

Libro electrónico del alumno

Septiembre de 2024



**Co-funded by
the European Union**

Financiado por la Unión Europea. No obstante, los puntos de vista y opiniones expresados son responsabilidad exclusiva del autor o autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea o la Agencia Ejecutiva en el Ámbito Educativo y Cultural (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA pueden ser consideradas responsables de las mismas.

INTRODUCCIÓN

El proyecto EVTECH aspira a aumentar la oferta, la calidad y la pertinencia de la educación y formación profesionales (EFP) en el sector de la automoción, con el fin de hacer frente a las nuevas necesidades profesionales y a los desajustes de cualificaciones derivados de la creciente adopción de los vehículos eléctricos. El proyecto ha desarrollado un plan de estudios con oportunidades de aprendizaje basadas en el trabajo sobre el servicio, mantenimiento y reparación de vehículos eléctricos. Además de los típicos procedimientos de mantenimiento y reparación específicos de los vehículos eléctricos, se hace hincapié en aspectos que actualmente faltan en los cursos existentes (por ejemplo, sistemas informáticos, visualización de datos y protocolos de seguridad).

Este libro electrónico es un punto de entrada al curso EVTECH y se basa en la estructura del plan de estudios del proyecto. Su objetivo es ofrecer una visión breve y completa del curso desarrollado por el consorcio EVTECH y, concretamente, por los socios que participan directamente en el ámbito de la industria automovilística, a saber, FREMM (España), CKZ (Polonia) y CELF (Dinamarca). El curso está dirigido a técnicos de automoción y estudiantes de Educación y Formación Profesional Inicial (EFPI) de Programas de Técnico de Automoción, que deseen ampliar sus conocimientos técnicos y sus competencias digitales, así como mantenerse al día de las tendencias del sector para hacer frente a los nuevos requisitos del lugar de trabajo.



ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	2
MÓDULO 1: EV ESSENTIALS	4
1.1 VISIÓN GENERAL DE LA TECNOLOGÍA EV	4
1.2 APLICACIONES DISPONIBLES EN LA ACTUALIDAD	5
1.3 ARQUITECTURA EV (COMPONENTES PRINCIPALES).....	6
1.4 SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA	8
1.5 RECARGA DE BATERÍA.....	9
1.6 FUNCIONAMIENTO DE LOS MOTORES ELÉCTRICOS.....	10
MÓDULO 2: ELECTRICIDAD Y ELECTRÓNICA DEL VEHÍCULO	12
2.1 CIRCUITOS ELÉCTRICOS DE VEHÍCULOS LDC - PRINCIPIOS Y PROPIEDADES DEL MAGNETISMO APLICADOS A LOS DISPOSITIVOS DE CIRCUITOS DE VEHÍCULOS	12
2.2 INTERPRETACIÓN DE LOS ESQUEMAS ELÉCTRICOS.....	13
2.3 DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN DE CIRCUITOS	14
2.4 PRINCIPIOS Y MÉTODOS DE PUESTA A TIERRA	15
2.5 DIAGNÓSTICO, REPARACIÓN Y MANTENIMIENTO DE SISTEMAS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS	15
MÓDULO 3: APLICACIÓN PRÁCTICA DE LAS TECNOLOGÍAS DE VE Y MEDICIÓN EN SISTEMAS DE AT.....	17
3.1 EXPLICACIÓN DEL SISTEMA BÁSICO DE ALTA TENSIÓN - HÍBRIDO COMPLETO	17
3.2 EXPLICACIÓN DEL SISTEMA BÁSICO DE ALTA TENSIÓN - HÍBRIDO ENCHUFABLE.....	18
3.3 EXPLICACIÓN BÁSICA DEL SISTEMA DE ALTA TENSIÓN - VEHÍCULO TOTALMENTE ELÉCTRICO	19
MÓDULO 4: BATERÍAS Y BMS	20
4.1 INTRODUCCIÓN A LA TECNOLOGÍA DE LAS PILAS - ELECTRICIDAD	20
4.2 LA APLICACIÓN DE LAS BATERÍAS DE ALTA TENSIÓN	21
4.3 BATERÍAS, INCLUIDA LA BMS, EN VEHÍCULOS ELÉCTRICOS E HÍBRIDOS ELÉCTRICOS	22
MÓDULO 5: SEGURIDAD EN EL TRABAJO.....	23
5.1 RIESGOS Y DESAFÍOS POTENCIALES DURANTE LA REPARACIÓN, MANIPULACIÓN O MANTENIMIENTO DE EV	23
5.2 INSTALACIÓN ELÉCTRICA Y SEGURIDAD FUNCIONAL DEL SISTEMA	24



5.3 SEGURIDAD DEL SISTEMA DE BATERÍAS.....	26
5.4 HERRAMIENTAS Y EQUIPOS PARA TÉCNICOS DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS	27

MÓDULO 1: EV ESSENTIALS

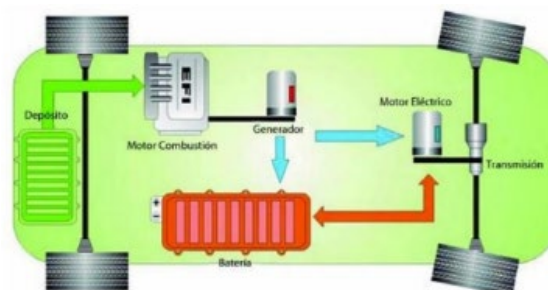
1.1 VISIÓN GENERAL DE LA TECNOLOGÍA EV

Vehículos eléctricos híbridos (VHE)

El funcionamiento de un vehículo híbrido (HEV - Hybrid Electric Vehicle) se basa en la combinación de dos tipos de motores, uno eléctrico y otro convencional (motor de combustión interna) a través de un sistema de control híbrido y un paquete de baterías. En general, un vehículo híbrido funciona como uno convencional al que se ha añadido un motor eléctrico.

