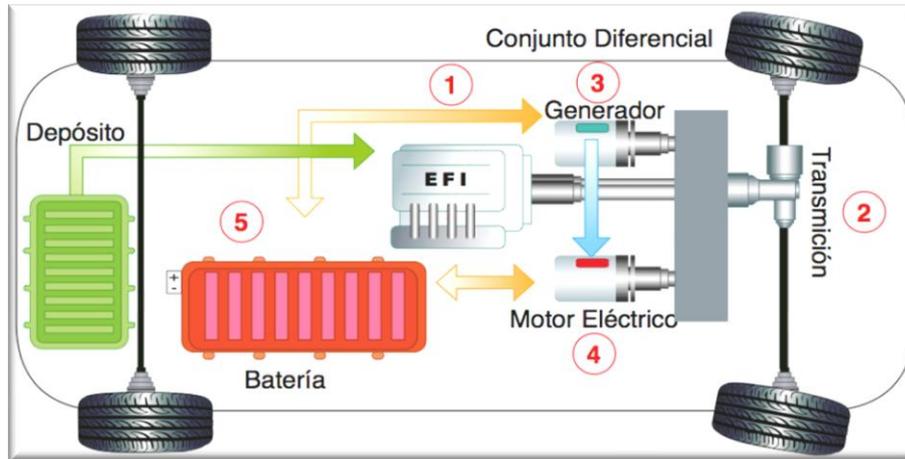


Ilustración 3: Híbrido mixto.
(Augueri, 2010)

- 1.- Motor de Combustión.
- 2.- Transmisión.
- 3.- Generador.
- 4.- Motor Eléctrico.
- 5.- Batería de alta tensión.

En la **Ilustración 3** se muestra que el motor de combustión 1 a través de un conjunto diferencial 2 impulsa al vehículo, de la misma manera el generador 3 está conectado al conjunto diferencial y al motor de combustión y por acción de esta energía se produce electricidad, el motor eléctrico 4 se alimenta por baterías 5 de alto voltaje permitiendo que recargue la batería cuando se produce el frenado regenerativo, el vehículo también es impulsado por el motor eléctrico puesto que está conectado al conjunto diferencial. (FITSA, Fundación Instituto Tecnológico para la Seguridad del Automóvil, 2007)

2.3. PARTES DE UN VEHÍCULO HÍBRIDO.

Las partes más importantes de un vehículo híbrido son:

- Motor de Combustión Interna.

- Motores Generadores.
- Inversor.
- Transmisión.
- Batería de alto voltaje.

2.3.1. MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA (MCI).

Marca: Toyota Prius.

Motor: 1NZ.

Cilindraje: 1.5 litros.

Sistema de encendido: Tipo COP.

Distribución: variable tipo VVT-i

Régimen máximo de operación: 4500 RPM.

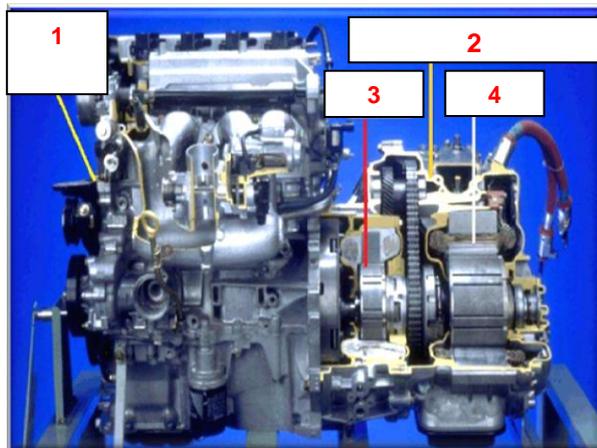


Ilustración 4: Posición del motor de combustión interna.
(Augeri, 2010)

- 1.- Motor de Combustión Interna.
- 2.- Transmisión.
- 3.- Motor Generador uno.
- 4.- Motor generador dos.

Este motor trabaja con ciclo ATKINSON lo que hace que sea más eficiente, también tiene elementos como la válvula EGR (recirculación de gases de

escape), un catalizador, una válvula que controla el líquido refrigerante, todos estos elementos trabajando en conjunto proporcionan mayor eficiencia en el motor y se localiza a la izquierda del motor generador uno como se muestra en la **Ilustración 4.**(Macías, 2004)

2.3.2. MOTORES GENERADORES.

El sistema comprende dos Motores Generadores trifásicos, se les conoce como: motor generador uno (MG1) y motor generador dos (MG2), los cuales necesitan un voltaje de 500 voltios de corriente alterna para trabajar en coordinación con el inversor y cumplir diferentes funciones en el vehículo híbrido que son controladas por la unidad de control del sistema híbrido llamada ECU HV. (Augeri, Leccion Introduccion a Vehiculos Híbridos, 2012)

Tabla 01. Desempeño motores generadores.

			Nuevo PRIUS	Modelo anterior
	MG1	Tipo	Motor de imán permanente	←
		Voltaje max. del sistema	AC 650 V	AC 500 V
	MG2	Tipo	Motor de imán permanente	←
		Salida Max.	60 kW (80 HP)	50 kW (67 HP)
		Torque Max.	207 N·m (153 ft·lbf)	400 N·m (295 ft·lbf)
		*	546 N·m (403 ft·lbf)	
	Voltaje max. del sistema	AC 650 V	AC 500 V	
Sistema de enfriamiento	MG1	Enfriado por agua	←	
	MG2	Enfriado por aire	Enfriado por agua	

(Augeri, Leccion Introduccion a Vehiculos Híbridos, 2012)

La tecnología usada en los motores generadores se va desarrollando en los nuevos modelos de Toyota Prius como se muestran en los datos de la **Tabla 01**, que reflejan un aumento, en el voltaje, torque y sistema de enfriamiento en comparación con el modelo anterior.

2.3.2.1. Motor generador uno. (MG1).



Ilustración 5: Motor generador uno.

(Augeri, Leccion Introduccion a Vehiculos Hibridos, 2012)

El motor generador uno se muestra en la **Ilustración 5** tiene la función de generar carga que es utilizada para cargar la batería, accionar al motor generador dos (MG2) y encender el motor de combustión interna (MCI), también funciona como motor de arranque.(Macías, 2004)

2.3.2.2. Motor generador dos. (MG2).



Ilustración 6: Motor generador dos.

(Augeri, Leccion Introduccion a Vehiculos Hibridos, 2012)

El motor generador dos se muestra en la **Ilustración 6**, cumple la función de alternar con el motor de combustión interna MCI el movimiento del vehículo, también funciona como generador de corriente para recargar la batería, esta

función realiza solo en el freno regenerativo, tomando energía cinética transformándola en energía eléctrica por medio del inversor, esta función ayuda a aprovechar esta energía que en los autos convencionales se desperdicia aumentando así la eficiencia del sistema.(Macías, 2004)

Para el movimiento del vehículo se da por acción de un sistema de transmisión continua que está formado por engranajes planetarios los que hacen posible la relación entre el motor de combustión interna (MCI) y los motores generadores uno y dos MG1, MG2.(Macías, 2004)

Las funciones de los motores generadores se especifican en la **Ilustración 7**.

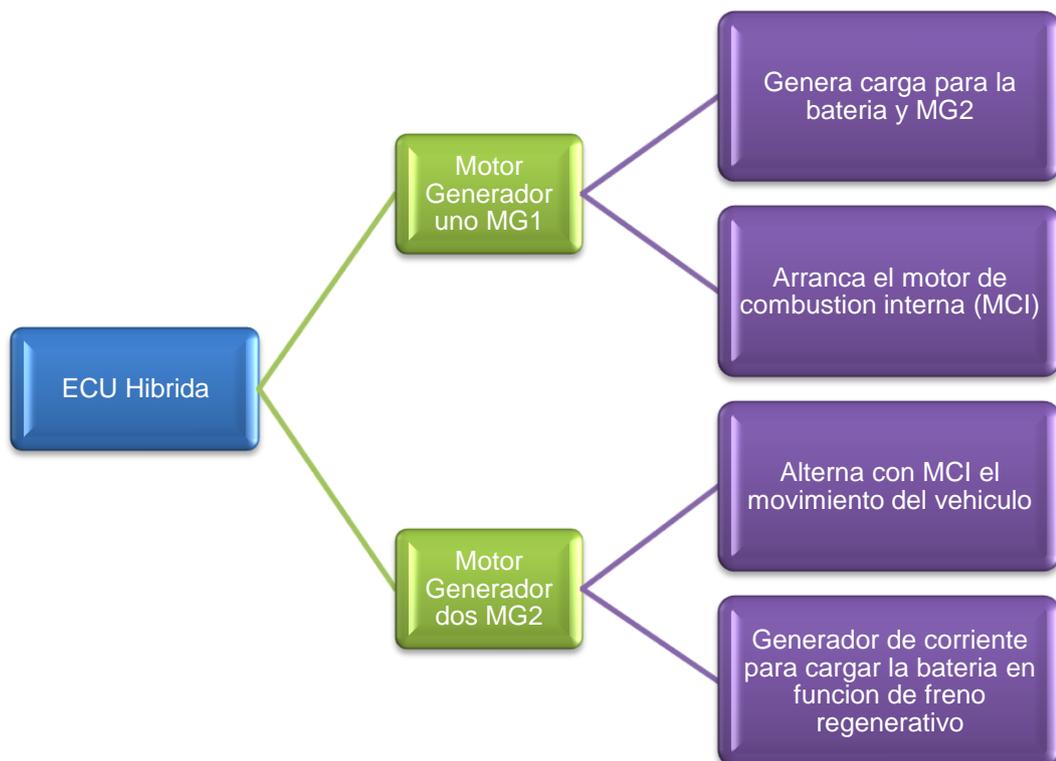


Ilustración 7: Funciones de los motores generadores.

(Augeri, 2010)

2.3.3. INVERSOR.

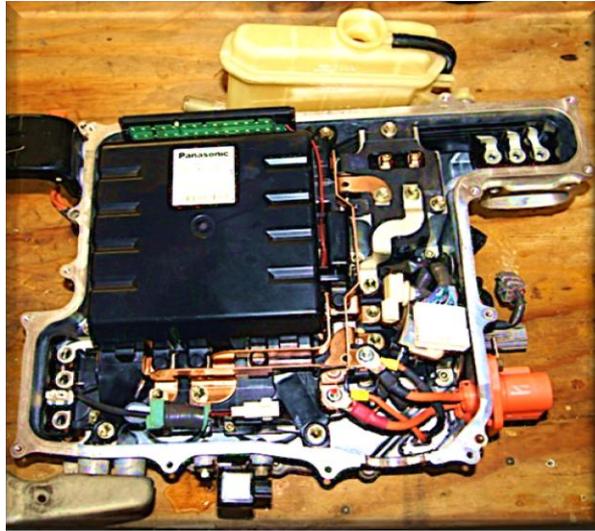


Ilustración 8: Inversor desmontado.

El inversor que se muestra en la **Ilustración 8** es una parte esencial en la electrónica del sistema de un vehículo híbrido ubicado junto al motor de combustión interna, está formado por partes eléctricas y electrónicas, es controlado por la unidad de control electrónica del vehículo híbrido.

Controla los motores generadores uno (MG1) y dos (MG2) por medio de un circuito eléctrico, el cual toma tensión de la batería de alta tensión y mediante un circuito de potencia, produce una corriente alterna trifásica que logra mover los motores eléctricos.(Macías, 2004)

Convierte los 220 voltios de la batería de alta tensión a 12 voltios conservando así la carga de la batería auxiliar que es utilizada para el funcionamiento de módulos como el radio, las luces, vidrios eléctricos.(Macías, 2004)

Con los motores generadores uno y dos (MG1 y MG2) mediante un sistema eléctrico que usa transistores llamados: transistor bipolar de puerta aislada (IGBT) que se utiliza para conseguir tensiones elevadas, carga la batería de

alta tensión, este proceso es censado por la unidad de control del híbrido (ECU HV).(Macías, 2004)

Cuando existe consumo de la batería de alta tensión permite el movimiento del motor generador uno (MG1) que en condición de arranque del vehículo prende el motor de combustión interna MCI.(Macías, 2004)

Las funciones específicas del inversor se muestran en la **Ilustración 9**.

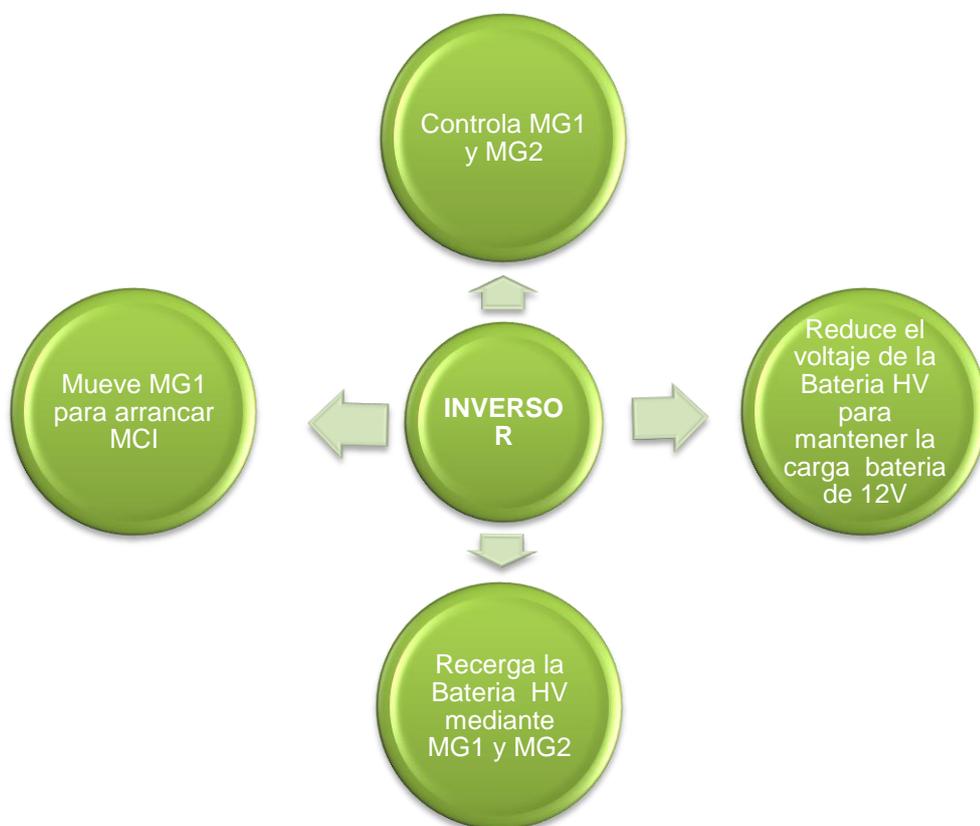


Ilustración 9: Funciones del inversor.

(Augeri, Lección Introducción a Vehículos Híbridos, 2012)

El inversor tiene un sistema de refrigeración con una bomba eléctrica que cumple con la función de evacuar calor para el correcto funcionamiento y protección del sistema eléctrico.(Macías, 2004)

Las conexiones que van de la batería de alto voltaje y de los motores generadores hacia el inversor se identifican por ser de color naranja y de gran sección.(Macías, 2004).

2.3.4. TRANSMISIÓN DEL VEHÍCULO HÍBRIDO.

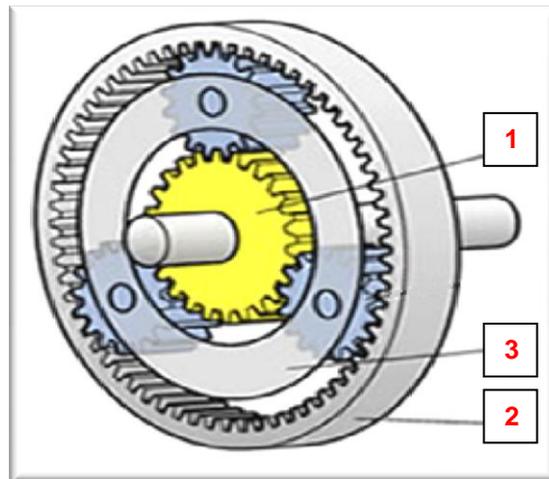


Ilustración 10: Partes de la transmisión vehículo híbrido.

(Transpart, 2012)

- 1.- Engranaje al motor generador uno (MG1).
- 2.- Engranaje al motor generador dos (MG2).
- 3.- Eje de salida del motor de combustión.

En la **Ilustración 10**, se muestra la disposición de los elementos de la transmisión del Toyota Prius, este sistema trabaja como un tren epicicloidal el cual se compone por (planeta, satélites y corona), el centro de transferencia se da por el motor generador uno (planeta) que representa el engranaje ubicado en el centro y la salida del movimiento por el motor generador dos (corona) que es el engranaje exterior, el movimiento es transmitido mediante el conjunto de engranajes sueltos intermedios que representa el motor de combustión interna (porta satélites) a la cadena silenciadora y a su vez a las ruedas del vehículo, por lo que se entiende que

si el vehículo se mueve el motor generador (MG2) se moverá también.
(Macías, 2004)

También cuenta con una unidad de control conocida como unidad de control electrónica de la transmisión (ECU) la que se encarga de bloquear y desbloquear el eje de salida para detener el vehículo.(Macías, 2004)

Los engranajes planetarios tienen una estructura más compacta y permite una repartición de par en distintos puntos a través de los satélites logrando transmitir pares más elevados.

En la **Ilustración 11**, se muestra los elementos que intervienen en el funcionamiento de la transmisión de este tipo de vehículo y la disposición de los mismos.

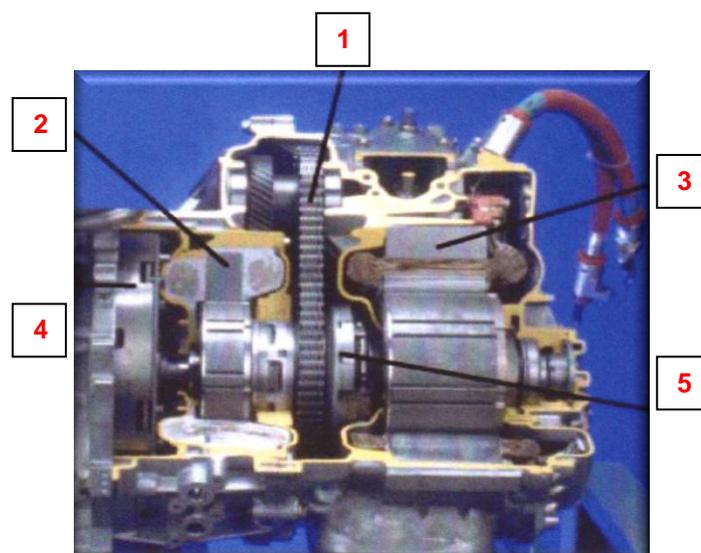


Ilustración 11: Conjunto de engranajes y planetarios.
(Augeri, Leccion Introduccion a Vehiculos Hibridos, 2012)

- 1.- Cadena Silenciadora.
- 2.- Motor Generador uno MG1.
- 3.- Motor Generador dos MG2.
- 4.- Salida al motor de combustión.
- 5.- Tren Epicycloidal.

2.3.5. BATERÍA DE ALTA TENSIÓN.

2.3.5.1. Generalidades.

Considerando que la batería del vehículo híbrido es la parte más importante de este sistema por la función que realiza y las características como la capacidad, la potencia que es capaz de desarrollar y en la actualidad también es importante tomar en cuenta el tiempo de recarga, es significativo el desarrollo que se ha ido dando con la historia de los híbridos hasta lograr que las baterías puedan rodar veinte o treinta kilómetros en modo eléctrico y las baterías actuales con características muy superiores a las anteriores. (Augeri, Batería de Alta Tensión en el Toyota Prius Híbrido, 2010)

Es por eso que para llegar a las baterías usadas actualmente en los vehículos híbridos se ha tenido que ir desarrollando avances que reduzcan el problema del tamaño, el peso y aumente la capacidad de las mismas. (Augeri, Batería de Alta Tensión en el Toyota Prius Híbrido, 2010)

En 1888 se usó una batería de plomo y ácido compuesta de 24 paquetes que junto a un motor de 1 caballo de vapor de potencia formaron parte de un vehículo creado por Immisch Company la tecnología usada todavía tenía problemas en su funcionamiento por lo que todavía tenía que evolucionar. (Toyota, 2012)

H. Tudor ingeniero de gran importancia, nacido en Luxemburgo, aportó en 1980 en el desarrollo de las baterías de plomo y ácido junto con la investigación de Edison y Junger en el desarrollo de las baterías níquel hierro, investigaciones enfocadas a obtener mayores potencias y capacidades. (Toyota, 2012)

El desarrollo de las baterías aumenta en los años 1950-1960 con las primeras pilas de 9V, pilas alcalinas, pilas de botón y las pilas recargables

apuntando a tener baterías de menor tamaño, peso y mayores voltajes, la necesidad de reducir la polución ayudo a que los fabricantes de vehículos inviertan recursos en desarrollar tecnologías hasta llegar a contar con baterías como la del Toyota Prius. (Toyota, 2012)

Así se fueron desarrollando tecnologías en baterías recargables como la de Plomo-acido que es utilizada en los vehículos convencionales, está formada por celdas, cada una de estas suministran una tensión de 2 voltios, en total la batería llega a proporcionar 6 o 12 voltios y se suele usa en sistemas de arranque de los vehículos. (Toyota, 2012)

La batería de Níquel-zinc es un tipo de batería recargable que se puede usar en las cámaras de foto, teléfonos inalámbricos, herramientas eléctricas, bicicletas eléctricas, motocicletas, estas son de elevada energía pero con un periodo corto de vida útil, son de buen rendimiento cuando se las aplica en sistemas de alto consumo, pueden llegar a remplazar a las baterías de plomo-acido puesto que tienen mayor potencia y energía y tienen menor costo.(Viera, 2003)

Otra tipo de batería que se desarrolló son las de Níquel Metal, tienen una mayor capacidad de carga pero con mayor ciclos de auto descarga, la capacidad de cada pila de este tipo proporciona 1,2 voltios y una capacidad que fluye entre 0,8 a 2,9 amperio hora, este tipo de batería presentan en menor grado el problema de perder su capacidad en cada recarga por causa de la temperatura o de corrientes elevadas, uno de los problemas que se puede presentar estas baterías es la elevada temperatura que alcanzan durante la recarga o su funcionamiento, su costo es mayor y son utilizadas en los vehículos híbridos como el caso del Toyota Prius. (Aficionados a la Mecánica)

En el nuevo Toyota se usa una batería de níquel-hidruro que es el 14% más ligera y un 35% mejor en rendimiento, estas características permiten que la

batería ofrezca mayor potencia con menor peso y dimensiones, para que esto se haga realidad ingenieros redujeron la resistencia interna de la batería, mejoraron el material de los electrodos, una conexión entre los elementos más eficiente y la caída de corriente estática de esta batería ha reducido 23% que ayuda a que la batería se descargue más lento cuando no se utiliza. (Aficionados a la Mecánica)

Por último las baterías que se utilizan en los vehículos eléctricos son de Ion Litio alta tensión y un largo ciclo de vida útil. (Indumental Reciclyng; Ametic, 2012)

2.3.6. TIPOS DE BATERÍAS.

Las principales marcas de vehículos híbridos que existen en el mercado tienen baterías con características propias como el orden de conexión, forma de los paquetes, control de la temperatura alguna de estas son:

2.3.6.1. Batería Toyota Prius 2001-2004 Segunda Generación.

Tipo de batería = Níquel Metal

Numero de módulos = 228

Voltaje de cada módulo = 1.2 voltios.

Número total de celdas = 38

Voltaje total de cada celda = 7,2 voltios.

Numero de paquetes conectados en serie = 19

Voltaje de cada paquete = 14.4

Voltaje total de la batería = 273,6

Tipo de conexión entre packs = conexión en serie.

Potencia = 1. Kw



Ilustración 12: Batería Toyota Prius 2001-2004 Segunda Generación.
(Augeri, Lección Curso Híbridos, Operación de la Batería de Alta Tensión, 2012)

La batería que se muestra en la **Ilustración 12**, es con la que funcionan los vehículos Toyota Prius de segunda generación estos modelos salieron al mercado en los años 2001-2004, está ubicada en el maletero en la parte posterior del vehículo, cuenta con una ECU de la batería que monitorea el control de temperatura, la carga, problemas en la batería y también cuenta con relés de potencia y conector de servicio o jumper de seguridad.(Fraile, 2006)

2.3.6.2. Batería Toyota Prius 2004-2009 Tercera Generación.

Tipo de batería = Níquel Metal.

Numero de módulos = 196

Voltaje de cada módulo = 1.12 voltios.

Numero de celdas = 28.

Voltaje de cada celda = 7,89 voltios.

Numero de paquetes conectados en serie = 14.

Voltaje de cada paquete = 15,78 voltios.

Voltaje total de la batería = 220.98 voltios.

Tipo de conexión entre packs = conexión en serie.

Potencia = 1. Kw

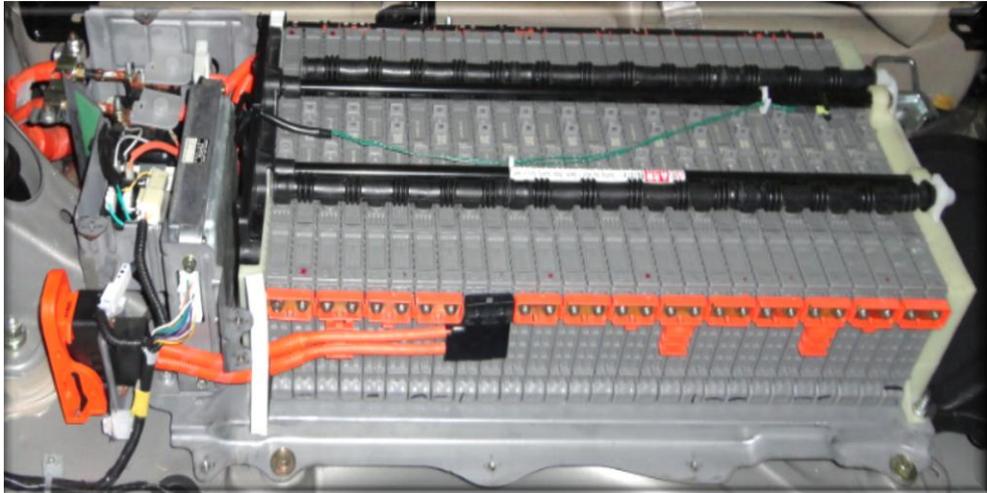


Ilustración 13: Batería Toyota Prius 2004-2009 tercera generación.

En la **Ilustración 13**, se muestra la batería del Toyota Prius de tercera generación, en relación a las anteriores este modelo tiene menor tamaño y peso, es un modelo más avanzado, con más tecnología en los componentes que controlan el sistema lo que se refleja en la gran demanda que han tenido los vehículos que traen este componente sobre todo en países como Estados Unidos, se encuentra ubicada en el maletero parte posterior del vehículo. (NISSAN, 2009)

2.3.6.3. Batería Toyota Prius 2010 Cuarta Generación.

Tipo de batería = Níquel Metal.

Numero de módulos = 168.

Voltaje de cada módulo = 1.2 voltios.

Numero de celdas = 28.

Voltaje de cada celda = 7,2 voltios.

Numero de paquetes conectados en serie = 14.

Voltaje de cada paquete = 14,4 voltios.

Voltaje nominal de la batería = 201,6 voltios.

Tipo de conexión entre packs = conexión en serie.

Potencia = 1 Kw.

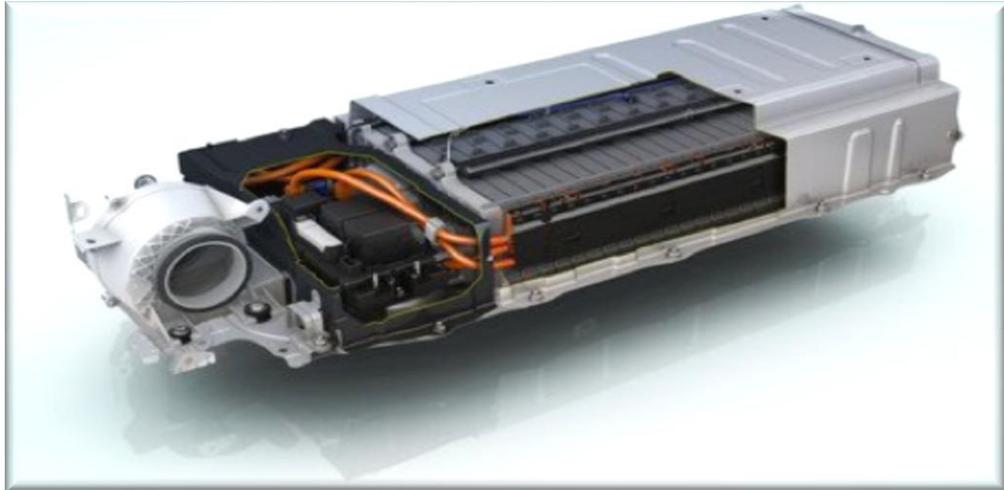


Ilustración 14: Batería Toyota Prius cuarta generación.
(Toyota Motor , 2009)

En la **Ilustración 14**, se muestra la batería del Toyota Prius de cuarta generación la misma que está compuesta por cuatro sensores de temperatura, tres se encuentran en la batería y uno para la entrada de aire, un ventilador que es controlado por ancho de pulso el mismo que es un motor sin escobilla y es más pequeño que los de anteriores generaciones.(Toyota Motor , 2009)

Los elementos de esta batería son más compactos y en caso del bloque de junta híbrida que está compuesto por el sensor de corriente de tipo hall, los relés de activación y la unidad de control de la batería (ECU de la batería) sufra un daño se tiene que cambiar todo el conjunto puesto que tiene una placa impresa de alto voltaje a diferencia de las baterías anteriores que se podía sustituir estos elementos individualmente.(Toyota Motor , 2009)

2.3.6.4. Batería Toyota Prius C.

Tipo de batería = Níquel Metal.

Numero de módulos = 120.

Voltaje de cada módulo = 1.2 voltios.

Numero de celdas = 40.

Voltaje de cada celda = 3.6 voltios.

Numero de paquetes conectados en serie = 20.

Voltaje de cada paquete conectados en serie = 7.2 voltios.

Voltaje nominal de la batería = 144 voltios.

Tipo de conexión entre packs = conexión en serie.

Potencia = 1. Kw



Ilustración 15: Batería Toyota Prius C.

Esta batería se encuentra ubicada bajo el asiento posterior del vehículo y es más pequeña que las anteriormente mencionadas como se muestra en la **Ilustración 15**, salió al mercado a partir del año 2012 , la ECU de la batería está monitoreando el estado de los voltajes en 10 lugares diferentes, en esta caso los elementos cambian de posición el bloque de junta a los relés, el sensor de corriente, la resistencia de limitación están adheridos al ventilador de enfriamiento y la ECU híbrida está compartiendo comunicación CAN con la ECU de la batería para comandar el sistema. (Toyota, 2013)

2.3.6.5. Batería Toyota Highlander.

Tipo de batería = Níquel Metal.

Numero de módulos = 240.

Voltaje de cada módulo = 1.2 voltios.

Numero de celdas = 30

Voltaje de cada celda = 9,6 voltios.

Numero de paquetes = 15.

Voltaje de cada paquete conectados en serie = 19.2 voltios.

Voltaje nominal de la batería = 288 voltios.

Tipo de conexión entre packs = conexión en serie.

Potencia = 1.9 kw

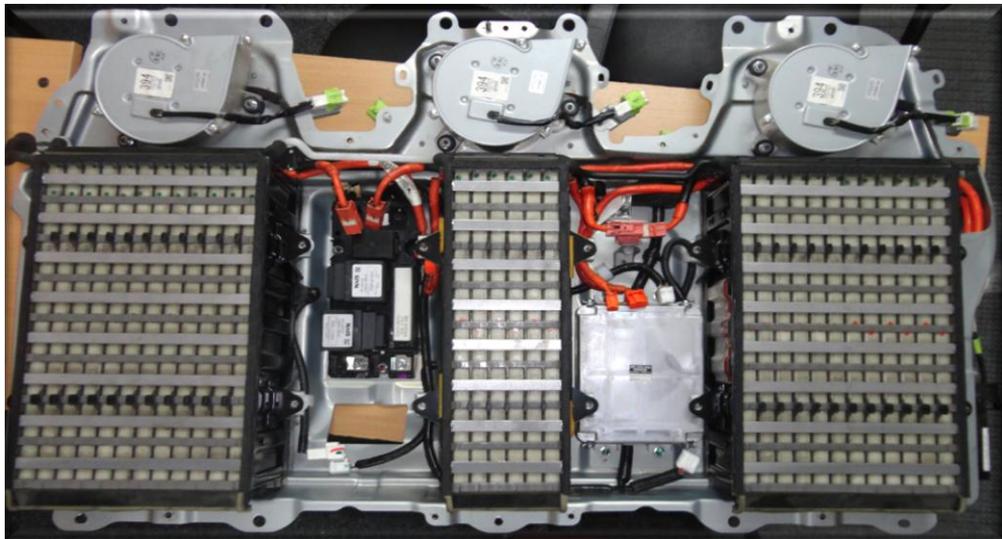


Ilustración 16: Batería Toyota Highlander.

Esta batería se encuentra abajo de los asientos posteriores del vehículo y es de mayor tamaño que los modelos anteriores está dividida en tres bloques como se muestra en la **Ilustración 16**, tiene tres ventiladores uno para cada bloque, 5 sensores de temperatura, la ECU de la batería monitorea el voltaje en 15 lugares diferentes, en este caso el bloque de junta que contiene los relés de potencia, la resistencia y el sensor de corriente tipo hall es más visible lo que permite reemplazar cualquiera de estos elementos con facilidad en el caso de que sea necesario, la ECU de la batería se encuentra junto a este bloque. (Augeri, Batería de Alta Tensión en el Toyota Prius Híbrido, 2010)

2.3.6.6. Batería Ford Escape.



Ilustración 17: Batería Ford Escape.

Tipo de batería = Níquel Metal.

Numero de módulos = 250.

Voltaje de cada módulo = 1.2 voltios.

Numero de celdas = 50

Voltaje de cada celda = 6 voltios.

Numero de paquetes = 25.

Voltaje de cada paquete conectados en serie = 12. Voltios.

Voltaje nominal de la batería = 300 voltios.

Tipo de conexión entre packs = conexión en serie.

Potencia = 2 kw

La batería del vehículo la marca Ford modelo escape se muestra en la **Ilustración 17**. contiene un voltaje de 330 voltios, son de níquel metal, está formado por dos capas las cuales se dividen en dos grupos de celdas sumando un total de 250 celdas, tiene un capacidad de 300 voltios, con un rango de funcionamiento de 216-197 voltios, este sistema está conectado a un sistema de tierra flotante que aísla de la batería de 12 voltios y sus componentes, dentro de esta carcasa se encuentra la unidad de control de la batería, la misma que controla el funcionamiento de la batería como el

estado de carga, temperatura y activa y desactiva los ventiladores para enfriar el sistema.

Este sistema cuenta con un jumper de seguridad igual que en las anteriores baterías a diferencia de que en este jumper se encuentra conectado el sensor de corriente de tipo hall. (Augueri, 2010)

2.3.7. PARTES DE LA BATERÍA DE ALTO VOLTAJE.

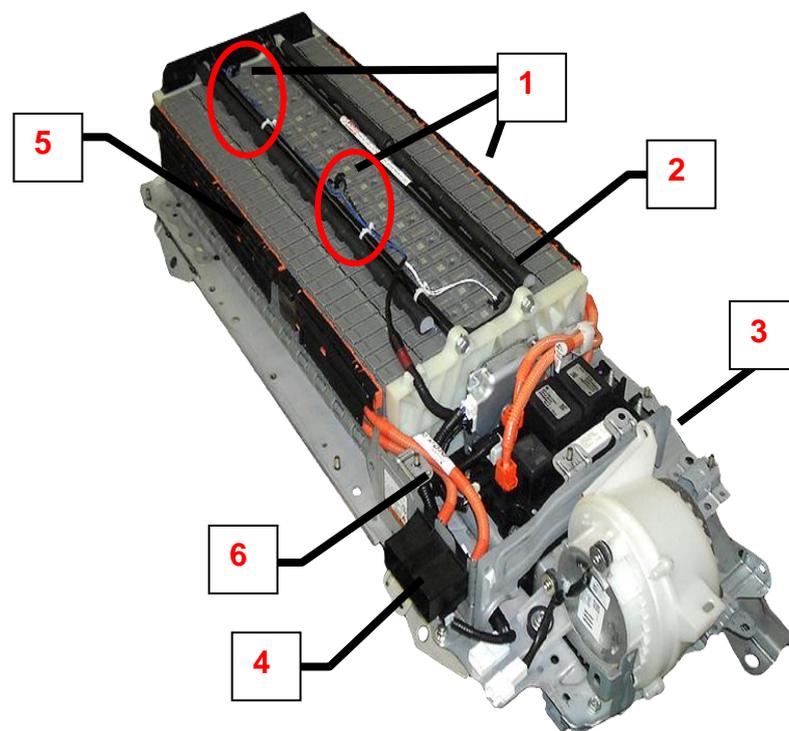


Ilustración 18: Elementos de la batería.

(Augueri, 2010)

- 1.- Sensores de temperatura.
- 2.- Unidad de control de la batería (ECU de la batería).
- 3.- Ventilador.
- 4.- Conector tapón de servicio (Jumper de seguridad).
- 5.- Módulos de la batería.
- 6.- Conjunto de relés de activacion.

La batería del Toyota Prius tercera generación del año 2010 está compuesta de 28 baterías que tienen un voltaje de 7.89 voltios cada una conectadas en serie de dos en dos formando 14 paquetes de 15 voltios cada uno, contiene un voltaje total de 220 voltios, este voltaje cambia de acuerdo el fabricante y en el caso de las versiones anteriores del Prius el voltaje era mayor. (Espinoza, Erazo, & Mena, 2012)

En la **Ilustración 18**, se muestra las partes de la batería entre ellas están los tres sensores de temperatura los cuales censan la temperatura en diferentes puntos, están comunicados con la unidad electrónica de control del híbrido (ECU HV) y en caso de no tener una temperatura adecuada de funcionamiento se genera un código de diagnóstico (DTC), se prende la luz de comprobar el motor (check engine), se genera un mensaje de falla en la batería de alta tensión y se enciende una luz de color rojo en forma de triángulo que indica alerta de mal funcionamiento del sistema híbrido en el tablero de instrumentos. (Espinoza, Erazo, & Mena, 2012)

También cuentan con tres relés principales del sistema (System Main Relay) uno (SMR1), dos (SMR2) y tres (SMR3), los que dan paso a que la corriente fluya hacia el inversor y a todo el sistema, una computadora que controla temperatura, voltajes, llamada ECU de la batería, un jumper de seguridad que divide el voltaje total en dos, este tiene que ser retirado para evitar fugas altas de corriente al momento de dar mantenimiento, un ventilador que se encarga de mantener baja la temperatura de la batería evitando que se recaliente y una tapa que está sujeta con pernos. (Espinoza, Erazo, & Mena, 2012)

2.3.7.1. Conector de Servicio.

El conector de servicio o jumper de seguridad se muestra en la **Ilustración 19**. es una clavija de color naranja ubicada en la batería que tiene la función de al momento de retirarla dividir el voltaje en dos secciones, por ejemplo en

la batería del Toyota Prius está ubicada en el paquete número 10, dejando una sección con 70V y una sección con 150V, esto cambia según el fabricante, el jumper es monitoreado por la ECU HV la cual detecta que está conectado correctamente caso contrario bloquea el sistema y no permite que el vehículo se encienda, es importante mencionar que cada que se realiza una operación de mantenimiento se tiene que retirar el Jumper por seguridad protegiendo el sistema de descargas eléctricas fuertes.(Wagan Tech, 2010)



Ilustración 19: Conector de servicio.

2.3.8. UBICACIÓN DE LA BATERÍA EN EL VEHÍCULO.



Ilustración 20: Ubicación de la batería.

que significa (Relé principal del sistema), los mismo que se distribuyen de la siguiente manera.

Al momento de presionar el botón para arrancar al vehículo los relés comienzan actuar realizando un monitoreo para verificar que la corriente de la batería sea la correcta así primero se acciona el relé SMR3 que es conexión a negativo luego se acciona el relé SMR1, este relé tiene una resistencia de 20 ohm conectada en serie para proteger al sistema midiendo la corriente puede detectar un cortocircuito que en el caso de que exista se interrumpe el paso de corriente y se bloquea el sistema caso contrario da paso a la corriente y se acciona el relé SMR 2 que es positivo y finalmente el relé SMR1 se desactiva .

Para controlar cortocircuitos o fugas de corriente el sistema cuenta con un sensor efecto HALL ubicado a la salida del negativo y conectado a la computadora de la batería, este sensor comunica la cantidad de corriente que regresa al negativo.(Toyota, 2013)

2.3.10. MONITOREO DE VOLTAJE EN LA BATERÍA..

En la **Ilustración 22**, se muestra la conexión de los diferentes elementos a la unidad de control electrónica de la batería (ECU de la batería), en la parte inferior derecha se encuentra la conexión de Sensor de temperatura de la batería uno, dos y tres representados como: TB1, TB2, TB3, con su respectiva resistencia y su conexión a tierra representada como GB1, GB2, GB3, luego en la parte superior derecha del grafico se muestra la conexión de los cables que se encuentran monitoreando los voltajes de cada uno de los catorce paquetes de la batería de alto voltaje representados como voltaje bloque de batería uno VBB1, hasta el voltaje bloque de batería catorce VBB14, y en el cuerpo de la batería de alta tensión se encuentra la conexión del fusible de alto voltaje o jumper de seguridad.

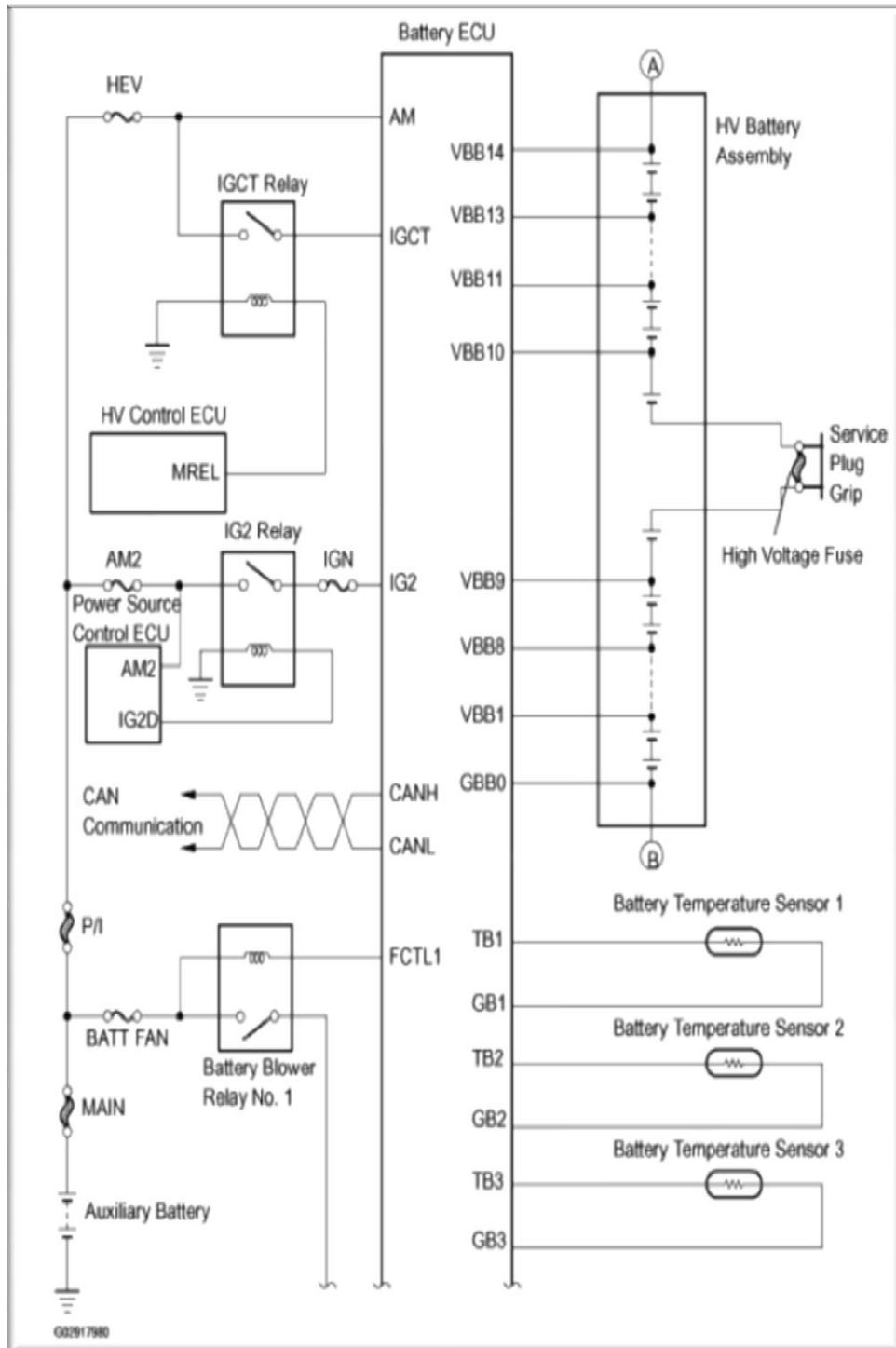


Ilustración 22: Circuito eléctrico de la batería.

(Augeri, 2010)

En la parte superior izquierda del gráfico se identifica la conexión a la batería de alta tensión al relé de seguridad IGCT número tres conectado a tierra y a la unidad de control del híbrido (ECU HV) seguido de la conexión del

segundo relé de seguridad IG2 el mismo que está conectado a tierra, a control de fuente de alimentación ECU, en este relé es importante identificar la conexión de la resistencia que sirve para seguridad de la batería que en caso de existir un problema con los voltajes o con la temperatura censados por los elementos antes mencionados este relé no da paso a la tensión, el circuito no se cierra y el vehículo no prende, luego está conectado las líneas de alta CANH y baja CANL tensión de la red de comunicación CAN y por último en la parte inferior derecha del grafico se muestra la conexión del relé número uno y de la batería auxiliar de 12 voltios conectada también a tierra.

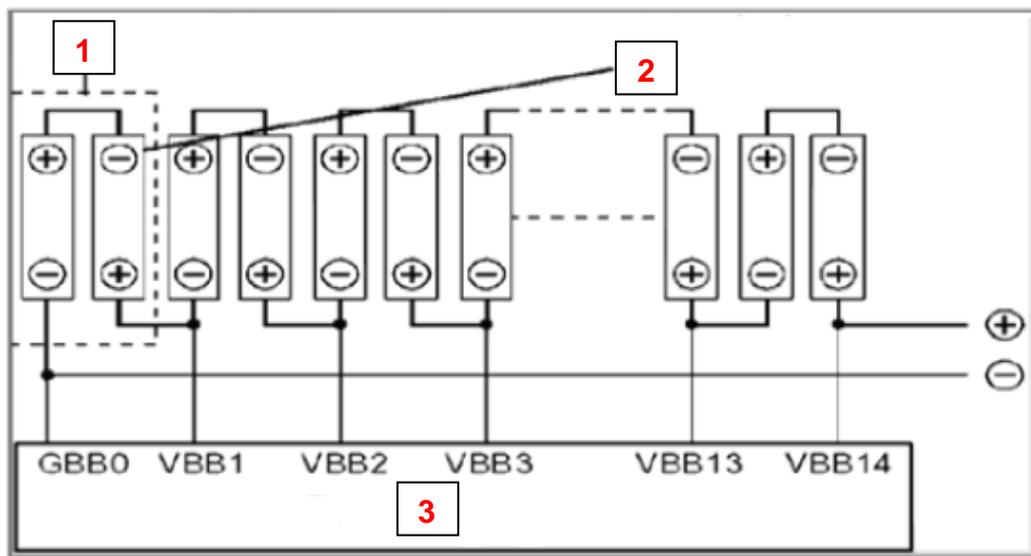


Ilustración 23: Monitoreo de voltajes por paquetes de la batería.

(Augueri, 2010)

- 1.- Bloque de batería.
- 2.- Modulo de batería.
- 3.- Unidad electrónica de control de la batería.

La ECU de la batería monitorea 15.78 voltios que provienen de cada paquete, cada monitoreo va sumando continuamente así: el paquete 1= VB1= 15.78; VB2= 31,24; VB3=47,20 hasta sumar 220 V que es el valor total del voltaje de la batería como se muestra en la **Ilustración 23**, en el

caso de que el aumento de voltaje no se dé la ECU determina un error y generara un código. (Espinoza, Erazo, & Mena, 2012)

2.3.11. SENSOR DE CORRIENTE DE LA BATERÍA.

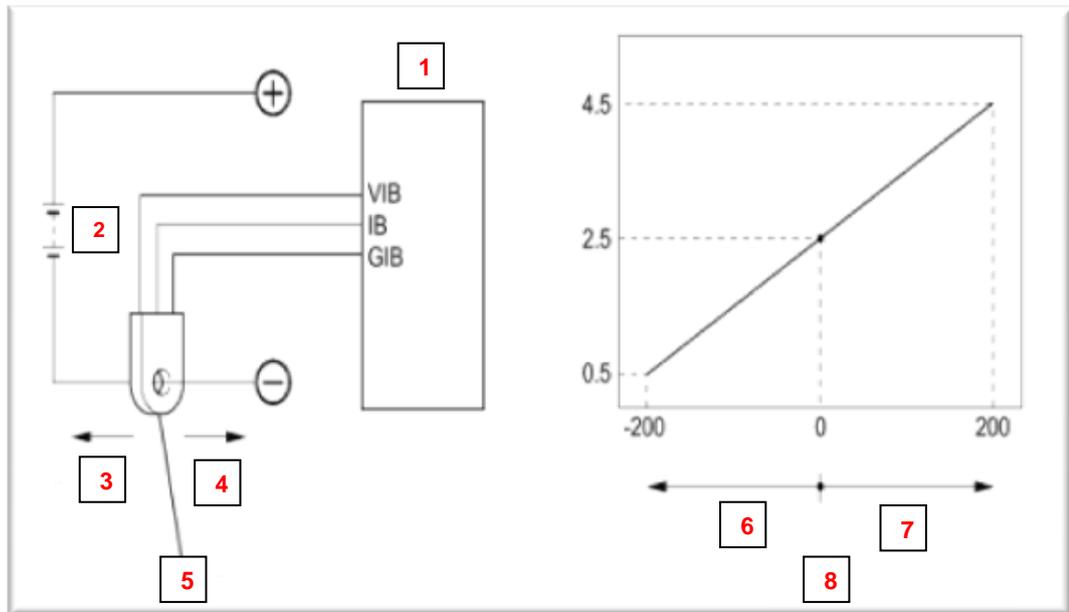


Ilustración 24: Circuito del sensor de corriente de la batería tipo Hall.
(Augeri, 2010)

- 1.- Unidad electrónica de control de la batería.
- 2.- Batería alto voltaje.
- 3.- Descarga de corriente.
- 4.- Carga de corriente.
- 5.- Sensor de corriente.
- 6.- Carga de la batería
- 7.- Descarga de la batería.
- 8.- Corriente de la batería.

La **Ilustración 24**, representa el circuito del sensor de corriente e indica que este sensor es de tipo Hall formado por tres cables que van conectados a la unidad de control electrónico de la batería (ECU de la batería) a los pines VIB, IB y GIB al lado del negativo de la misma.

Este sensor mide el amperaje que ingresa a la batería de alto voltaje, introduce una tensión entre 0 a 5 v en el terminal IB de la ECU de la batería, esta tensión es proporcional al amperaje.

La interpretación de las tensiones que mide este sensor demuestran que si la tensión es menor a 2.5 voltios la batería está cargando y si la tensión es mayor a 2.5 voltios significa que la batería se está descargando, de esta manera la ECU puede calcular el SOC (estado de carga) por medio de las señales enviadas al pin IB. (Augeri, Batería de Alta Tensión en el Toyota Prius Híbrido, 2010)

2.3.12. MONITOREO DE TEMPERATURA.

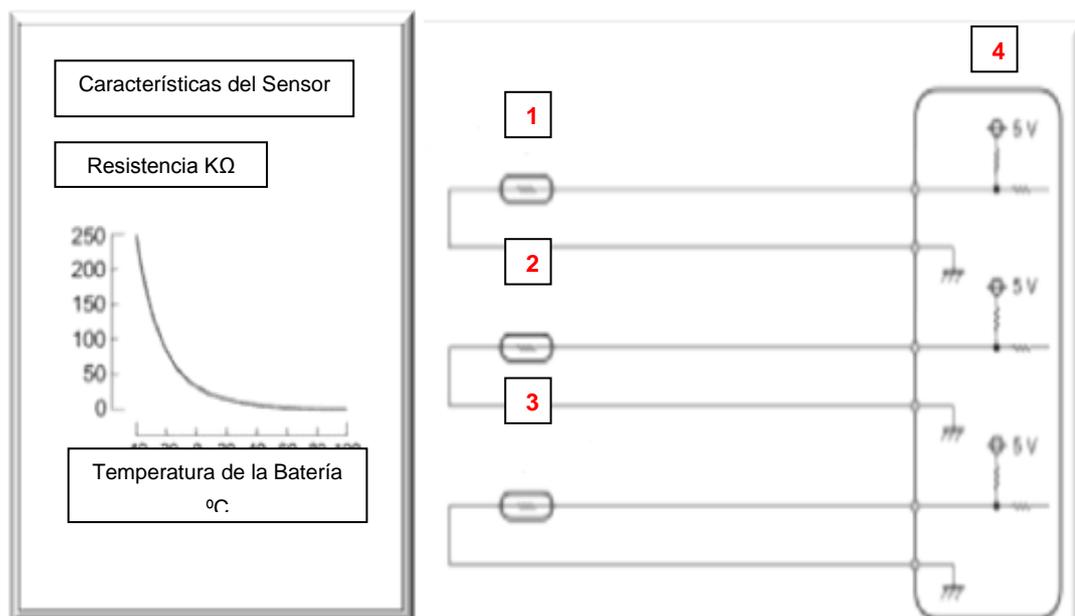


Ilustración 25: Diagrama característico del sensor de temperatura.

(Augeri, 2010)

- 1.- Sensor de temperatura uno.
- 2.- Sensor de temperatura dos.
- 3.- Sensor de temperatura tres.
- 4.- Unidad electrónica de control de la batería.

La unidad electrónica de control (ECU) de la batería monitorea la temperatura mediante tres sensores de temperatura de tipo NTC los cuales tienen una resistencia que varía de acuerdo al cambio de temperatura, mientras mayor sea la temperatura menor será la resistencia y cuando menor sea la temperatura mayor será la resistencia, como complemento este sistema cuenta con un desfogue de vapores para evitar la acumulación de los mismos en las partes eléctricas y electrónicas y así evitar daños, y un sistema de ventilación que ayuda a mantener fría la batería estos sensores se encuentran conectados a la unidad de control electrónica como se muestra en la **Ilustración 25**. (Megger, 2012)

Con los datos que la unidad electrónica de control (ECU de la batería) obtiene de los sensores de temperatura regula el soplador y pone en marcha al ventilador cuando las condiciones de funcionamiento determinen o por seguridad cuando se presenta un código de falla. (Megger, 2012)

2.3.13. UNIDAD ELECTRÓNICA DE CONTROL DE LA BATERÍA.

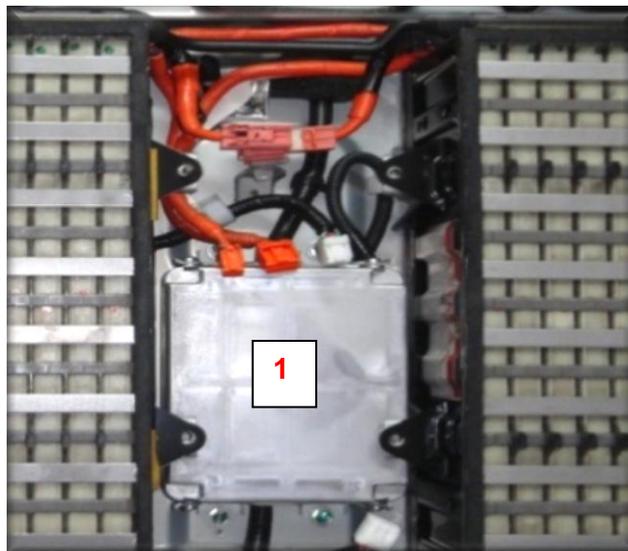


Ilustración 26: Unidad electrónica de control.

1.- Unidad Electrónica de Control de la Batería de alta tensión.

La unidad electrónica de control de la batería (ECU de la batería) se encarga de monitorear el funcionamiento de la batería de alta tensión mediante una red de comunicación CAN la misma que está monitoreando a cada momento el funcionamiento del sistema, en caso de presentarse un problema será reflejado en el tablero de instrumentos, la comunicación se da a través de los pines dos alto, tres bajo y el pin ocho tierra. (Augeri, Batería de Alta Tensión en el Toyota Prius Híbrido, 2010)

Se le puede identificar por que se encuentra ubicada junto a la batería de alta tensión, también a esta van conectados los cables de color naranja que provienen de cada paquete que forma la batería como se muestra en la **Ilustración 26.**

En el caso del Toyota Prius son catorce paquetes por lo que serán catorce cables que se conecten a la unidad electrónica de control ECU más la resistencia del negativo, algunos de los cables que están conectados a la unidad eléctrica de control ECU son:

- El sensor de corriente tipo Hall el cual tiene tres cables que conectan: 5V de alimentación, señal y masa.
- Un pin de alimentación de la batería (constante).
- Un pin de alimentación (por ignición).
- Los sensores de temperatura.
- Un negativo al relé del motor del soplador.

Adicionalmente verifica los pulsos negativos que se van al transistor del motor del ventilador.

Las principales funciones que cumple la ECU de la batería son:

- Controla que la corriente de la batería se active para el funcionamiento del vehículo.

- Controla la temperatura de funcionamiento de la batería.
- Controla cuando expulsar un código de falla.
- Controla el estado de carga y descarga de la batería.

2.3.14. DAÑOS EN LA BATERÍA.

Los paquetes están conectados en serie y una de las causas para que la resistencia de los mismos aumente es la presencia de óxido en las placas como se puede observar en la **Ilustración 27** de cobre que sirven de conexión entre los paquetes, lo que provoca que el flujo de corriente se vea afectado y se ocasionen estos problemas, la presencia de óxido se puede verificar desmontando la batería y solucionar este problema retirando de su lugar todas las placas, se pasa una lija muy fina en ellas y luego se las sumerge en limón con bicarbonato aplicando aceite penetrante WD 40.(Toyota Prius, 2012)



Ilustración 27: Oximo en las placas de cobre.

El principal problema que se presenta en la batería es producido por el aumento en la resistencia interna de los paquetes que la forman, lo que provoca un consumo excesivo de corriente y la descarga de las celdas que forman la batería, estos malos consumos en ocasiones producen que los paquetes se deformen o se lleguen a quemar como se muestra en la

Ilustración 28, y el sistema deje de funcionar regularmente.(Toyota Prius, 2012)

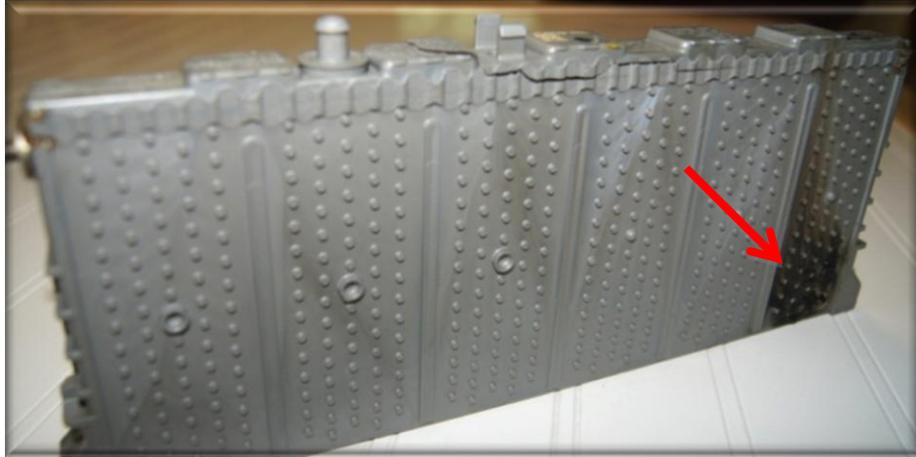


Ilustración 28: Paquete de batería quemado.

2.3.15. FALLOS EN LA BATERÍA DE ALTA TENSIÓN.

Los fallos que se presentan en el sistema de un vehículo híbrido se muestra en el tablero de instrumentos mediante mensajes que expresan daños o problemas con la batería de alta tensión o con cualquier otro componente del sistema, también se enciende la luz MIL o check engine luz que refleja que existe un problema en el vehículo y que hay que revisar estableciendo comunicación con un escáner en el caso de Toyota se usa el Tech Stream, los códigos de falla (DTC) que aparecen cuando existen problemas específicamente con la batería son:

DTC=POA7F-123.- este código se presenta cuando existe un deterioro en el conjunto de baterías híbridas, la unidad electrónica de control de la batería (ECU de la batería) entre sus funciones tiene la de calcular el SOC (estado de carga) de la batería de alta tensión esto lo hace a través del amperaje acumulado en la misma, esta función permite controlar la carga y descarga de la misma según las condiciones de manejo del vehículo.

Este código se activa cuando la resistencia interna de la batería es más alta que el valor estándar y cuando el voltaje de los paquetes varía uno del otro por más de un voltio, los elementos que pueden estar afectados es el conjunto de paquetes o la unidad electrónica de control de la batería de alta tensión.

DTC=POADC-226.- este código refleja un mensaje en el scanner que indica circuito alto en el sistema de control del contactor positivo de la batería híbrida.

Circuito abierto o cortocircuito a B+ en el circuito del relé e activación SMR2.

DTC=POAE7-224.- este código refleja que existe un circuito alto en el sistema de control del contactor de precarga de la batería híbrida.

Circuito abierto o cortocircuito a +B en el circuito del relé de activación SMR1.

DTC=POAEO-228.-circuito alto en el sistema de control del contactor negativo de la batería híbrida.

Circuito abierto o cortocircuito a +B en el relé de activación SMR3.

DTC=POAOD-350.- circuito alto de interbloqueo del sistema de alta tensión este código se presenta cuando se desactivan los dispositivos de seguridad con el vehículo detenido como por ejemplo el conector de servicio o jumper de seguridad.

DTC= POAOD-351.-circuito alto de interbloqueo del sistema de alta tensión, este código se presenta cuando la línea de la señal de interbloqueo se abre activa cuando el vehículo circula.

En este caso las áreas afectadas son: los cables o conector de la batería, la unidad electrónica de control que censa la batería, el conector de servicio o jumper de seguridad (puede estar desconectado), el conjunto del inversor con sus terminales.

DTC POA84-123.- este código de falla se activa cuando existe problemas en el funcionamiento del ventilador de refrigeración del conjunto de baterías híbridas, cuando la tensión de salida del conjunto del soplador de refrigeración de la batería es demasiado baja puede estar averiado el grupo de cables o conector de la batería relé de integración con el que se activa el soplador, el conjunto de soplador o la unidad electrónica de control de la batería.

La unidad electrónica de control de la batería controla la velocidad del soplador de la batería suministrando corriente mediante la activación de un relé y según la temperatura de la batería.

DTC= UO29A-123.- perdida de comunicación con el modulo del sensor del conjunto de baterías híbridas, este código de falla se manifiesta cuando existe un problema de comunicación en serie entre la unidad electrónica de control de la batería y la unidad electrónica de control del sistema híbrido, cuando se presente este código puede estar averiadas una de las computadoras de control o el cableado de comunicación de red.

La unidad electrónica de control de la batería (ECU de la batería) puede detectar que un dispositivo de seguridad está accionado y no permite el funcionamiento del sistema híbrido apagando el relé principal, los dispositivos de seguridad son tres ubicados, el primero en la toma del conector de servicio o jumper de seguridad, el segundo se encuentra en el cable del bastidor que conecta al inversor con el convertidor, el tercero se encuentra en la cubierta del terminal del inversor donde se conectan los

cables del motor generador uno y motor generador dos y cables del aire acondicionado al inversor.

En caso de que se activen uno de estos dispositivos de seguridad cuando el vehículo este en movimiento la unidad electrónica de control de la batería determina que el circuito está abierto y los relés principales del sistema SMR1, SMR2 y SMR3 no se apagan dejando el circuito abierto, los dispositivos de seguridad tiene que ser conectados correctamente y volver a prender el vehículo para que el circuito se cierre y el funcionamiento sea el adecuado.

3. METODOLOGÍA.

3.1. CONSTRUCCIÓN DEL DISPOSITIVO.

La construcción de este equipo permite analizar el estado de cada uno de los paquetes que forman la batería de un vehículo híbrido de forma individual, el equipo cuenta con un sistema eléctrico que permite medir el estado de carga de los paquetes, identificar el o los paquetes que se encuentren deteriorados y sean motivo de mal desempeño de la batería, descargarlos y cargarlos, de esta manera poder recuperarlos y que funcionen con regularidad en el caso que sea factible y no tengan daños físicos e irreparables, caso contrario se puede identificar cuál de todos los paquetes es el averiado y proceder a cambiarlo.

La idea de este dispositivo parte de la conexión de un cargador básico de baterías que se lo puede realizar con un rectificador de puente de gretz que se encarga de convertir 110 voltios de corriente alterna en corriente continua, conectado en paralelo un acumulador de voltaje capacitor de 220uF a 250 voltios de corriente continua, un elemento de carga que puede ser un foco y es necesario para enfriar el circuito activar un ventilador de computadora para lo que se usa un transformador de 110 voltios de corriente alterna a 12 voltios de corriente continua, a continuación se explica el diagrama eléctrico del dispositivo.

3.2. DIAGRAMA ELÉCTRICO DEL DISPOSITIVO.

Para llegar a establecer los elementos y la estructura del dispositivo es importante tener presente que lo que se quiere lograr con el mismo es probar el estado de la batería de alto voltaje y poder cargarla, para lo que se tomó como referencia una de las funciones de la unidad electrónica de control de la batería en el sistema híbrido, la misma que es medir el voltaje de cada uno de los paquetes.

Para simular esta función se usó diez voltímetros conectados en serie con lo que se podrá probar y así analizar cada uno de los paquetes e identificar si se encuentra deteriorado o en un estado óptimo para un buen funcionamiento.

También se tomó como referencia otra función importante de la unidad electrónica de control del sistema híbrido que es la de cargar la batería y descargarla según las condiciones de manejo del vehículo, para lograr esta función al circuito se lo dividió en dos partes una parte del circuito estará consignada a cargar y otra parte a descargar la batería.

La parte de carga es una conexión en serie compuesta por un switch para activar o desactivar la carga de la batería, un amperímetro de 10 amperios para controlar la carga, un foco halógeno de 500 watts que sirva como limitador de corriente, un rectificador de corriente de 1000 voltios 20 amperios conectado para rectificar la corriente que proviene de la red eléctrica.

En la parte de la descarga se representa el consumo de corriente de los motores generadores en la batería de alta tensión, para simular esta acción se usara tres switch que permiten la activación de 6 focos halógenos de 500 watts que actúan como consumidores de corriente para conseguir la descarga del paquete que se esté dando mantenimiento, después de cada switch se conectaran capacitores de 0,47uf para proteger al circuito de los picos de corriente.

La actividad de los focos halógenos en el circuito induce calor, para disipar este exceso de temperatura y proteger el circuito se usara cuatro ventiladores de computadora conectados en serie a un transformador de 120V/9V/2Amp para que puedan funcionar con la corriente que proviene de la red eléctrica.

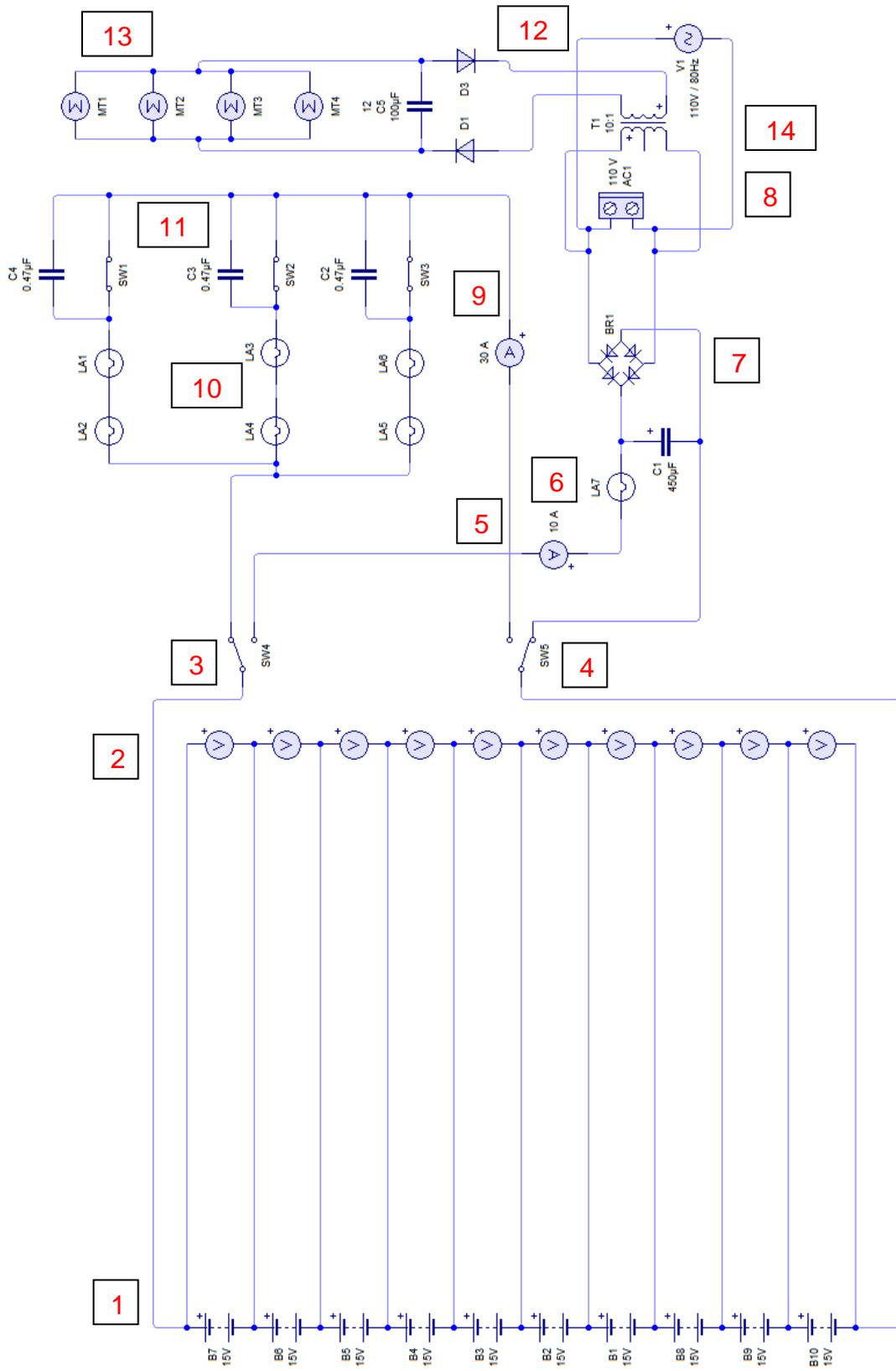


Ilustración 29: Circuito eléctrico del dispositivo.

- 1.- Conjunto de baterías conectadas en serie.
- 2.- Voltímetros conectados en serie.
- 3.- Switch de carga.
- 4.- Switch de descarga.
- 5.- Amperímetro de 10 A para controlar la carga.
- 6.- Lámpara halógeno de 500 watts limitadora de corriente.
- 7.- Rectificador de corriente.
- 8.- Red eléctrica.
- 9.- Amperímetro de 30 Amperios para controlar la descarga.
- 10.- Conjunto de seis lámparas halógenos de 500 watts conectadas en serie consumidores de corriente
- 11.- Capacitores
- 12.- Diodo
- 13.- Ventiladores de 12 voltios.
- 14.- Transformador de corriente.

3.3. ELEMENTOS DEL DISPOSITIVO.

Los materiales que se usan en la construcción de este equipo se pueden adquirir en las tiendas que comercializan materiales eléctricos, sin dificultad y estos son:

Bornera de Regleta.

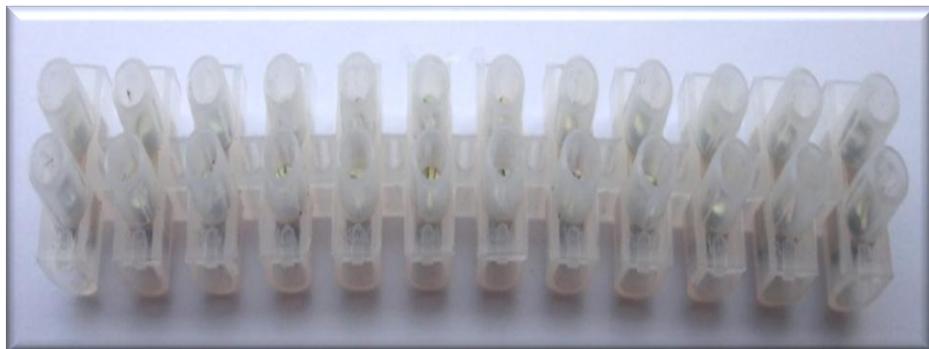


Ilustración 30: Bornera de regleta.

La bornera que se usa es de regleta de doce conexiones para distribuir la corriente, está formada de un cuerpo aislante de pastico, el elemento conductor de corriente y los tornillos de apriete.

Voltímetros Análogos.

Estos voltímetros análogos tienen la función de medir la discrepancia de voltaje entre los puntos de un circuito eléctrico, en este caso de cada paquete de la batería, son diez voltímetros de escala 0 a 30 voltios, se puede utilizar voltímetros digitales por razón de diseño pero es importante aclarar que las medidas no serán exactas por que traen en su estructura una resistencia la que puede ser motivo de problemas al momento de realizar las mediciones.



Ilustración 31: Voltímetro análogo escala 0-30 voltios.

Amperímetros Análogos.

Los amperímetros cumplen la función de medir la intensidad de corriente (carga eléctrica por unidad de tiempo) que circula por el circuito eléctrico, se usa dos, uno en escala 0 - 10 amperios para controlar la carga y uno a escala 0 - 30 amperios para controlar la descarga.



Ilustración 32: Amperímetro análogo escala 0-10 amperios.

Interruptores Eléctricos.

Es necesario dos interruptores uno para impedir o dar paso al flujo de corriente eléctrica en el circuito este activara la carga o descarga de las baterías y otro para activar los seis focos usados como consumidores de corriente en la parte de descarga.



Ilustración 33: Interruptor eléctrico.

Capacitores Electrónicos.

Cinco capacitores uno de 470 uf/250V, tres de poliéster de 0,47uf/400Vy uno de 1000 uf/25V, los capacitores están formados por dos placas metálicas las mismas que son conductoras de electricidad y están separadas

en una mínima distancia por un material no conductor de electricidad, este puede ser plástico, su capacidad depende del tamaño de las placas y es expresada en microfaradios (μf) y el voltaje de trabajo depende de la distancia entre placas mientras mayor sea la distancia que las separa mayor será la tensión del condensador expresadas en voltios.

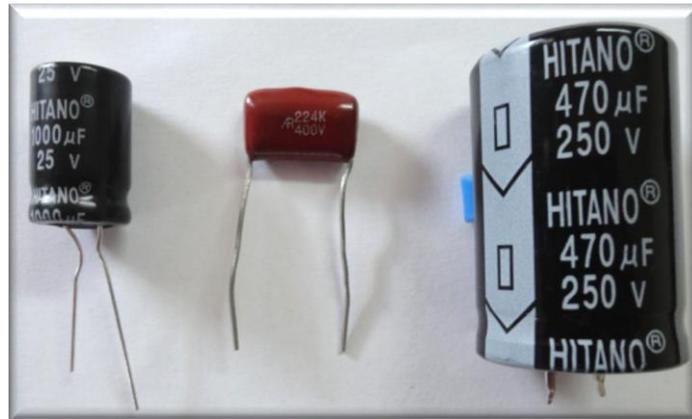


Ilustración 34: Capacitores electrónicos.

Puente Rectificador.

Un puente rectificador de 1000 Voltios 20 Amperios, estos circuitos sirven para la conversión de corriente alterna en corriente continua, está compuesto por cuatro diodos, su función es convertir las señales positivas y negativas que reciben en una sola positiva, así la corriente va en un solo sentido.



Ilustración 35: Puente rectificador.

Focos Halógenos Lineales.

Los focos halógenos funcionan mejor que los focos de uso común (foco incandescente) son de mayor potencia por su composición de un filamento de tungsteno, halógeno, gas inerte, con mayor tiempo de vida útil, se necesita siete focos de 500 Watts con su respectiva boquilla seis para la parte de descarga y uno para la parte de carga.



Ilustración 36: Focos halógenos lineales.

Ventiladores para computadora.

Para mantener una temperatura adecuada de funcionamiento en este circuito se usa cuatro ventiladores para computadora de 12 voltios 250mA conectados en serie.



Ilustración 37: Ventiladores de computadora de 12 voltios.

Transformador de Voltaje.

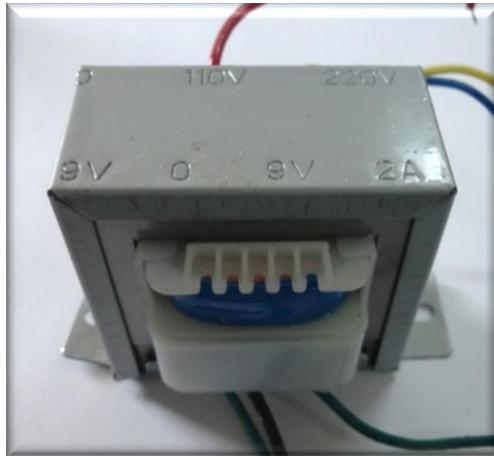


Ilustración 38: Transformador de corriente.

Un transformador de tipo 120V/9V/2Amp. Este transformador tiene la función de elevar o disminuir voltaje o la corriente de un sistema y hacerlo funcionar, esto lo realiza mediante dos bobinas que se enrollan en un núcleo de hierro y silicio.

Pinzas tipo cocodrilos.

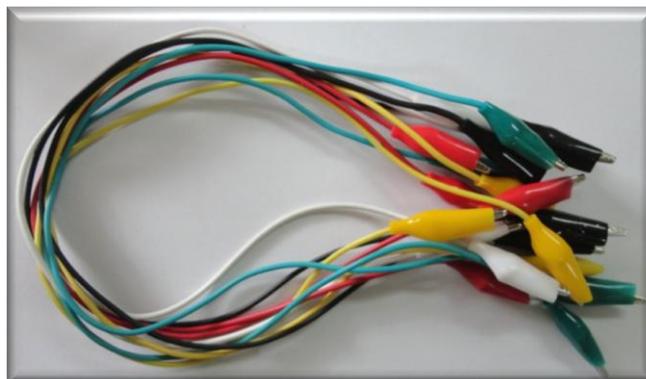


Ilustración 39: Juego de pinzas tipo cocodrilos.

Los cocodrilos o pinzas se utilizan para medir el voltaje de los paquetes uno por uno es importante que sean de diferentes colores o enumerarlos para poder identificar el orden de conexión, son necesarios doce, dos de los

mismos de diferente tamaño, los que serán el positivo y el negativo del circuito.

Diodo.

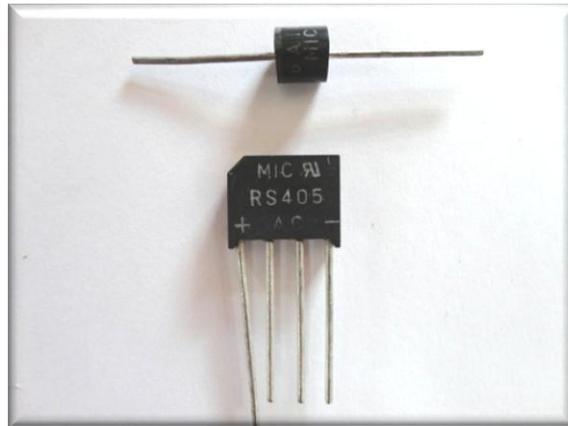


Ilustración 40: Diodo 1000 voltios - 6 amperios.

Se usa dos diodos uno de 1000V/6A y el otro es un diodo puente RS405 estos permite el paso de corriente en un solo sentido, esta formados por dos tipos de materiales semiconductores separados por una junta, son hechos de silicio y de germanio.

Terminales de ojo pre-aislados número catorce



Ilustración 41: Terminales de ojo pre-aislados.

Los terminales son usados en el final de cada cable en una conexión para asegurar el circuito en especial en la conexión de los voltímetros.

Cable número catorce



Ilustración 42: Cable número 14.

Es necesario diez metros de cable número catorce para conducir la corriente eléctrica en el circuito del dispositivo y un metro de cable de diferente color para identificar el orden de conexión de cada salida del dispositivo a la batería.

Termo contraíble.



Ilustración 43: Termo contraíble.

El termo contraíble se usa para aislar todos los cables que se conectan para formar el circuito, es importante para evitar fugas de corriente o cortos, hay que tomar en cuenta que el lugar donde se vaya a colocar este material no esté húmedo para lograr un buen sellado.

3.4. ESTRUCTURA DEL EQUIPO.

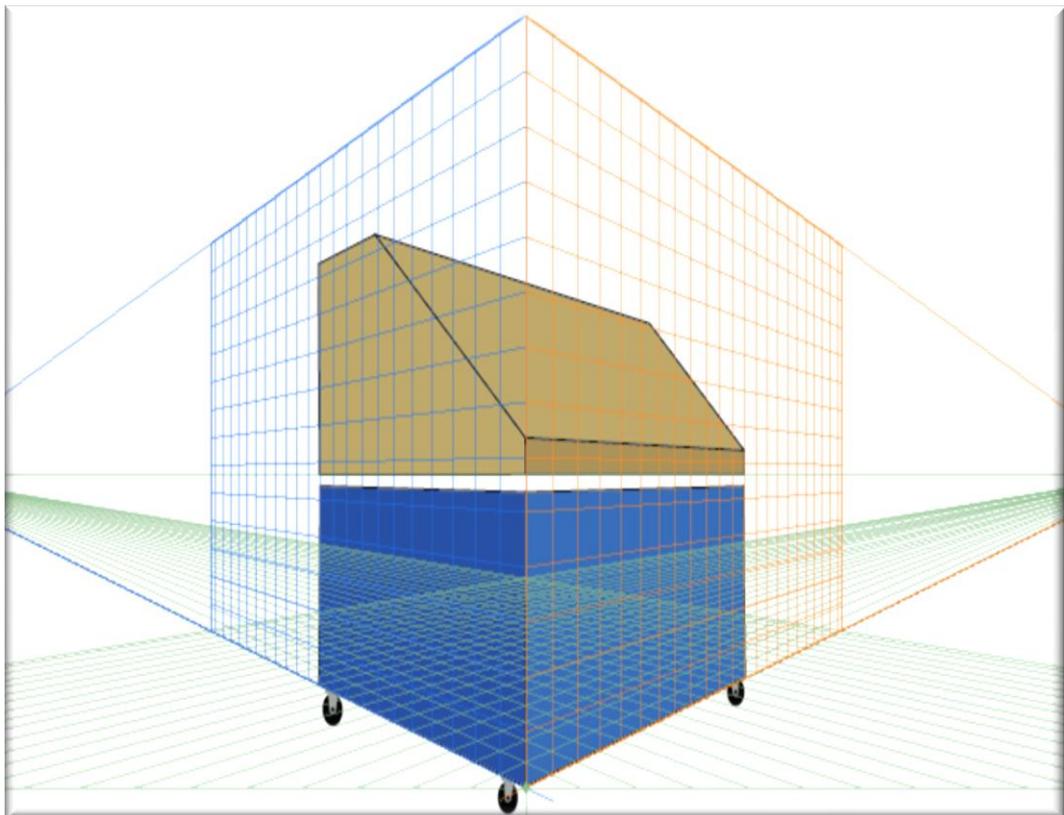


Ilustración 44: Perspectiva del mueble.

Para definir la estructura del equipo se utilizó un software llamado Adobe Ilustrador CS6, con el que se puede editar o hacer imágenes vectoriales.

El equipo está formado de dos partes como se muestra en la **Ilustración 44**, una parte superior donde se montara el circuito eléctrico y otra inferior que proveerá de movimiento y donde se pueden ubicar las baterías que serán estudiadas.

Los elementos del circuito están dispuestos de manera que se puede identificar fácilmente haciendo de este equipo fácil de usar e interpretar los datos que censa.

3.4.1. MATERIAL DIMENSIONES Y PINTURA.

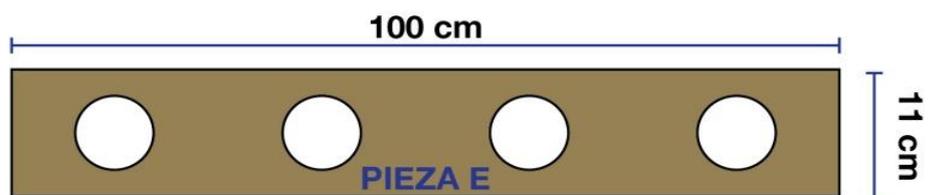
El circuito fue montado en un mueble de madera, se eligió este material por sus propiedades mecánicas como el peso, la propiedad de mecanizarse y ser procesada para conseguir diferentes formas lo que favorece en la construcción de este equipo, esta estructura de madera forma la parte superior del mueble, misma que se pinto de color blanco.

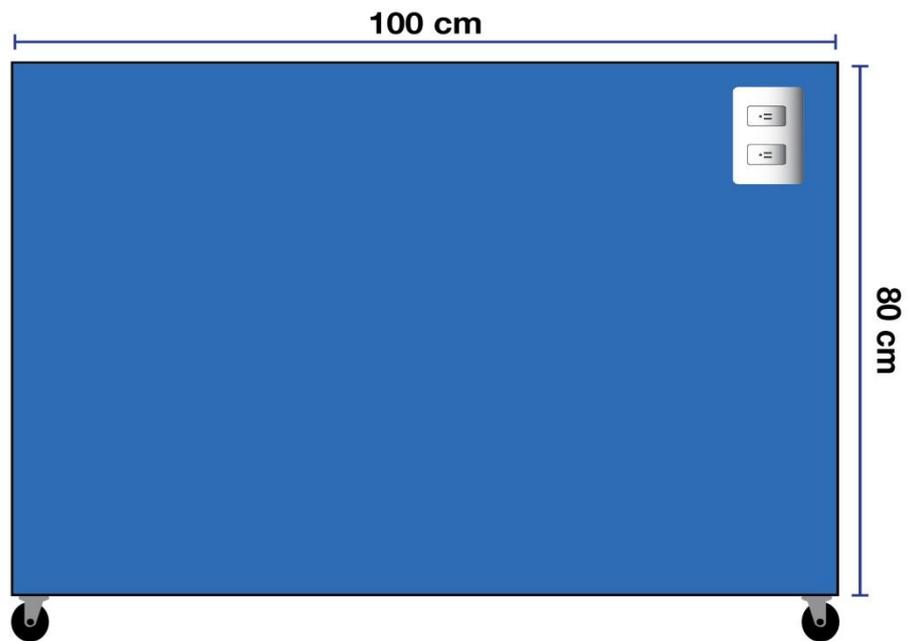
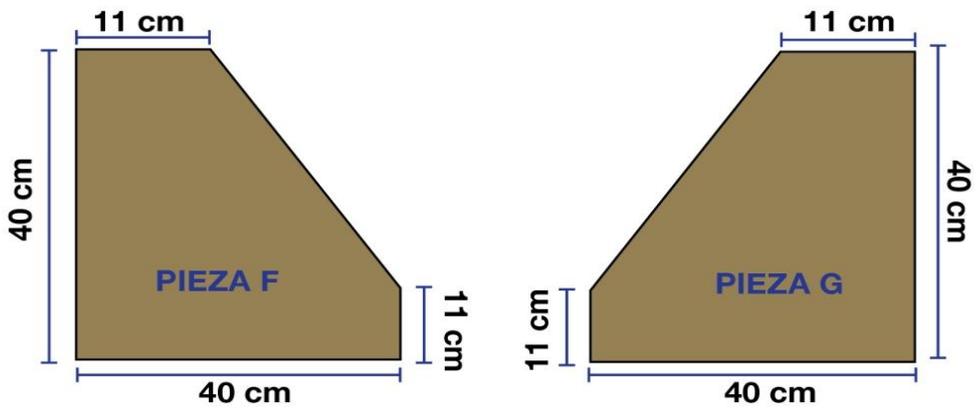
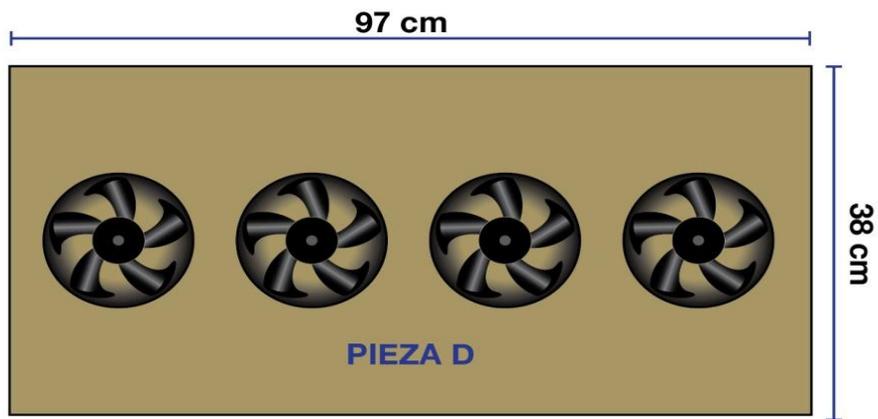
La parte inferior del mueble la forma una estructura de metal pintada de color azul, esta posee cuatro ruedas para proveer de movimiento al momento de usar el mismo

Para las dimensiones del mueble se tomó en cuenta las medidas y la ubicación de cada uno de los elementos con la idea de lograr una disposición amigable y estética.

Fue importante tomar en cuenta la temperatura en la que va a trabajar el dispositivo para colocar estratégicamente los disipadores y consumidores de temperatura

Las dimensiones del mueble se detallan a continuación en la **Ilustración 45**:





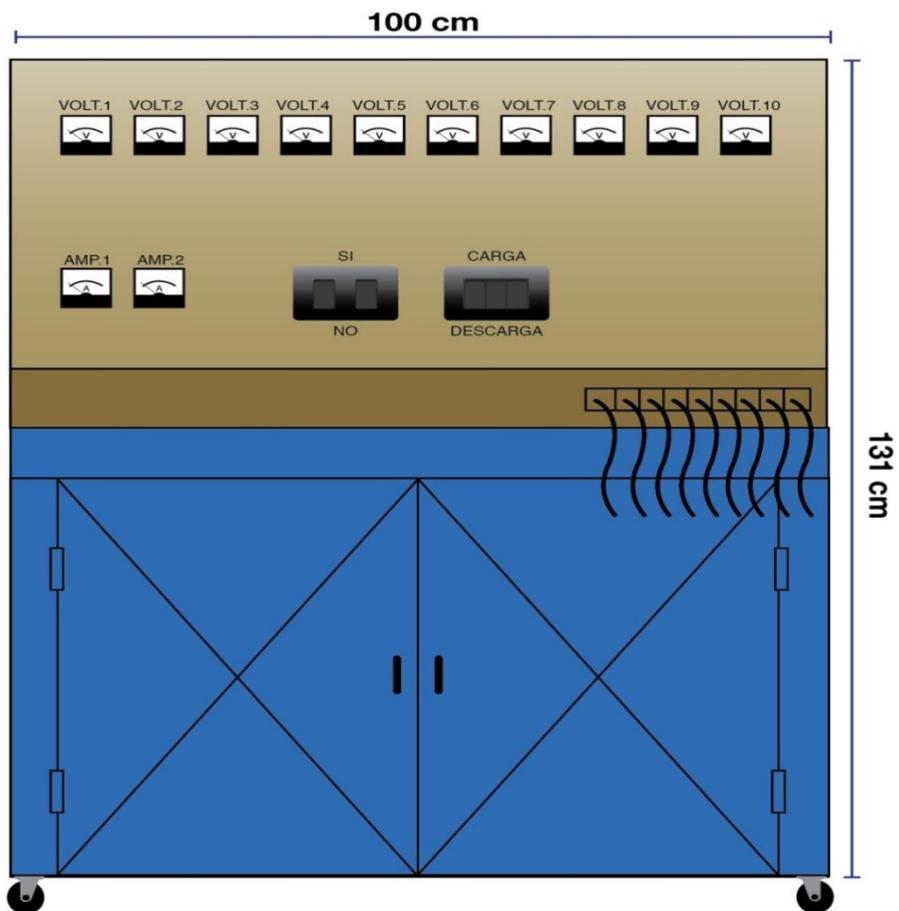
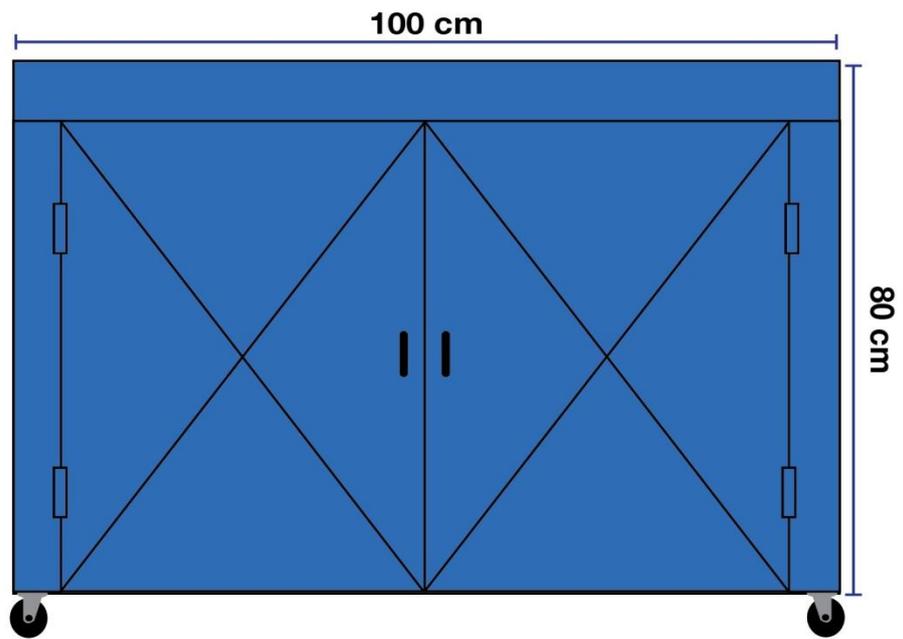


Ilustración 45: Dimensiones del dispositivo.

3.5. DISPOSICIÓN DE ELEMENTOS EN EL MUEBLE.

3.5.1. DISPOSICIÓN DE VOLTÍMETROS Y AMPERÍMETROS.

Los 10 voltímetros se colocaron en la parte externa superior a lo largo la pieza A como se muestra en la **Ilustración 46**, separados uno del otro por dos centímetros y los amperímetros se encuentran en la parte inferior izquierda de la misma pieza.

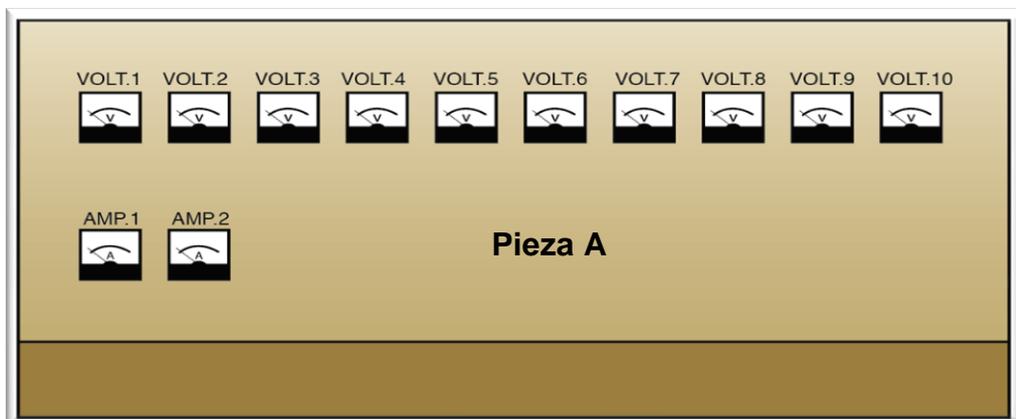


Ilustración 46: Disposición de voltímetro y amperímetros.

3.5.2. DISPOSICIÓN DE BORNERA.

Como se muestra en la **Ilustración 47**, la bornera se colocó en la parte externa a la derecha de la pieza B.

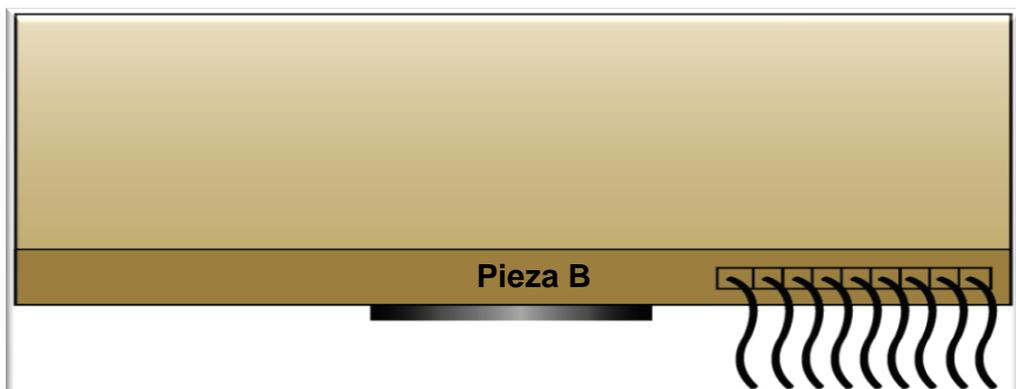


Ilustración 47: Disposición de bornera.

3.5.3. DISPOSICIÓN DE INTERRUPTORES.

Los interruptores se ubicaron separados por 3 centímetros en la parte central, al exterior de la pieza A, como se muestra en la **Ilustración 48**, el que activa la opción de carga y descarga a la derecha y el que da paso a la acción de sí o no a la izquierda.



Ilustración 48: Disposición de interruptores de carga y descarga.

3.5.4. DISPOSICIÓN DEL CIRCUITO ELÉCTRICO.

El circuito eléctrico se ubicó en la parte interna del mueble a lo largo de la pieza A y pieza C cubre toda la conexión de los elementos como se muestra en la **Ilustración 49**.



Ilustración 49: Disposición del circuito eléctrico.

3.5.5. DISPOSICIÓN DE LIMITADORES DE CORRIENTE.

Los limitadores de corriente se ubicaron en la parte central de la pieza C al interior del mueble como se muestra en la **Ilustración 48**, separados por 10 centímetros uno del otro

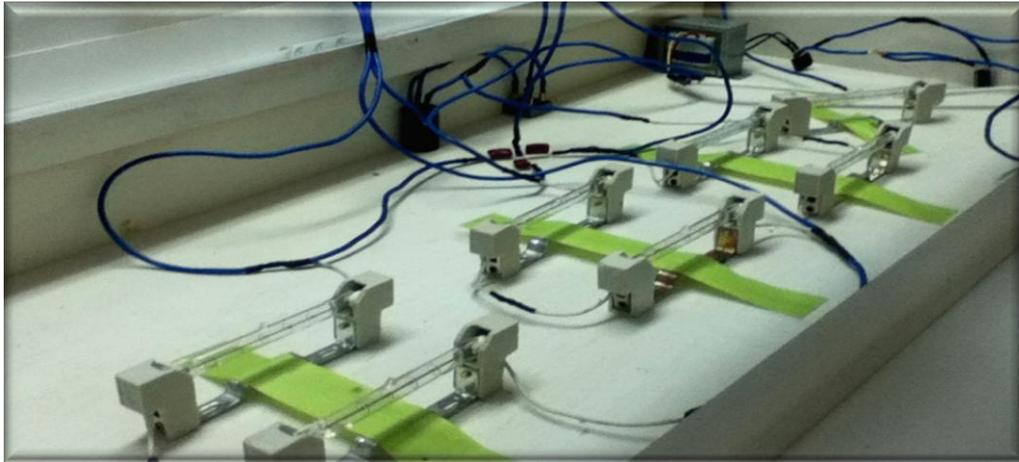


Ilustración 50: Disposición de limitadores de corriente.

3.5.6. DISPOSICIÓN DISIPADORES DE TEMPERATURA.

Los disipadores de temperatura se ubicaran a lo largo de la pieza D separados por 10 centímetros el uno del otro como se muestra e la **Ilustración 51**.



Ilustración 51: Disposición de disipadores de temperatura.

3.6. CONEXIÓN DE LOS ELEMENTOS ELÉCTRICOS.

Para la conexión de los elementos se utilizó la soldadura de estaño con cautín, esta forma de unir los elementos de un circuito eléctrico es muy usada, garantiza la circulación de corriente y lo más importante se logran uniones definitivas seguras que ayuden a evitar un fallo en el funcionamiento del circuito producto de vibraciones o golpes en el dispositivo.

La conexión se realiza en base al diagrama eléctrico antes expuesto en la **Ilustración 29**.

3.6.1. CONEXIÓN DE VOLTÍMETROS Y AMPERÍMETROS.

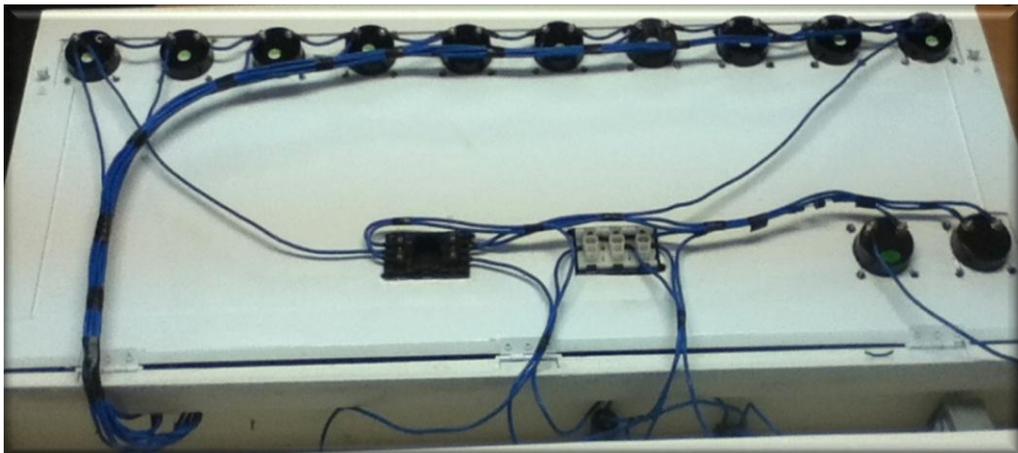


Ilustración 52: Conexión de los voltímetros y amperímetro a la bornera.

Los diez voltímetros son conectados en serie entre si y de cada voltímetro sale un cable hacia cada uno de los conectores de la bornera en orden, como se muestra en la **Ilustración 52**, al polo negativo del amperímetro de carga está conectado a un diodo y a su vez al interruptor de descarga y al polo positivo está conectado la lámpara limitadora de corriente misma que se conecta con un capacitor un rectificador y un transformador de corriente.

Al amperímetro de de descarga se encuentra conectado a las seis lámparas limitadoras de corriente encargadas de descargar la batería, mimas que se encuentra conectadas a tres capacitores y a el interruptor de descarga.

3.6.2. CONEXIÓN DEL CIRCUITO ELÉCTRICO.

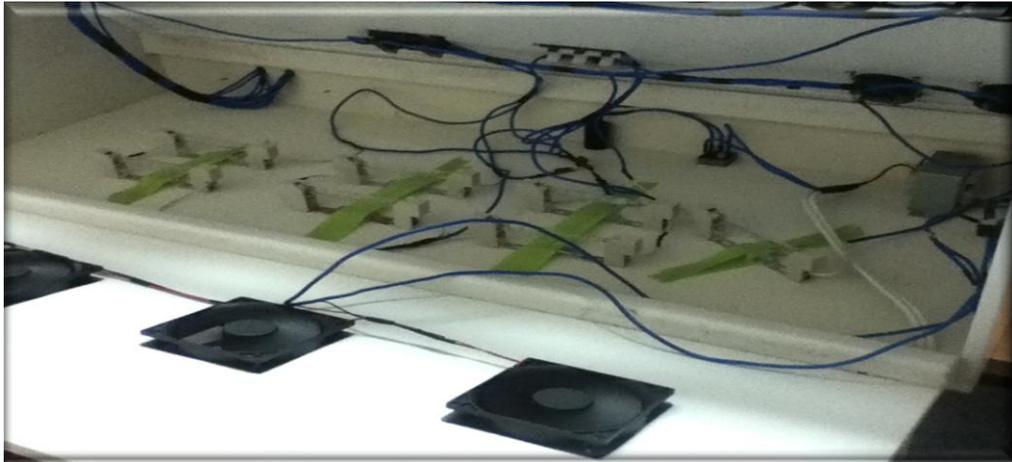


Ilustración 53: Conexión del circuito eléctrico a la bornera.

La conexión del circuito eléctrico esta especificada anteriormente en la **Ilustración 29** que muestra como se encuentran conectados los elementos tanto para la parte de carga como la parte de la descarga de la batería.

3.6.4. CONEXIÓN DE Y DISIPADORES DE TEMPERATURA.

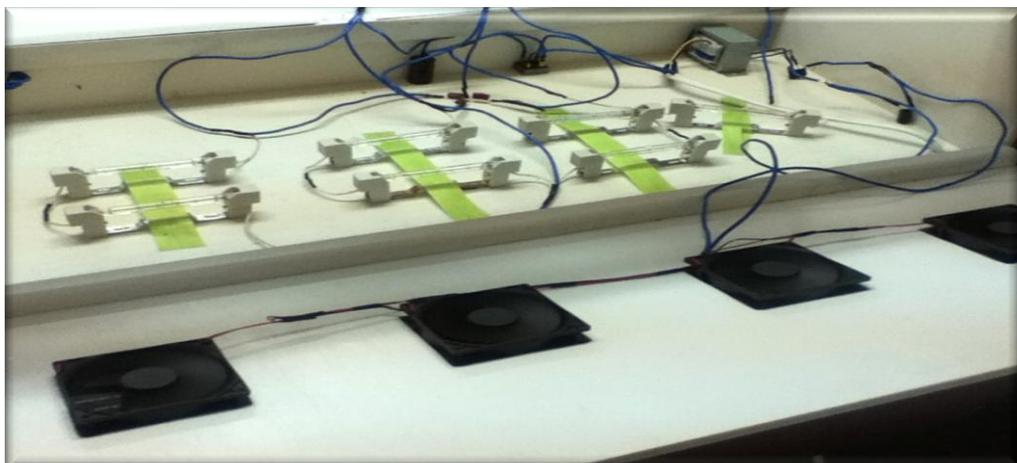


Ilustración 54: Conexión de limitadores de corriente.

Los disipadores de corriente de se conectan en paralelo a un capacitor y a un diodo puente mismo que se conecta a un trasformador de corriente encargado de transformar 110 voltios a 12 voltios que es lo que necesita este ventilador para funcionar finalmente se conecta a la red eléctrica como se muestra en la **Ilustración 54**.

3.6.3. CONEXIÓN DE LIMITADORES DE CORRIENTE.

Las lámparas limitadoras de corriente están conectadas en serie de dos en dos quedando así tres grupos de dos lámparas como se muestra en la **Ilustración 55**, cada grupo se conecta a un capacitor y al interruptor asignado para la descarga.

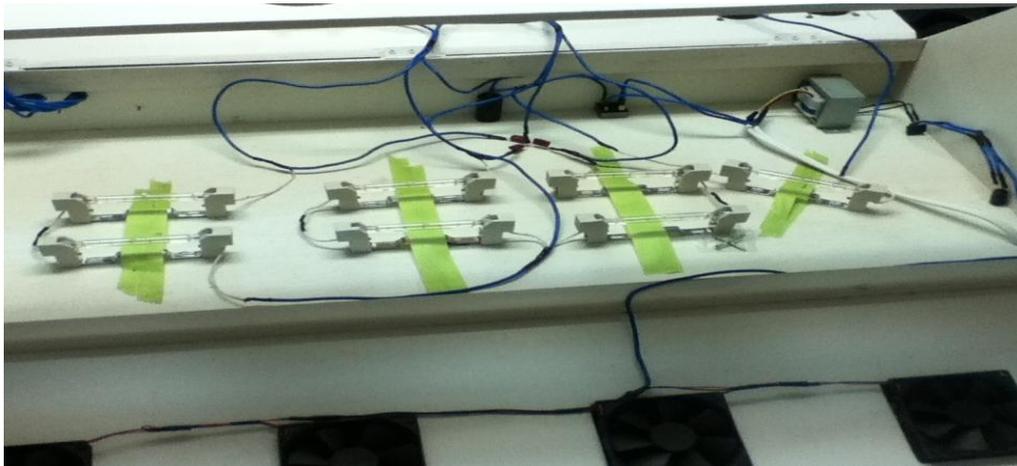


Ilustración 55: Conexión de disipadores de temperatura.

3.7. PRUEBA DEL EQUIPO.

3.7.1. CASO REAL TOYOTA HIGHLANDER.

El mantenimiento se realizó en la batería del vehículo Toyota Highlander de las siguientes características:



Ilustración 56: Toyota Highlander limited hibrido 2010.

Marca: Toyota.

Modelo: Highlander limited hibrido

Tracción: AWD.

Año de fabricación: 2010.

Transmisión: Continua variable CVT

Dirección: Hidráulica.

Lugar de ensamblado: Estados Unidos.

Motor: 3300 CC

Combustible: Hibrido.

Ahorro de combustible: (ciudad / carretera) 27/25 millas por galón

Cilindros: V6

El Toyota Highlander limited hibrido 2010 en cuanto a su diseño e interior, tiene características como: es espacioso, ofrece una capacidad para siete pasajeros con tres filas de asientos, cuenta con un sistema de arranque sin llave, una pantalla display con varias funciones como: cámara para reversa, reloj , indicador de temperatura exterior, presión de llantas, y es muy importante para el análisis los datos que detallan el estado del sistema hibrido como la carga y descarga de la batería y los elementos que están funcionando de acuerdo a las diferentes situaciones de manejo del vehículo.

Este vehículo tenía 50.000 kilómetros de recorrido y al momento de ser evaluado tenía los siguientes síntomas:

- Luz de alerta del sistema híbrido encendida.
- Luz de comprobación del motor (check engine) encendida en el panel de instrumentos.
- Un mensaje en el display que indica fallo en los paquetes de la batería de alta tensión.

Para diagnosticar la falla de este vehículo se procedió a ingresar al sistema híbrido mediante un scanner automotriz, se puede usar el scanner original de Toyota Tech Streamo un scanner como en este caso marca MaxiDAS modelo DS 708, como se muestra en la **Ilustración 57**.

Este Scanner tiene las siguientes características:

- Tiene cobertura para más de 45 marcas de vehículos como:
- **Americano:** Chevrolet, Chrysler.
- **Asiático:** Kia, Daewo, Isuzu, Toyota, Subaru, Nissan, Mitsubishi, Lexus, Hyundai, Honda, Mazda, Acura etc.
- **Europeo:** Audi, Mercedes Benz, BMW, Ford, Opel, Renault, Skoda, VW, Volvo, Citroen, Fiat, Alfa Romeo, etc.
- Acceso a todos los módulos de la computadora del vehículo incluyendo códigos de funcionamiento, reprogramación, calibraciones.
- Cobertura para todos los sistemas entre los más importantes el motor, la transmisión, ABS, bolsas de aire, panel de instrumentos.
- Sistema de diagnóstico automático.
- Gráficas para detección de mal funcionamiento de sensores.
- Descripción detallada de códigos, localización de los DTC.
- Actualización vía WI-FI.
- Trabaja con el sistema operativo Windows CE original.
- Tiene una pantalla táctil de 7 pulgadas de 800x400 pixeles a color.

- Comunicación USB para almacenamiento.
- Protección de hule y caja rígida.
- Tiene la función de capturar grabar e imprimir la pantalla de trabajo para tener un respaldo al momento de solucionar una falla.



Ilustración 57: Uso del scanner MaxiDAS.

Una vez ingresado al sistema híbrido se halló un DTC (código de diagnóstico), **DTC=POA7F-123** este código se presenta cuando existe un deterioro en el conjunto de la batería híbrida, este fue borrado y se realizó una prueba de ruta en la que al momento de exigir mayor potencia al vehículo se presentan los síntomas antes mencionados, el ventilador de la batería de alta tensión se enciende por seguridad y el vehículo deja de funcionar adecuadamente por lo que se ratifica una falla en la batería de alta tensión.

El scanner dispone de la opción de observar la temperatura y los voltajes de cada bloque cuando el vehículo está en funcionamiento y así analizar qué pasa con dichos voltajes al momento de provocarse la falla identificando de esta manera que paquete de la batería es el posible averiado.

En este caso los voltajes y las temperaturas fueron las siguientes:

Tabla 02. Lectura de los voltajes en el scanner.

	PAQUETE	VOLTAJE
BLOQUE UNO	1	20.50
	2	20.47
	3	20.48
	4	20.50
	5	20.46
	6	20.48
BLOQUE DOS	7	19.02
	8	18,89
	9	18.98
BLOQUE TRES	10	20.49
	11	20.51
	12	20.47
	13	20.43
	14	20.48
	15	20.46

Tabla 03. Lectura de las temperaturas en el scanner.

SENSORES DE TEMPERATURA	TEMPERATURA °C
Sensor uno	33.0
Sensor dos	35.9
Sensor tres	33.0

Grabar los datos de los voltajes de los voltajes antes y después de prestar un mantenimiento es importante para analizar el funcionamiento de la misma y verificar si la batería ha tenido la mejora deseada.

Después de verificar el daño en la batería y de tener los datos de los voltajes se procede a desmontar la batería para dar mantenimiento y arreglar el problema que por los datos mostrados en el scanner se cree que el daño se encuentra en el bloque dos de la batería en el que se encuentran los paquetes siete, ocho y nueve y en el sensor de temperatura numero dos para esto es importante seguir algunas recomendaciones.

3.7.1.1. Normas de trabajo para desmontar la batería.

Para realizar cualquier tipo de trabajo en una batería es necesario seguir algunas normas muy importantes tomando en cuenta que estos sistemas trabajan con altas tensiones de más de 220voltios de corriente continua que ayuden a evitar cualquier accidente:

- Verificar que el vehículo se encuentre apagado.
- Retirar la llave del área de trabajo para evitar que sea prendido por error y pueda ocasionar daños en los componentes.
- Usar siempre guantes aislantes de electricidad.
- Desconectar el terminal negativo de la batería auxiliar de 12 voltios.

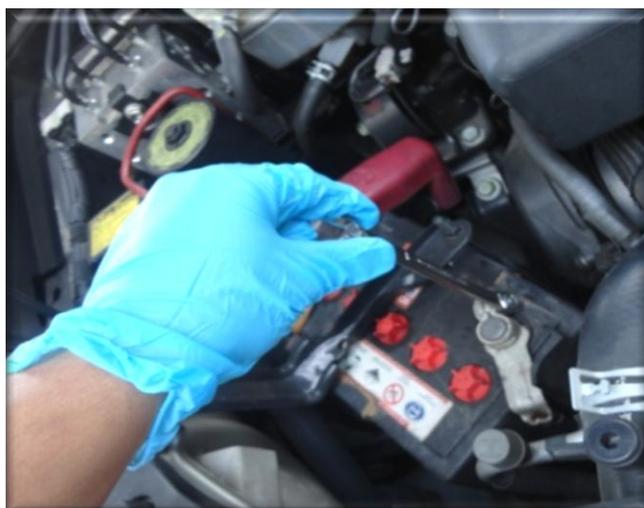


Ilustración 58: Desconexión de la batería auxiliar de doce voltios.

- Identificar la ubicación de la batería en el vehículo, en este caso la batería se encuentra a lo largo de la parte inferior del asiento posterior.



Ilustración 59: Ubicación de la batería alta tensión Toyota Highlander.

- En este caso por la ubicación de la batería es necesario retirar los asientos y las vinchas que sujetan la tapicería al piso del vehículo.



Ilustración 60: Batería Toyota Highlander.

- Retirar el conector de servicio (jumper de seguridad) de la batería.



Ilustración 61: Ubicación del jumper de seguridad.

- Retirar la tapa y los protectores plásticos que cubren a la batería a una mesa de trabajo.



Ilustración 62: Protectores plásticos de la batería.

- 1.- Protector del bloque uno de la batería.
- 2.- Protector del bloque dos de la batería.
- 3.- Protector del bloque tres de la batería.

- Identificar los cables de color naranja que son los de alta tensión y desconectarlos de la unidad electrónica de control, de los relés de activación y de la conexión hacia el inversor.



Ilustración 63: Desconexión de cables de alto voltaje.

- Es importante esperar un tiempo mínimo de 10 minutos para que se descargue el capacitor de alto voltaje que se encuentra en el inversor.
- Verificar que el voltaje del terminal del inversor sea cero.
- Manipular la batería evitando tocar los contactos puesto que se puede generar un corto circuito, retirar todos los pernos que sujetan la batería al piso del vehículo y retirarla hacia una mesa de trabajo.

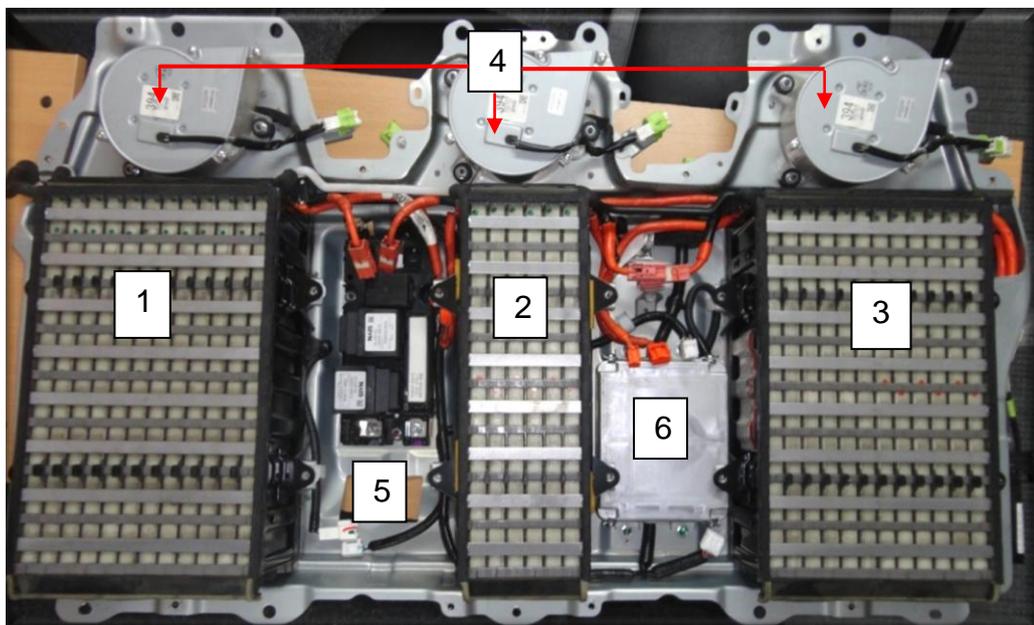


Ilustración 64: Batería desmontada Toyota Highlander.

- 1.- Bloque uno.
- 2.- Bloque dos.

- 3.- Bloque tres.
- 4.- Ventiladores.
- 5.- Conjunto de relés de activación.
- 6.- Unidad electrónica de control (ECU de la batería).

- Identificar y retirar los bloques de la carcasa a la mesa de trabajo, para esto hay que desconectar los cables de alta tensión de color naranja que conectan en serie los tres bloques, los ductos de refrigeración y los sensores de temperatura que conectan de cada bloque a la unidad electrónica de control de la batería.

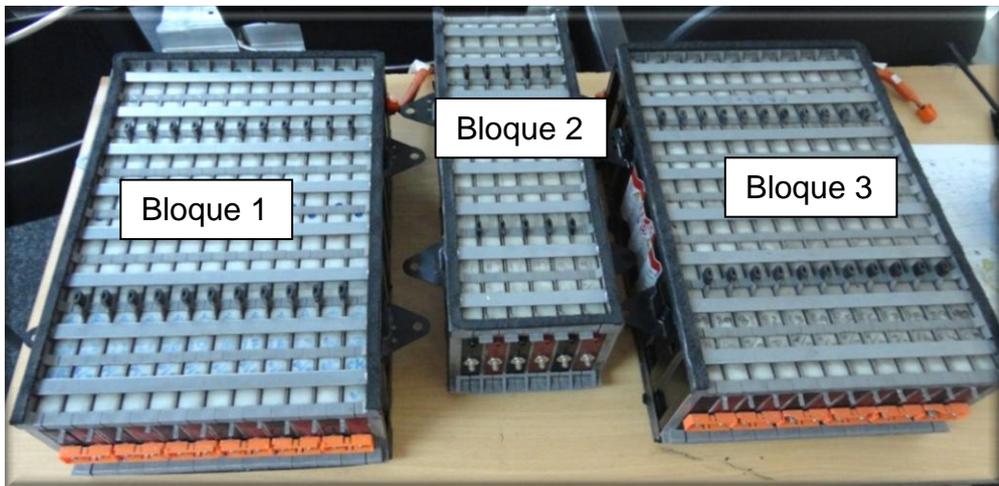


Ilustración 65: Bloques de la batería desmontados de la carcasa.

-
- Antes de conectar los bloques de la batería al dispositivo se debe observar que no existan contaminación de óxido en las placas que unen las celdas en serie, en caso de existir primero se debe desmontar las placas e eliminar el óxido.

3.7.1.2. Conexión del equipo a la batería.

Una vez que se tiene los bloques desmontados en una mesa de trabajo se procede a conectar al equipo para poder evaluar el estado de los mismos.

Se empezó con el bloque uno, lo primero es colocar el bloque con los contactos de las celdas frente al equipo, se identifican los cables que salen de la bornera ubicada en la pieza B del equipo los cable positivo de color rojo, el negativo de color negro y los cables enumerados del uno al diez, así el cable positivo del equipo se conecta en la primera celda negativa de color negro del bloque, el cable número uno que sale de la bornera proviene del voltímetro uno y se conecta al primer paquete, el cable número dos proviene del voltímetro dos y se conecta al segundo paquete y así sucesivamente hasta conectar los seis paquetes (doce baterías) en el caso del bloque uno y tres, en el caso del bloque dos son tres paquetes (seis baterías) y se cierra el circuito conectando el negativo a el último paquete.

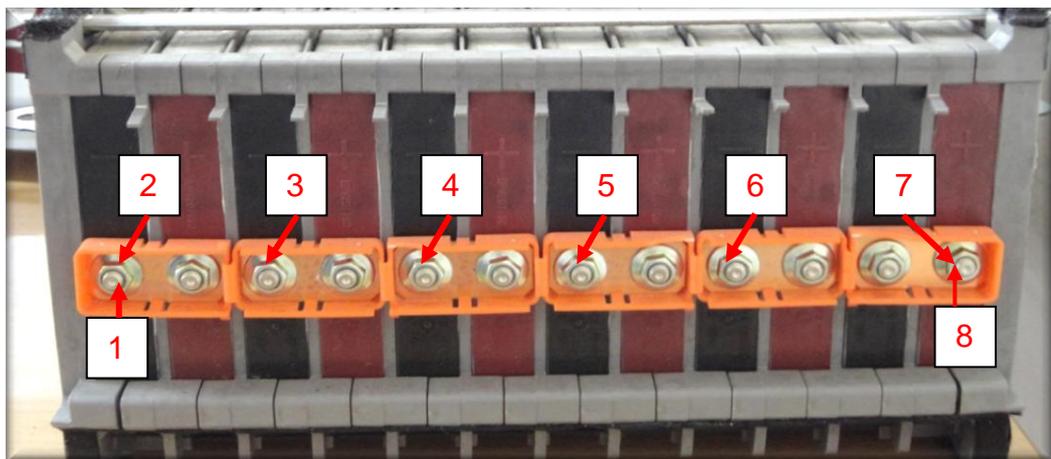


Ilustración 66: Conexión del bloque de la batería al dispositivo.

- 1.- Conexión del cable positivo del equipo a la celda negativa del bloque.
- 2.- Conexión del cable número uno de la bornera al paquete uno del bloque.
- 3.-Conexión del cable número dos de la bornera al paquete dos del bloque.
- 4.-Conexión del cable número tres de la bornera al paquete tres del bloque.
- 5.-Conexión del cable número cuatro de la bornera al paquete cuatro del bloque.
- 6.-Conexión del cable número cinco de la bornera al paquete cinco del bloque.
- 7.-Conexión del cable número seis de la bornera al paquete seis del bloque.
- 8.- Conexión del cable negativo del equipo a la celda positiva del bloque.

3.7.1.3. Proceso de carga y descarga de la batería.

Las baterías tipo Níquel Metal tienen la ventaja frente a otro tipo de baterías de poseer alta la densidad o capacidad de energía, significa que estas baterías tienen un porcentaje mayor de capacidad y mayor ciclo de servicio, también por poseer una resistencia interna muy baja de 0,027 ohm descargar en mayor porcentaje, se cargan en menor tiempo y pueden trabajar a temperaturas altas de 40 °C.

Con el proceso de carga y descarga de las baterías se busca recuperar químicamente la batería y evitar que sea remplazada en su totalidad, de esta manera se identifica las baterías que no se logran recuperar y se remplazan solo las necesarias alargando así el ciclo de servicio de las misma.

Para realizar el proceso de carga se procede a verificar que el dispositivo esté conectado a la red eléctrica, activar la opción de carga a través de los interruptores que activan esta función en el dispositivo y estar pendiente del amperímetro designado a medir la carga, es fundamental conocer el voltaje máximo que puede almacenar la batería que se va a cargar, para esto se procede a realizar un cálculo tomando en cuenta los siguientes parámetros:

NB=Numero de baterías.

VB=Voltaje de cada batería.

VN= Voltaje Nominal.

VM= Voltaje Máximo de carga.

Bloque uno:

NB=12 baterías.

VB= 9,6 voltios.

VN=NB x VB= 12 x 9,6= 115.2 voltios

VN= 115.2 voltios

VM= VN x 20%= 115.2 voltios x 20% = 138,24 voltios.

VM= 138,24 voltios.

Bloque dos:

NB= 6 baterías.

VB= 9,6 voltios.

$VN = NB \times VB = 12 \times 9,6 = 57,6$ voltios

VN= 57,6 voltios

$VM = VN \times 20\% = 57,6 \text{ voltios} \times 20\% = 69,12$ voltios.

VM= 69,12 voltios

Bloque tres:

NB=12 baterías.

VB= 9,6 voltios.

$VN = NB \times VB = 12 \times 9,6 = 115,2$ voltios

VN= 115,2 voltios

$VM = VN \times 20\% = 115,2 \text{ voltios} \times 20\% = 138,24$ voltios.

VM= 138,24 voltios.

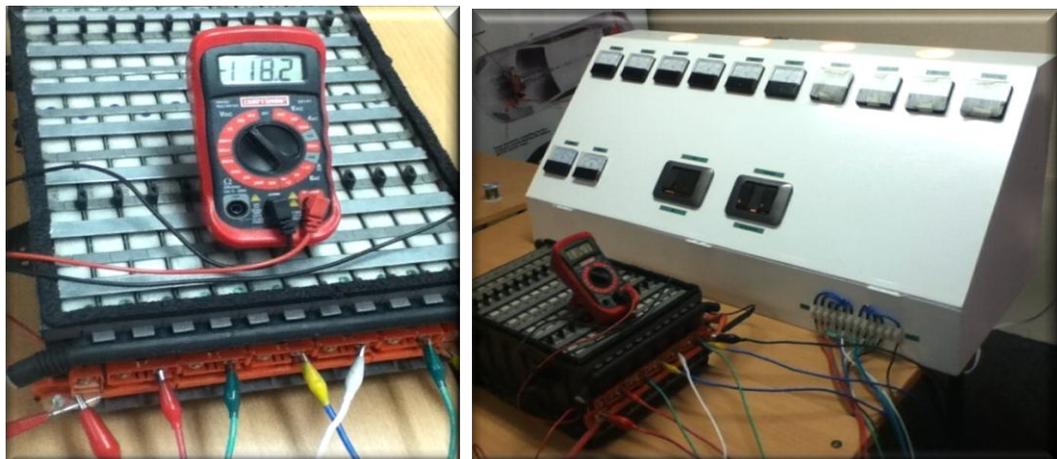


Ilustración 67: Voltaje en el proceso de carga.

Una vez identificado el voltaje máximo que soporta cada batería se conecta un multímetro en el borne negativo y positivo de la batería como se muestra en la **Ilustración 67**, para censar el voltaje e interrumpir la carga al momento

de que llegue a 138.24 voltios en el caso del bloque uno y tres, en el caso del bloque dos 69,12 voltios.

Para el proceso de descarga no existe ningún voltaje mínimo que se tenga como referencia, lo mejor es descargar la batería al mínimo, para lo que se procede a cambiar la función del dispositivo mediante los interruptores de descarga, se puede verificar esta función por medio del amperímetro que mide la descarga en el dispositivo como se muestra en la **Ilustración 68**, también por que se encienden los focos halógenos que forman parte del circuito, ubicados en el interior del dispositivo y que hacen la función de consumidores.

El tiempo de descarga tiene que ver con la capacidad de la batería que en el caso de las baterías híbridas es de 6,5 Amper/hora esto quiere decir que si descargamos una batería a un amperio la batería se descargara en 6 horas, si se descarga a dos amperios la batería se descargara en 3 horas y a tres amperios la batería estar descargada en 2 horas.



Ilustración 68: Caída de voltaje en el proceso de descarga.

Después del proceso de carga y descarga de los tres bloques se logró mejorar las condiciones de voltaje de dos bloques, el bloque uno y bloque tres.

En el caso del bloque dos, el mismo que está formado por seis celdas o baterías conectadas en serie de dos en dos, se recuperó un paquete (dos celdas) y dos paquetes (cuatro celdas) se diagnosticaron como averiados para lo que se procedió a desarmar el bloque y reemplazar el averiado por uno en buen estado, con esto se ratificó el mal estado de la misma sospechada desde que se tomaron los datos al inicio del proceso en el scanner datos marcados con color rojo.

Después del proceso de carga y descarga se obtuvieron los siguientes datos:

Bloque uno:

Tabla 04. Voltajes de baterías luego: proceso carga y descarga B-1.

PAQUETE	VOLTAJE
1	23.02
2	23.01
3	23.03
4	23.04
5	23.02
6	23.01

Bloque uno=138.13 voltios.

Bloque dos:

Tabla 05. Voltajes de baterías luego: proceso carga y descarga B-2.

7	23.00
8	19.89
9	19.99

Bloque dos= 62.88 voltios.

Bloque tres:

Tabla 06. Voltajes de baterías luego: proceso carga y descarga B-3

BATERÍA	VOLTAJE
10	22.98
11	23.02
12	22.97
13	23.00
14	23.01
15	23.02

Bloque tres=138.00 voltios.

Ya identificado que en el bloque dos existen dos paquetes (cuatro celdas) averiados se desarmo el bloque de baterías para reemplazar por celdas de un bloque de repuesto.

El bloque de repuesto se le desarmo, este está formado por doce celdas, las mismas que fueron sometidas a una prueba individual de descarga que consiste en conectar un foco de (12 voltios 55 watts) que actúa como consumidor de corriente y un multímetro con la opción de voltaje de corriente continua, para analizar la caída de voltaje en un tiempo establecido de treinta minutos, definiendo así que las baterías que se descargan en un tiempo menor están en mal estado y las que mantienen su voltaje en el tiempo establecido están óptimas para formar parte de un bloque en buen estado y se puede utilizar para reemplazar las celdas averiadas del bloque dos.



Ilustración 69: Prueba de descarga de las baterías individualmente.

Los datos que se obtuvieron de esta prueba fueron los siguientes:

Tabla 07. Voltajes de las baterías del bloque de repuesto.

Voltajes	MINUTOS			
	0	10	20	30
Batería 1	10.90	9.70	9.50	4,80
Batería 2	10.10	9.60	9.50	9.49
Batería 3	10.40	9.70	9.50	9.50
Batería 4	10.20	9.70	9.49	9.45
Batería 5	10.00	9.65	9.40	5.10
Batería 6	10.08	9.70	9.40	6.20
Batería 7	10.12	9.89	9.86	9.84
Batería 8	10.15	9.91	9.87	9.85
Batería 9	10.17	9.60	9.10	4.50
Batería 10	10.14	9.75	9.69	9.67
Batería 11	10.11	9.49	9.10	3.60
Batería 12	10.12	9.82	9.79	9.75

Con la prueba ya realizada se escogieron las que más alto voltaje mantuvieron durante la prueba, estas fueron las siguientes:

Tabla 08. Voltajes de baterías seleccionadas bloque de repuesto.

Batería 2	10.10	9.60	9.50	9.49
Batería 3	10.40	9.70	9.50	9.50
Batería 7	10.12	9.64	9.56	9.45
Batería 12	10.12	9.82	9.60	9.56

A estas baterías seleccionadas del bloque de repuesto se les unió y armo junto con las baterías óptimas del bloque dos, formando así un nuevo bloque al que se le conecto al dispositivo y se le sometió nuevamente al proceso de carga y descarga de este proceso se obtuvo los siguientes datos:

Tabla 09. Voltajes de bloque reparado.

PAQUETE	VOLTAJE
7	23.01
8	23.02
9	23.01

Paquete Nuevo: 69.04 voltios.

Con la unión de las nuevas baterías al bloque dos, este mejoró el voltaje considerablemente por lo que se procedió a montar los tres bloques a la carcasa de la batería, conectar los cables de corriente (cables color naranja) entre los bloques y hacia la unidad electrónica de control de la batería y al conjunto de relés de activación, también se conectó los cables de los sensores de temperatura a la unidad electrónica de control, la tapa de la batería junto con todos sus pernos y los protectores plásticos.

Se verifico que todas las conexiones sea correctas, luego se montó la batería en el vehículo se conectó los cables de la batería de alta tensión al inversor y el conector de servicio (jumper de seguridad).

Por último se realizó una prueba de ruta conectado el scanner al sistema híbrido del vehículo para analizar nuevamente los voltajes de las baterías, temperaturas, códigos de falla, y el desempeño del vehículo.

Los datos de voltaje y temperatura que censo el scanner fueron los siguientes:

Tabla 10. Voltajes baterías después del mto. con el dispositivo.

PAQUETE	VOLTAJE
1	23.02
2	23.01
3	23.03
4	23.04
5	23.02
6	23.01
7	23.01
8	23.02
9	23.01
10	22.98
11	23.02
12	22.97
13	23.00
14	23.01
15	23.02

Voltaje total de la batería= 325.17 voltios.

Tabla 11. Temperatura bloques después del mto. con el dispositivo.

SENSORES DE TEMPERATURA	TEMPERATURA °C
Sensor uno	33.0
Sensor dos	33.0
Sensor tres	33.0

El valor de los voltajes y de la temperatura mejoraron notablemente con relación a la primera lectura que se dio al iniciar el proceso de mantenimiento, se mejoró el desempeño y autonomía del vehículo y el código de falla se borró definitivamente, concluyendo de esta manera con satisfacción el proceso de mantenimiento de la batería de alta tensión del Toyota Highlander.

4.-ANALISIS DE RESULTADOS.

El análisis se realizó en base a los resultados obtenidos en el proceso de mantenimiento de la batería de alta tensión del vehículo Toyota Highlander detallado en el anterior capítulo de este proyecto.

Los datos que se muestran en las **Tablas 2 y 3**, muestran los voltajes de los paquetes y temperaturas de cada bloque de esta batería, estos datos fueron tomados antes de prestar mantenimiento con el scanner, en una prueba de ruta que se realizó para identificar las fallas y el comportamiento del vehículo.

Para realizar el análisis de estos datos hay que tomar en cuenta que el valor máximo de voltaje que pueden llegar a tener estas celdas es de 11.52 voltios, significa que cada paquete podría llegar a tener máximo 23.04 voltios y que lo ideal es que el valor de los voltajes no cambien drásticamente entre ellos.

En el caso de los voltajes del bloque uno y tres que se muestra en la **Tabla 2**, el voltaje mayor es el del paquete once que varía con 0.03 voltios con respecto al voltaje del paquete catorce que es el de menor voltaje, esta diferencia de voltaje no es significativa por lo que se descarta problemas en estos bloques, más aun comparando con el voltaje mayor de estos bloques que es el del paquete once el mismo que tiene un voltaje de 20.51 voltios es menor con 2.51 voltios con respecto al voltaje máximo permitido lo que indica que esta batería lejos de estar averiada necesita un mantenimiento que mejore el estado de carga de la batería.

Los voltajes del bloque dos indican que el paquete siete que es el de mayor voltaje con 19.02 voltios tiene una diferencia de voltaje de 0,13 voltios con respecto al paquete ocho que es el de menor voltaje con 18.89 voltios, esta diferencia de voltaje se considera normal por ser bastante baja, pero tiene una diferencia de voltaje de 1,49 voltios con respecto al paquete once del bloque tres, esta diferencia de voltaje es considerable y si observamos el

valor del sensor de temperatura dos que se muestra en la **Tabla 3** el mismo que corresponde al bloque dos es 5.9 °C mayor al que corresponde al bloque uno y tres, estos datos ratifican que existe un daño en una o en todas las celdas de este bloque, puesto que la diferencia excesiva de voltaje es por causa del aumento de resistencia interna de las celdas que provocan que al momento de descargarse que es cuando más se exige al vehículo se calienten, aumente la temperatura de las mismas, los ventiladores de la batería se enciendan, el código de diagnóstico aparezca en el sistema híbrido y el vehículo deje de funcionar adecuadamente.

Para analizar el estado de cada bloque se suma el valor de los voltajes de cada paquete que para este caso son los siguientes:

Bloque uno= 122.89 voltios.

Bloque dos= 56.89 voltios.

Bloque tres=122.84 voltios.

Si a estos valores se los compara con los voltajes máximos que soportan cada bloque se puede identificar el voltaje que esta batería está perdiendo:

Voltaje máximo bloque uno = 138.24 voltios.

Voltaje máximo bloque dos = 69.12 voltios.

Voltaje máximo bloque tres = 138.24 voltios.

Bloque uno:

Voltaje máximo – Voltaje actual= 138.24 – 122.89 = **15.35 voltios.**

Bloque dos:

Voltaje máximo – Voltaje actual= 69.12 – 56.89 = **12.23 voltios.**

Bloque tres:

Voltaje máximo – Voltaje actual= 138,24 – 122,84 = **15,40 voltios.**

La pérdida de voltaje para el bloque uno es de 15.35 voltios, para el bloque dos es 12.23 voltios y para el bloque tres es 15.40 voltios, si se divide estos voltajes para el número de celdas que conforman cada bloque se obtendrá el promedio de voltaje que se está perdiendo por cada celda en este caso es de 1.27 voltios para el bloque uno, 1.28 voltios para el bloque tres, el voltaje de pérdida por celda es similar en los dos casos,

En el caso del bloque dos el voltaje de pérdida por celda es 2.03 voltios, se tiene un voltaje mayor tomando en cuenta que este bloque está formado por la mitad de celdas que los bloques uno y tres, son en total seis celdas con 2.03 voltios menos por esta razón y por la mayor temperatura que tiene se identifica que existe un problema en este bloque.

Con el respaldo de este análisis de los primeros valores de voltajes y temperaturas tomados del escáner se justifica la decisión de realizar un mantenimiento de la batería de este vehículo.

Para recuperar este voltaje se realizó un mantenimiento de la batería por medio de un equipo de diagnóstico y prueba de baterías híbridas el cual tiene la función de cargar y descargar la batería y a través de estos procesos reanimar químicamente a la batería mejorando su estado de carga y alargando el tiempo de servicio de estas.

El mantenimiento de las baterías en el caso de los bloques uno y tres dieron resultados positivos puesto que el voltaje inicial para el caso del bloque uno era de 122.89 voltios y aumento a 138.13 voltios lo que significa que se recuperó 15,24 voltios y en el caso del bloque tres el voltaje inicial fue de 122.84 voltios y aumentó a 138.00 voltios lo que significa que se recuperó 15.16 voltios si sumamos los dos voltajes que se recuperaron tenemos un total de 30.4 voltios recuperados.

En el caso del bloque dos, el cual es el que presenta el problema tenía un voltaje inicial de 56,89 voltios y después del mantenimiento se logró recuperar 5.99 voltios quedando con un voltaje de 62,88 voltios.

El voltaje recuperado es muy bajo tomando en cuenta que el voltaje máximo para este bloque es 69,12 voltios lo que quiere decir que faltaría recuperar 6,24 voltios para que la batería trabaje adecuadamente y no cause los problemas que presenta este vehículo.

Con la prueba de carga y descarga del bloque dos se logró recuperar solo dos celdas (un paquete) de las seis celdas resultando cuatro averiadas, para solucionar este problema se decidió desarmar un bloque de remplazo al que se le sometió a una prueba de caída de voltaje en relación al tiempo de la que se obtuvo los siguientes datos:

Tabla 12. Prueba caída de voltaje en relación al tiempo.

VOLTAJES	MINUTOS				ESTADO
	0	10	20	30	
Batería 1	10.90	9.70	9.50	4,80	Malo
Batería 2	10.10	9.60	9.50	9.49	Bueno
Batería 3	10.40	9.70	9.50	9.50	Bueno
Batería 4	10.20	9.70	9.49	9.45	Bueno
Batería 5	10.00	9.65	9.40	5.10	Malo
Batería 6	10.08	9.70	9.40	6.20	Malo
Batería 7	10.12	9.89	9.86	9.84	Bueno
Batería 8	10.15	9.91	9.87	9.85	Bueno
Batería 9	10.17	9.60	9.10	4.50	Malo
Batería 10	10.14	9.75	9.69	9.67	Bueno
Batería 11	10.11	9.49	9.10	3.60	Malo
Batería 12	10.12	9.82	9.70	9.75	Bueno

Tabla 13. Baterías en buen estado después de la prueba.

MINUTOS	10	20	30	40	ESTADO
	VOLTAJE				
Batería 2	10.10	9.60	9.50	9.49	Bueno
Batería 3	10.40	9.70	9.50	9.50	Bueno
Batería 4	10.20	9.70	9.49	9.45	Bueno
Batería 7	10.12	9.64	9.56	9.45	Bueno
Batería 8	10.15	9.66	9.48	9.39	Bueno
Batería 10	10.14	9.75	9.62	9.58	Bueno
Batería 12	10.12	9.82	9.60	9.56	Bueno

Las baterías consideradas en buen estado son las que dentro del tiempo establecido de treinta minutos su voltaje no cae drásticamente como se muestra en la **Tabla 13** por lo que se interpreta que esta batería soporta consumos durante más tiempo lo que le hace óptima para reemplazar las baterías averiadas del bloque dos, la diferencia de voltaje entre la batería diez que es la de mayor voltaje con 9.58 voltios es de 0.13 voltios en relación a las de menor voltaje que son las baterías cuatro y siete con 9.45 voltios esta diferencia de voltaje es baja por lo que se considera que estas baterías tienen un voltaje semejante y someténdolas a una prueba de carga y descarga de las baterías con el dispositivo se les puede mejorar su estado de carga y recuperar su voltaje máximo de 11.52 voltios.

En las siguientes ilustraciones se puede identificar la caída de voltaje al momento del proceso de descarga en relación al tiempo cuando estas se encuentran en mal estado o como el voltaje se mantiene o no baja drásticamente en caso de que las baterías se encuentren en un estado óptimo y se las puede considerar como un repuesto.

Baterías 2, 3, 4.

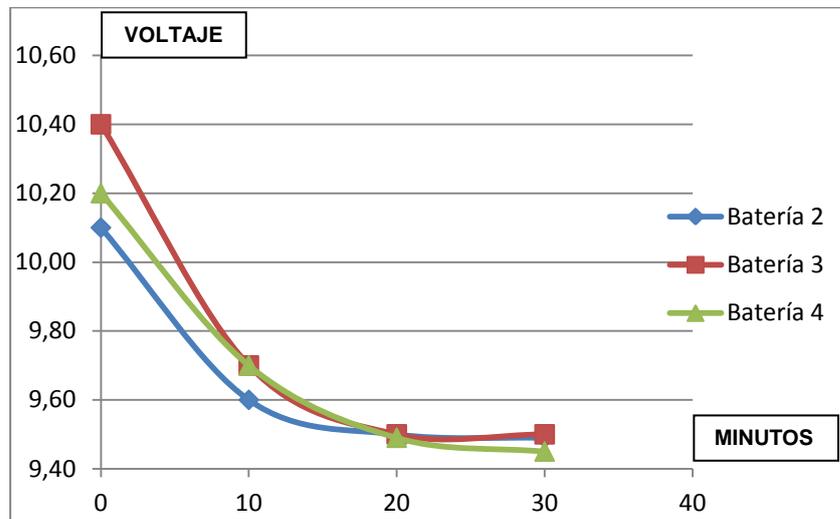


Ilustración 70: Caída de voltajes de las baterías 2,3 y 4 en buen estado.

Los datos que se muestran en la **Ilustración 70**. Indican que la batería dos inicia la prueba con un voltaje de 10.10 voltios y al pasar treinta minutos su voltaje cae a 9.49 voltios lo que significa que su voltaje cayó tan solo 0.61 voltios, el voltaje de la batería tres inicio en 10.40 voltios y cayó a 9.50 voltios perdiendo 0.9 voltios y el voltaje de la batería tres cayó 0.75 voltios.

Baterías 7,8.

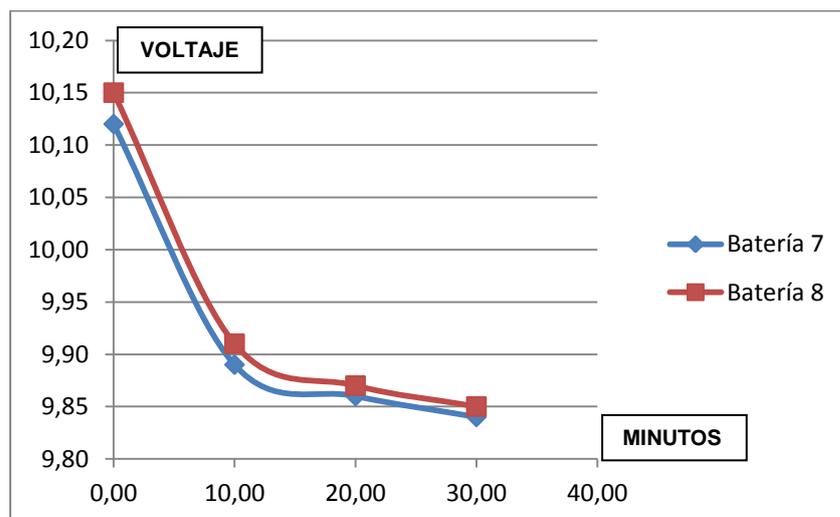


Ilustración 71: Caída de voltajes de las baterías 7 y 8 en buen estado.

La batería siete inicia la prueba con 10.12 voltios y termina con 9.84 perdiendo 0.28 voltios y la batería ocho inicia con 10.15 voltios y termina con 9.85 voltios perdiendo 0.30 voltios.

Baterías 10,12.

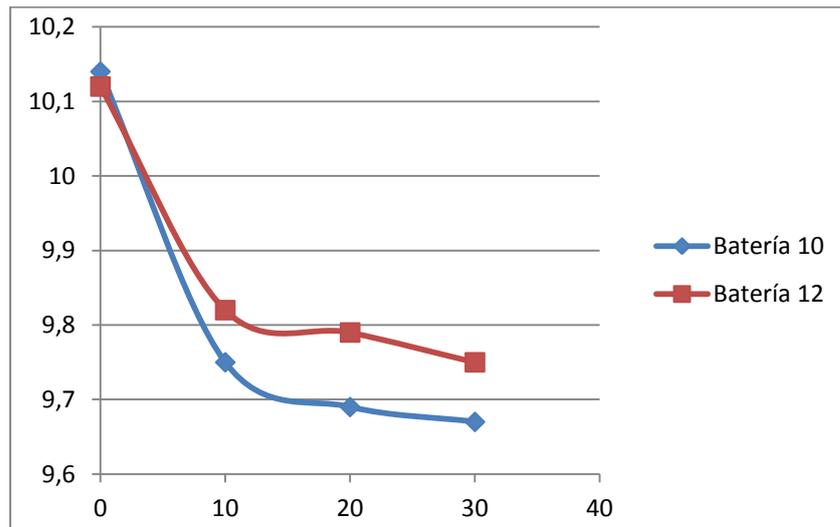


Ilustración 72: Caída de voltajes de las baterías 10 y 12 en buen estado.

Las batería diez empieza la prueba con 10.14 voltios y termina con 9.67 perdiendo 0.47 voltios, y en el caso de la batería doce empieza con 10.11 voltios y termina 9.75 perdiendo 0.36 voltios

En el caso de estas baterías el voltaje que se pierde en treinta minutos es mínimo, razón por la cual se determina que su estado es bueno y de estas se escoge las de mayor voltaje para remplazar las baterías averiadas del boque dos.

Las baterías del bloque de repuesto consideradas malas fueron las siguientes:

Tabla 14. Baterías en mal estado después de la prueba.

MINUTOS	10	20	30	40	ESTADO
	VOLTAJE				
Batería 1	10.90	9.70	9.50	4,80	Malo
Batería 5	10.00	9.65	9.40	5.10	Malo
Batería 6	10.08	9.70	9.40	6.20	Malo
Batería 9	10.17	9.60	9.10	4.50	Malo
Batería 11	10.11	9.49	9.10	3.60	Malo

Estas baterías son consideradas en mal estado por que al momento de aplicarles un consumo su voltaje cae drásticamente dentro del tiempo establecido de treinta minutos como se muestra en la **Tabla 14** a comparación de las baterías en buen estado que mantienen su voltaje durante más tiempo.

Estas baterías no pueden ser tomadas como repuesto, puesto que al momento de desarmar este bloque de repuesto se verifico que tienen daños, en unos casos se encuentran quemados y en otros casos las celdas se encontraron rotas.

Baterías 1,5 y 6

En la **Ilustración 73** se muestra que la batería uno empieza la prueba con 10.90 voltaje alto en comparación a las demás baterías estudiadas lo que aparentemente señala un buen inicio y que la batería se encuentre en buen estado, pero al momento que transcurre el tiempo establecido para la prueba el voltaje cae a 4.80 voltios lo que indica una pérdida de 6.10 voltios, en el caso de la batería cinco su voltaje inicial es de 10 voltios y termina 5.10 perdiendo 4.90 voltios y la batería seis pierde 3.88 voltios.

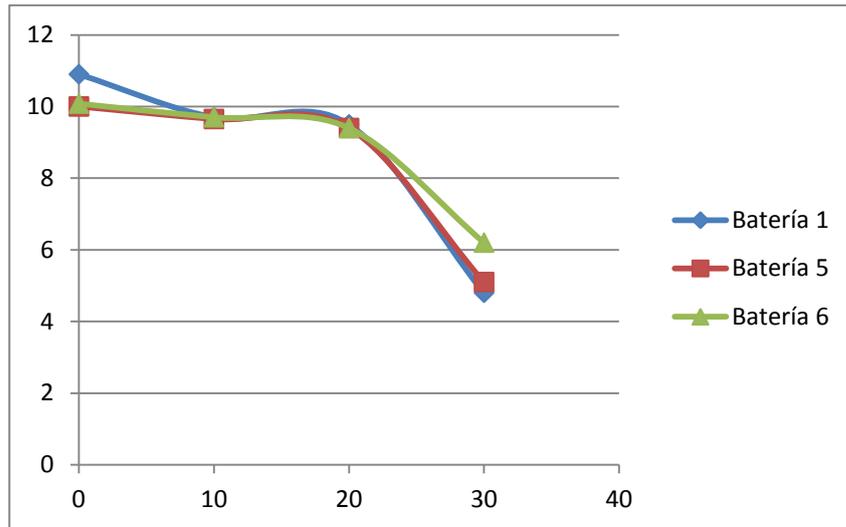


Ilustración 73: Caída de voltajes de las baterías 1,5 y 6 en mal estado.

Baterías 9 y 11.

En el caso de la las batería nueve como se muestra en la **Ilustración 74** empieza la prueba con 10.17 voltios y el voltaje cae a 4,50 voltios perdiendo 5.67 voltios, y la baterías once empieza con 10.11 voltios y cae a 3.60 perdiendo 6.51 voltios estas baterías son las que se encuentran en peor estado.

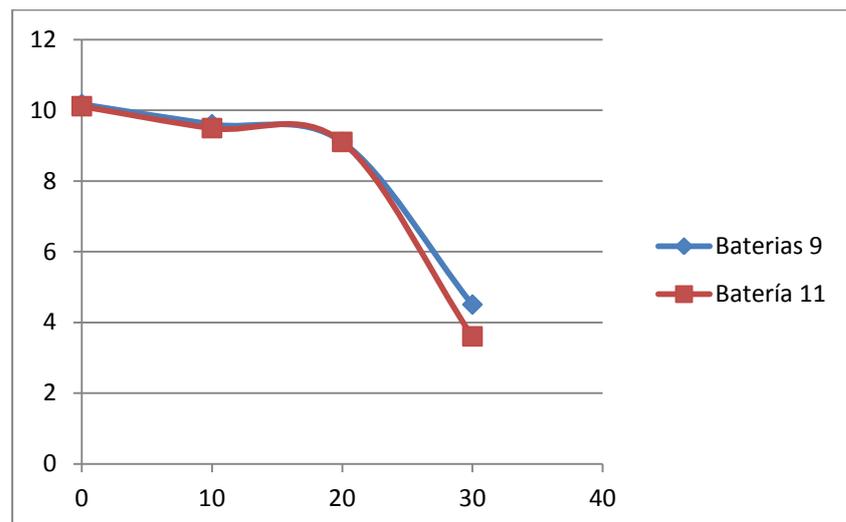


Ilustración 74: Caída de voltajes de las baterías 9 y 11 en mal estado.

Los valores de los voltajes que se pierden en estas baterías son bastante altos, por esta razón son consideradas como baterías en mal estado y no se les puede tomaren cuenta como baterías de repuesto.

Después de determinar las baterías en buen estado se arma un bloque nuevo como se muestra en la tabla 8 el voltaje máximo que corresponde la batería doce es 9.56 voltios y comparando con el voltaje mínimo que corresponde a la batería siete que tiene 9.45 voltios la diferencia de tan solo 0.11 voltios por lo que este nuevo bloque será usado para remplazar el bloque dos y realizar pruebas en el vehículo para analizar su funcionamiento.

Pese a estos óptimos resultados el total de volteje de este nuevo bloque es inferior a 69.12 voltios que es el voltaje máximo que puede llegar este bloque por lo que es necesario someter este bloque a una prueba de carga y descarga con el dispositivo de diagnóstico y carga para mantenimiento de baterías híbridas.

Ya realizada la prueba el voltaje total de este bloque es 69.04 voltios y quedan establecidos como se muestran en la **Tabla 9** que si se compara con el voltaje máximo que soporta este bloque queda abajo solo por 0.08 voltios, por lo que este bloque junto con el bloque uno y tres antes analizados se encuentran listos para ser usados en el vehículo.

Cuando se montó las baterías ya al vehículo lo ideal fue conectar el scanner al sistema híbrido y realizar una prueba de ruta para observar los datos de la batería que como se muestra en la **Tabla 10** el volteje total de esta batería es de 325.17 voltios lo que significa que es 20.24 voltios menor que al voltaje máximo de la batería 345.6 voltios de este vehículo, si a este valor de volteje perdido se le divide para 30 que es número total de celdas resultaría que se pierde 0.68 voltios por celda, este valor es bajo y no afecta en el funcionamiento del vehículo por lo que se considera aceptable.

Cabe recalcar que el voltaje con el que termino la batería después de su mantenimiento es 325.17 voltios y el voltaje con el que estaba la batería cuando presentaba la falla era de 302.62 voltios, existen 22.55 voltios recuperados por lo que se justifica el mantenimiento de esta batería concluyendo que el proceso de carga y descarga ayudo a que la batería mejore su estado de carga, esto se verá reflejado principalmente en la autonomía y desempeño del vehículo, puesto que si la batería se carga en menor tiempo de mayor voltaje el vehículo permanecerá por mas ciclos trabajando de manera eléctrica que es el principal beneficio de este tipos de vehículos para reducir las emisiones contaminantes.

5.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

5.1. CONCLUSIONES.

- Se logro construir un equipo con el que se puede diagnosticar y cargar la batería de alto voltaje de un auto hibrido.
- Mediante el estudio de los componentes del sistema hibrido se pudo llegar a establecer un circuito eléctrico que simule las acciones de carga y descarga de la batería de alta tensión de un vehículo hibrido permitiendo construir un dispositivo con el que se pueda evaluar y dar mantenimiento a esta.
- El código de falla en una batería hibrida se da cuando la resistencia interna de la batería es más alta que el valor estándar y cuando el voltaje de los paquetes varía uno del otro por más de un voltio.
- El proceso de carga y descarga realizada ayudo a recuperar 22.55 voltios en esta batería concluyendo el proceso de mantenimiento satisfactoriamente.
- Los paquetes ocho y nueve del bloque dos fueron catalogados como averiados por tener una diferencia de 1,61 voltios con relación a la celda de mayor voltaje, diferencia que no se logró contrarrestar con el proceso de carga y descarga por lo que fue necesario que sean remplazadas.
- Con la prueba de caída de voltaje se pude determinar el estado de las celdas en relación al tiempo que mantienen su voltaje llegando a establecer que las que caen el voltaje en treinta minutos o menos son consideradas malas y las que mantienen su voltaje son consideradas buenas y se las puede usar como repuesto.

5.2. RECOMENDACIONES.

- Tener en cuenta las normas de trabajo y seguridad con respecto a diagnosticar fallos en el sistema híbrido debido al alto voltaje con el que trabajan los elementos de este tipo de vehículos para evitar accidentes.
- El uso de un equipo como el scanner automotriz ayuda en el diagnóstico de fallas en un vehículo, en este caso el poder tener los datos de voltajes y de temperatura de la batería antes y después de prestar el mantenimiento a la misma ayuda a arreglar el problema de manera técnica sin errores y con una pauta muy clara del inconveniente.
- El seguir las normas de trabajo en el proceso de mantenimiento es fundamental para evitar el daño de componentes y tener resultados satisfactorios en el proceso.
- Después de retirar el conector de servicio o jumper de seguridad es importante esperar diez minutos con el objetivo de que se descargue el capacitor que se encuentra dentro del inversor y así evitar daños en el mismo.
- La limpieza del óxido que se presenta en los contactos de la batería puede ser una de las causas principales para que el funcionamiento se vea afectado, por lo que es fundamental realizar una limpieza antes de diagnosticar cuales son las baterías averiadas.
- Realizar varios procesos de carga y descarga de la batería a un amperaje bajo de uno o dos amperios favorece a que este proceso sea más eficiente y a que la batería recupere su estado óptimo.

- Se recomienda a futuros estudiantes interesados en este proyecto la implementación de mayor número de voltímetros que permitan medir más cantidad de paquetes de una batería, lo que permitirá analizar baterías más grandes sin necesidad de desarmarlas, lo que ahorraría tiempo y colocar los consumidores de corriente que fuera del mueble por la temperatura que emanan.

BIBLIOGRAFÍA.

- Aficionados a la Mecánica. (s.f.). Recuperado el 15 de diciembre de 2013, de Vehículos Híbridos: <http://www.aficionadosalamecanica.net/hibridos-prius.htm>
- Álvarez, M. L. (2004). Innovación tecnológica y contaminación ambiental. Economía, 3,4.
- Audi. (2007). Efficiency is not a buzzword for us. It is the result of years of diligent work.
- Augeri, F. (11 de Septiembre de 2010). Batería de Alta Tensión en el Toyota Prius Híbrido. Folleto, CISE Electronics, Buenos Aires, Argentina.
- Augeri, F. (2012). Leccion Curso Hibridos, Operacion de la Bateria de Alta Tension. Folleto, CISE Electronics, Buenos Aires, Argentina.
- Augeri, F. (2012). Leccion Introduccion a Vehiculos Hibridos. Folleto, CISE Electronics, Buenos Aires, Argentina.
- Augeri, F. (2010). Ford Escape Híbrido. Folleto, CISE Electronics, Buenos Aires.
- Barroso, A. (3 de julio de 2013). Desde el motor de vapor hasta el coche eléctrico. Recuperado el 31 de octubre de 2013, de Suite: <http://suite101.net/article/desde-el-motor-de-vapor-hasta-el-coche-electrico-a42490>
- Callery, S. (2008). Victo Wouk, The father of the Hybrid car. California: Mark Shachner.
- Carney, D. (2013). Briggs and Stratton . Autos, 1,2.
- Corporation Volvo Car. (2005). Manual Volvo. Recuperado el 30 de noviembre de 2013, de http://ftp.clubvolvo.ru/MANUALS_VOLVO/volvo_850_glt_owners_manual_1993.pdf
- Costas, J. (25 de Junio de 2009). Historia del coche híbrido: la tecnología se perfecciona. Motorpasion.

- Espinoza, L., Erazo, G., & Mena, L. (2012). Diseño y aplicación de un protocolo de mantenimiento, diagnóstico y reparación del sistema de baterías de vehículos híbridos. Latacunga, Cotopaxi, Ecuador.
- FITSA, Fundación Instituto Tecnológico para la Seguridad del Automovil. (2007). Tecnologías de propulsión híbridas y las evidencias científicas de su eficacia. (FITSA, Ed.) Recuperado el 1 de diciembre de 2013, de <http://www.bubok.es/libros/169416/tecnologias-de-propulsion-hibridas-resumen-13-evidencia-cientifica>
- Ford, B. (2004). Our route to sustainability.
- Fraile, C. N. (2006). Corazón Verde.
- González, M. (2010). El motor del futuro.
- Hellamex. (2011). Funcionamiento y Sistema de Carga. Naucalpan.
- Hernández, H. R. (2012). En tensión Aspectos de seguridad en vehículos eléctricos-híbridos:comportamiento y manipulación. Electromecánica, 51,52,53.
- Hormaeche, J., & Pérez, Á. (1 de Noviembre de 2008). El petróleo y la energía. Vasco: Central de Servicios de Publicaciones del Gobierno de Vasco.
- Indumental Reciclyng; Ametic. (21 de Diciembre de 2012). ANEXO 2 DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS CLAVE EN EL SISTEMA DE GESTIÓN DE BATERÍAS DE VEHÍCULOS. Recuperado el 17 de noviembre de 2013, de https://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&ved=0CCkQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.ametic.es%2FDescargarDocumento.aspx%3Fidd%3D4961&ei=ZbbzUtqgC9CLkAf82IHYAw&usg=AFQjCNGKaFXLod3PcpsNarMh-PRxWGg6rQ&sig2=SNQnaPsthzueyP7_I4QBVA&bvm
- Kiyoshima, I. (2006). Toyota.
- Ludvigsen, K. (2009). Ferdinand Porsche- Genesis of Genius.
- Macías, L. M. (2004). Construcción de un Automóvil Híbrido. Universidad de Guadalajara, CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS EXACTAS E INGENIERIAS, Guadalajara.

- Martínez, A. (2008). Trayectoria Productiva y Tecnológica de General Motors. Recuperado el 10 de noviembre de 2013, de https://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&ved=0CDQQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.uaq.mx%2Finvestigacion%2Frevista_ciencia%40uaq%2FArchivosPDF%2Fv2-n2%2FTrayectoria.pdf&ei=t9TzUsaPCpOLkAeU_IDADg&usg=AFQjCNGIZbaEFxEL0k5IBhXVABSA
- Martínez, J. (2009). Autos Híbridos. 4.
- Martínez, V. A. (18 de Enero de 2007). Motores de combustión Interna. Sant Celoni.
- Medina, H. C. (2012). DISEÑO Y DESARROLLO DE UNA LINEA DE ENSAMBLE PARA. Recuperado el 29 de octubre de 2013, de <https://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&ved=0CDMQFjAB&url=http%3A%2F%2Fwww.ptolomeo.unam.mx%3A8080%2Fxmlui%2Fbitstream%2Fhandle%2F132.248.52.100%2F1871%2FInforme.pdf%3Fsequence%3D1&ei=4NfzUtKJKYTJkAfcq4CABw&usg=AFQjCNED4>
- Megger. (2012). Guía para pruebas de baterías. Recuperado el 22 de noviembre de 2013, de https://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&ved=0CCkQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.unitronics-electric.com%2Fpdf%2Farticulos%2FBatteryTestingGuideES_2_1.pdf&ei=2tPzUr2_GceTkQfp0oDYCw&usg=AFQjCNHJivW4c-H5jCLVt2EcsMSzelpUuQ&sig2=i
- NISSAN. (2009). Tráfico y seguridad vial. Recuperado el 21 de noviembre de 2013, de <http://www.dgt.es/revista/archivo/pdf/num198-2009-banco.pdf>
- Toyota. (3 de Octubre de 2012). Evolución de las Baterías. Recuperado el 6 de Septiembre de 2013, de <http://www.motorpasion.com/espaciotoyota/como-han-evolucionado-las-baterias-para-hibridos-hasta-llegar-a-las-actuales>

- Toyota. (2012). Manual Prius. Recuperado el 3 de Septiembre de 2013, de http://www.toyota.com/content/ebrochure/2013/prius_ebrochure.pdf
- Toyota. (2013). The hybrid that started it all. Recuperado el 6 de Octubre de 2013, de <http://www.toyota.com/prius/>
- Toyota Motor . (2009). Hybrid 2010 model 3rd generation.
- Toyota Prius. (2012). Plug-in híbrido.
- Transpart. (2012). Recuperado el 6 de diciembre de 2013, de <http://www.transpart.com/7.html>
- Viera, P. J. (Abril de 2003). Carga rápida de baterías de níquel de media y gran capacidad. Oviedo.
- Wagan Tech. (2010). Battery Jumper. Hayward.
- Zambrano, A. (18 de Junio de 2012). La República. Ecuador eleva impuestos de importación de vehículos, alcohol, y otros, págs. 1,2.

ANEXOS.

- Guía de práctica.



PRACTICA Nº 1

TITULO: Diagnostico de fallas en los paquetes de la batería de alto voltaje de un auto hibrido.

Objetivos:

- Reconocer los elementos y el funcionamiento del equipo de diagnostico y carga para mantenimiento de baterías de vehículos híbridos.
- Diagnosticar fallos en la batería de alto voltaje de un vehículo hibrido utilizando el equipo de diagnostico para mantenimiento de baterías de vehículos híbridos propuesto en la presente tesis.

Bases conceptuales:

Las baterías que usan los vehículos híbridos para su funcionamiento son de níquel metal, las características como: forma, tamaño, ubicación, distribución y número de sus componentes, el voltaje que puede ir desde 170 hasta 360 aproximadamente, cambian según el fabricante y modelo de vehículo en esta práctica se analizara el estado de la batería del Toyota Highlander, puesto que el taller de la universidad cuenta con esta batería, misma que tiene las siguientes características:

Tipo de batería = Níquel Metal.

Numero de módulos = 240.

Voltaje de cada módulo = 1.2 voltios.

Numero de celdas = 30

Voltaje de cada celda = 9,6 voltios.

Numero de paquetes = 15.

Voltaje de cada paquete conectados en serie = 19.2 voltios.

Voltaje nominal de la batería = 288 voltios.

Tipo de conexión entre packs = conexión en serie.

Potencia = 1.9 kw

Esta batería se encuentra abajo de los asientos posteriores del vehículo y es de mayor tamaño que los modelos anteriores está dividida en tres bloques como se muestra en la **figura 1**, tiene tres ventiladores uno para cada bloque, 5 sensores de temperatura, la unidad electrónica de control (ECU) de la batería monitorea el voltaje en 15 lugares diferentes, en este caso el bloque de junta que contiene los relés de potencia, la resistencia y el sensor de corriente tipo hall es más visible lo que permite reemplazar cualquiera de estos elementos con facilidad en el caso de que sea necesario, (Augeri, Batería de Alta Tensión en el Toyota Prius Híbrido, 2010)

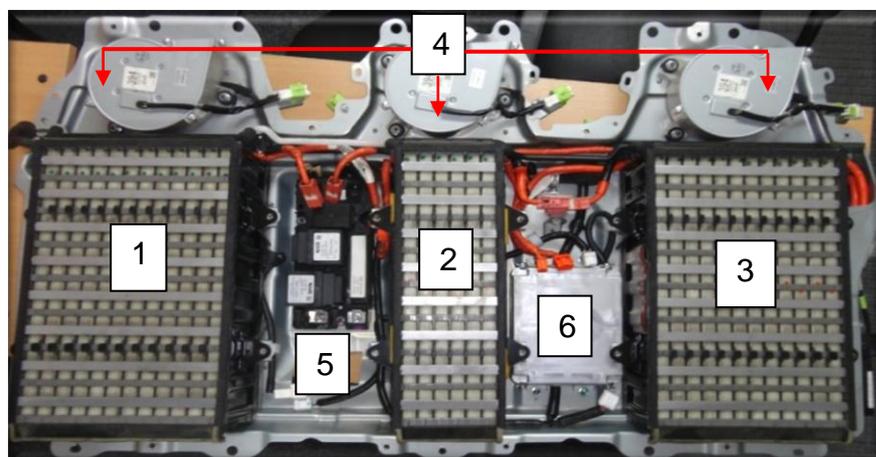


Figura 1. Batería Toyota Highlander.

- 1.- Bloque uno.
- 2.- Bloque dos.
- 3.- Bloque tres.
- 4.- Ventiladores.
- 5.- Conjunto de relés de activación.
- 6.- Unidad electrónica de control (ECU de la batería).

Material:

- Equipo de carga para mantenimiento de baterías de autos híbridos.
- Multímetro automotriz.
- Guantes aislantes.
- Juego de dados.
- Batería de alto voltaje Toyota Highlander.

Método:

- Establecer grupos y puesto de trabajo de trabajo.
- Verificar material de trabajo.
- Identificar y retirar los bloques de la batería de la carcasa a la mesa de trabajo, para esto hay que desconectar los cables de alta tensión de color naranja que conectan en serie los tres bloques, los ductos de refrigeración y los sensores de temperatura que conectan cada bloque a la unidad electrónica de control de la batería.
- Observar que no existan contaminación de óxido en las placas que unen las celdas en serie, en caso de existir primero se debe desmontar las placas e eliminar el óxido.
- Colocar el bloque con los contactos de las celdas frente al equipo, se identifican los cables que salen de la bornera ubicada en la pieza

B del equipo los cable positivo de color rojo, el negativo de color negro y los cables enumerados del uno al diez, así el cable negativo del equipo se conecta en la primera celda negativa de color negro del bloque, el cable número uno que sale de la bornera proviene del voltímetro uno y se conecta la primer paquete, el cable número dos proviene del voltímetro dos y se conecta al segundo paquete y así sucesivamente hasta conectar los seis paquetes como se muestra en la figura 2, (doce baterías) en el caso del bloque uno y tres, en el caso del bloque dos son tres paquetes (seis baterías).

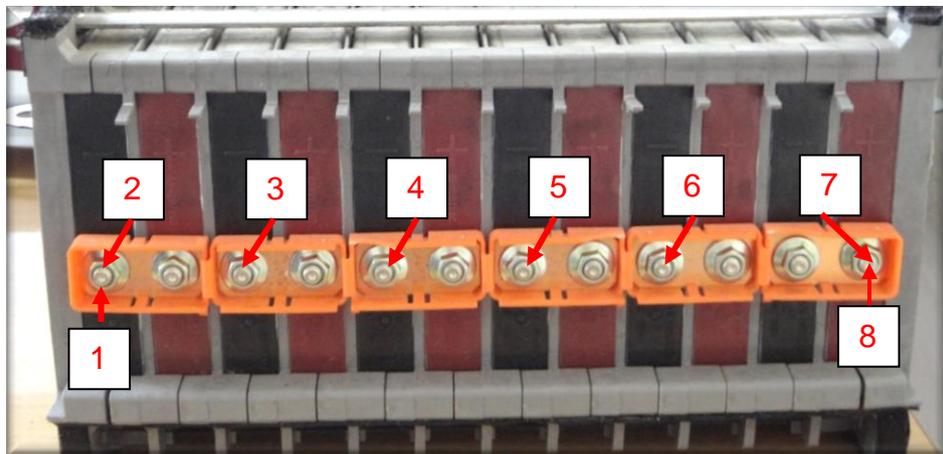


Figura 2. Conexión del bloque de la batería al dispositivo.

- 1.- Conexión del cable negativo del equipo a la celda negativa del bloque.
- 2.- Conexión del cable número uno de la bornera al paquete uno del bloque.
- 3.-Conexión del cable número dos de la bornera al paquete dos del bloque.
- 4.-Conexión del cable número tres de la bornera al paquete tres del bloque.
- 5.-Conexión del cable número cuatro de la bornera al paquete cuatro del bloque.
- 6.-Conexión del cable número cinco de la bornera al paquete cinco del bloque.

7.-Conexión del cable número seis de la bornera al paquete seis del bloque.

8.- Conexión del cable positivo del equipo a la celda positiva del bloque.

Se procede a realizar el proceso de carga para lo que es necesario verificar que el equipo esté conectado a la red eléctrica, activar la opción de carga a través de los interruptores que activan esta función en el dispositivo y estar pendiente del amperímetro designado a medir la carga, es fundamental conocer el voltaje máximo que puede almacenar la batería que se va a cargar, para esto se procede a realizar un cálculo tomando en cuenta los siguientes parámetros:

NB=Numero de baterías.

VB=Voltaje de cada batería.

VN= Voltaje Nominal.

VM= Voltaje Máximo de carga.

Bloque uno y tres:

NB=12 baterías.

VB= 9,6 voltios.

$VN = NB \times VB = 12 \times 9,6 = 115,2$ voltios

VN= 115,2 voltios

$VM = VN \times 20\% = 115,2 \text{ voltios} \times 20\% = 138,24$ voltios.

VM= 138,24 voltios.

Bloque dos:

NB= 6 baterías.

VB= 9,6 voltios.

$VN = NB \times VB = 6 \times 9,6 = 57,6$ voltios

VN= 57,6 voltios

$VM = VN \times 20\% = 57,6 \text{ voltios} \times 20\% = 69,12 \text{ voltios.}$

$VM = 69,12 \text{ voltios.}$

Nota: El valor de estos parámetros varían de acuerdo a las características de la batería que se está evaluando.

- Una vez identificado el voltaje máximo que soporta cada batería se conecta un multímetro en el borne negativo y positivo de la batería para censar el voltaje e interrumpir la carga al momento de que llegue a 138.24 voltios en el caso del bloque uno y tres, en el caso del bloque dos 69,12 voltios.
- Para el proceso de descarga no existe ningún voltaje mínimo que se tenga como referencia, lo mejor es descargar la batería al mínimo, para lo que se procede a cambiar la función del dispositivo mediante los interruptores asignados a descarga, se puede verificar esta función por medio del amperímetro que mide la descarga en el dispositivo.

Cuestionario de Investigación

1.- ¿Cuales son los códigos de falla que se activan al existir daños en la batería de alto voltaje en un vehículo híbrido?

2.- ¿Qué características tienen las baterías de los modelos de vehículos híbridos de las marcas Toyota y Ford?

3.- ¿Cuáles son los elementos que forman el circuito eléctrico del dispositivo de carga para mantenimiento de baterías de vehículos híbridos?

4.- ¿Cuáles son las funciones de la unidad electrónica de control del sistema híbrido en el funcionamiento del vehículo?

Bibliografía

- Augeri, F. (2012). *Lección Curso Híbridos, Operación de la Batería de Alta Tensión*. Folleto, CISE Electronics, Buenos Aires, Argentina.
- Augeri, F. (2012). *Lección Introducción a Vehículos Híbridos*. Folleto, CISE Electronics, Buenos Aires, Argentina.
- *Aficionados a la Mecánica*. (s.f.). Recuperado el 15 de diciembre de 2013, de Vehículos Híbridos: <http://www.aficionadosalamecanica.net/hibridos-prius.htm>
- Toyota. (3 de Octubre de 2012). *Evolución de las Baterías*. Recuperado el 6 de Septiembre de 2013, de <http://www.motorpasion.com/espaciotoyota/como-han-evolucionado-las-baterias-para-hibridos-hasta-llegar-a-las-actuales>.

- Manual de usuario.

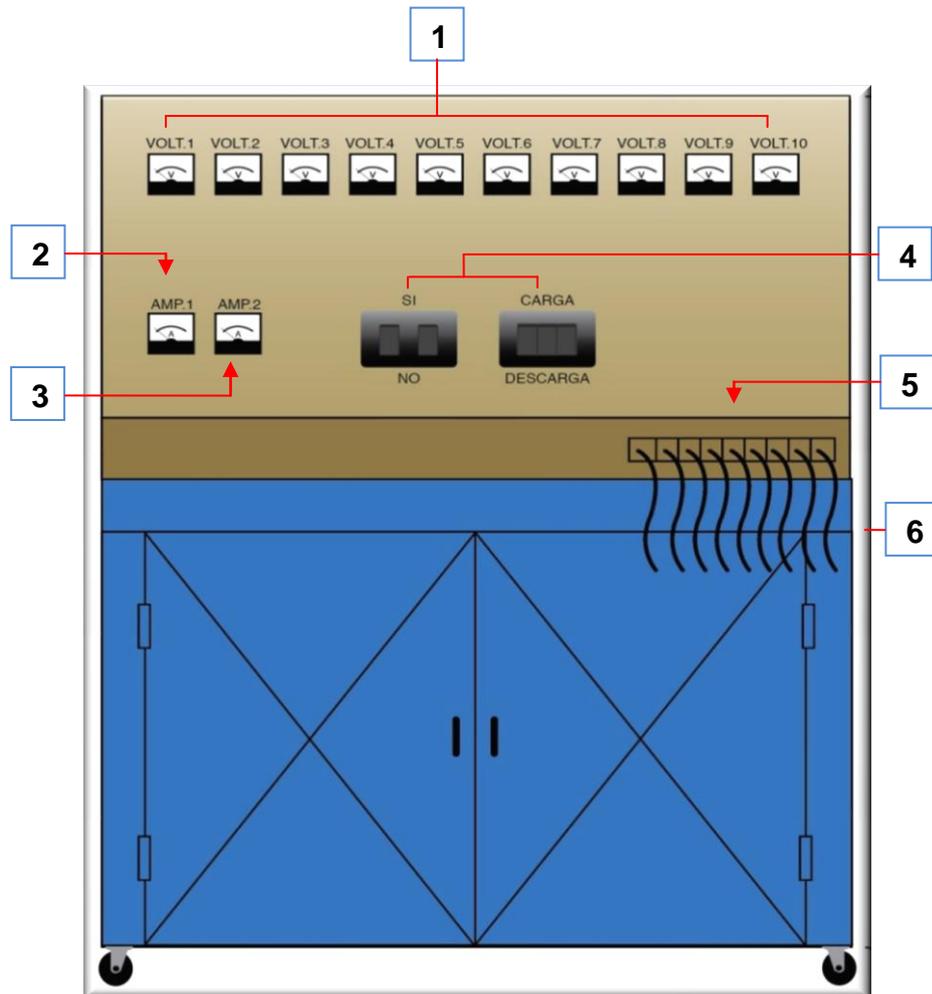


Figura 1. Elementos del equipo.

- 1.- Voltímetros censan el voltaje de los paquetes conectados.
- 2.- Amperímetro censa el amperaje de carga.
- 3.- Amperímetro censa el amperaje de descarga.
- 4.- Interruptores de activación para carga y descarga
- 5.- Bornera con cables de conexión a la batería.
- 6.- Conexión a la red eléctrica 110 voltios.

- Verificar que los interruptores de activación se encuentren en posición NO.
- Encender el equipo conectando a la red eléctrica (110 voltios).

- Conectar en orden cada uno de los cables ubicados en la bornera al bloque de batería que se va analizar así:
- El cable positivo del equipo se conecta en la primera celda negativa bloque, el cable número uno que sale de la bornera proviene del voltímetro uno y se conecta la primer paquete, el cable número dos proviene del voltímetro dos y se conecta al segundo paquete como se muestra en la **Figura 2.**y así sucesivamente hasta conectar todos paquetes finalmente se cierra el circuito conectando el cable negativo del bloque al último paquete, quedando conectado como se muestra en la **Figura 3.**

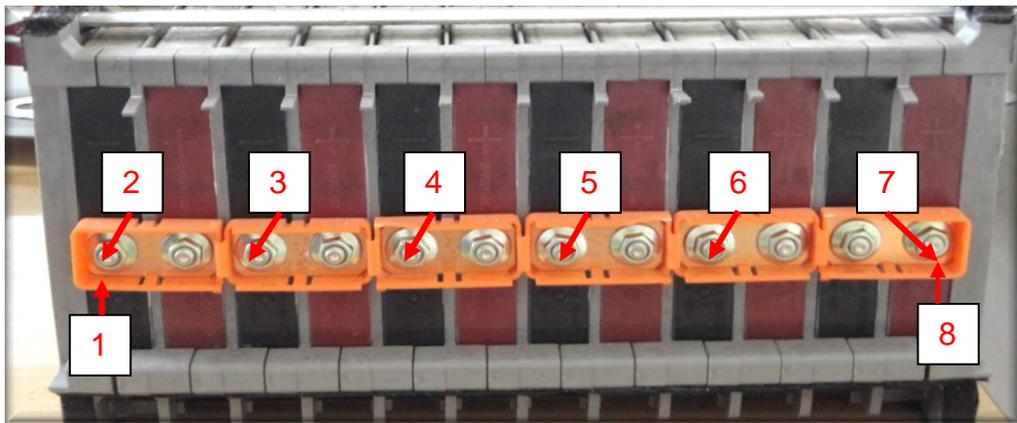


Figura 2. Conexión del bloque de la batería al dispositivo.

- 1.- Conexión del cable positivo del equipo a la celda negativa del bloque.
- 2.- Conexión del cable número uno de la bornera al paquete uno del bloque.
- 3.-Conexión del cable número dos de la bornera al paquete dos del bloque.
- 4.-Conexión del cable número tres de la bornera al paquete tres del bloque.
- 5.-Conexión del cable número cuatro de la bornera al paquete cuatro del bloque.
- 6.-Conexión del cable número cinco de la bornera al paquete cinco del bloque.
- 7.-Conexión del cable número seis de la bornera al paquete seis del bloque.
- 8.- Conexión del cable negativo del equipo a la celda positiva del bloque.

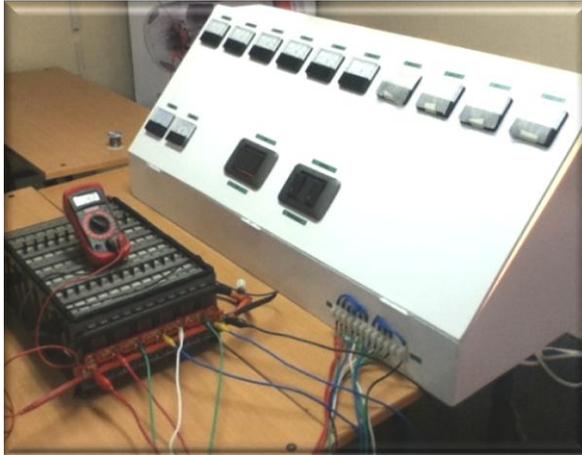


Figura 3. Conexión del bloque de batería al equipo.

- Con el equipo conectado a la batería se activa la opción SI de los interruptores y la opción carga para proceder con el proceso de carga de la batería y para descargar se coloca en opción NO, se activa la opción descarga y se vuelve a activar la opción SI.
- Para este proceso es importantes conectar el positivo del multímetro al positivo del equipo y el negativo del multímetro al negativo del equipo para de esta manera monitorear el voltaje de carga y descara como se muestra en la **Figura 3**.

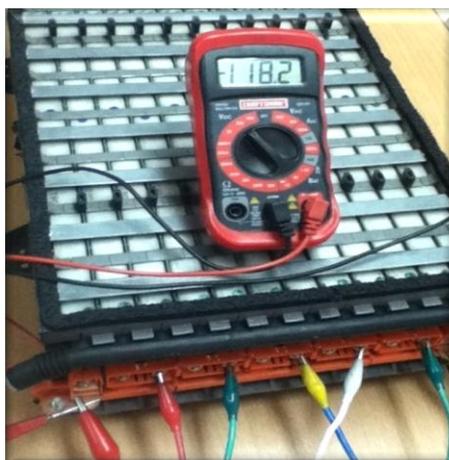


Figura 3. Conexión de un milímetro al bloque de batería.

- Finalmente cuando se ha terminado el proceso de carga o descarga se coloca la opción NO en los interruptores de activación y se procede a desconectar los cables del bloque analizado y de la red eléctrica.