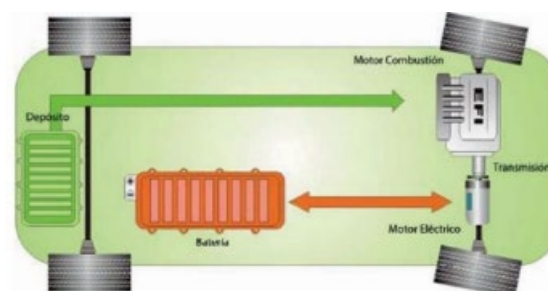
Vehículos híbridos de serie

Este vehículo es propulsado únicamente por el motor eléctrico gracias a la energía eléctrica suministrada por un generador, que está alimentado por un motor de combustión interna (ICE).



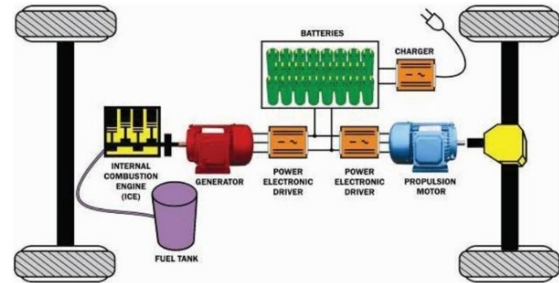
Vehículos híbridos paralelos

En los vehículos híbridos de arquitectura paralela, tanto el motor de combustión (ICE) como el motor eléctrico de tracción (TEM) trabajan simultáneamente para poner en movimiento las ruedas del vehículo.



Vehículos eléctricos híbridos enchufables (PHEV)

Los vehículos eléctricos híbridos enchufables (PHEV), ya sean híbridos en serie o en paralelo, disponen de una batería preparada para ser cargada no sólo a través del generador eléctrico instalado en el propio vehículo, sino también conectándola a la red eléctrica externa (en un edificio, en una estación de recarga, etc.).



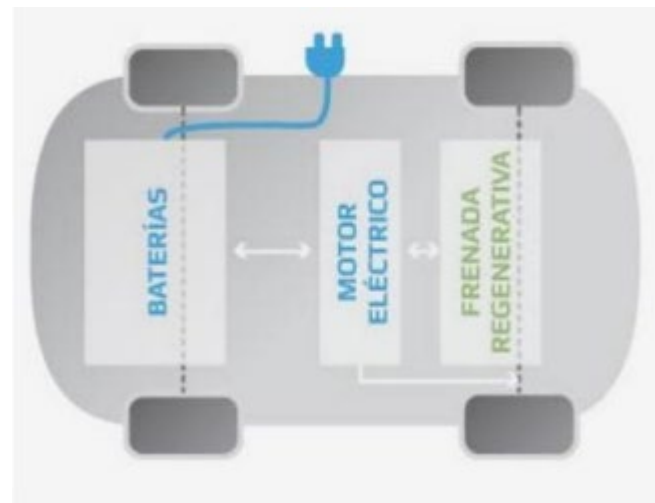
Vehículos híbridos no enchufables

Este tipo de vehículos (híbridos en serie o en paralelo) tienen una batería que no está diseñada para cargarse conectándose a una red eléctrica externa.

Vehículos eléctricos puros (VE)

En estos vehículos, el sistema de tracción consiste en un conjunto de motores eléctricos, alimentados exclusivamente a través de una batería (pack de baterías) instalada en el propio vehículo.

Este tipo de vehículo se denomina eléctrico puro, ya que no tiene otra fuente de energía aparte de la electricidad (no tiene motor de combustión interna).



1.2 APLICACIONES DISPONIBLES EN LA ACTUALIDAD

Motor eléctrico central

Actualmente, en el mercado existen dos tipos fundamentales:

- Vehículos con motor eléctrico central (uno o dos motores)
- Vehículos con motores de cubo de rueda (dos o cuatro motores)

Tipos de bastidor en vehículos eléctricos

- Carrocería sobre bastidor
- Chasis monocasco
- Plataforma para vehículos eléctricos (chasis de monopatín)



1.3 ARQUITECTURA EV (COMPONENTES PRINCIPALES)

Control y regulación de motores

Entender cómo funcionan los motores es esencial en el mundo de los vehículos eléctricos. Los motores síncronos, de uso común, son expertos en adaptarse a diversas condiciones de conducción. El sistema de control, que recuerda a un diagrama con un motor de corriente continua y dos baterías conectadas en serie, es un plano para el control necesario del sistema de tracción.

PotBox (Acelerador)

El PotBox, sinónimo de pedal del acelerador, no es una mera palanca mecánica, sino una interfaz que conecta al conductor con el sistema de control de la cadena cinemática. Permite al conductor fijar los niveles de rendimiento y funciona como conducto principal hacia la unidad de control de tracción.

Controlador (Driver)

El controlador, indistintamente denominado inversor o excitador, desempeña una doble función. Convierte hábilmente la corriente continua de la batería en la corriente alterna trifásica necesaria para alimentar el motor eléctrico.

Cargador integrado y convertidor CC/CC

El convertidor CC/CC reduce eficazmente el voltaje de la batería para alimentar el circuito de bajo voltaje del vehículo, imitando la función de los vehículos convencionales con motor de combustión.

Sistema de gestión de vehículos eléctricos (EVMS)

El EVMS, centro neurálgico de la funcionalidad del VE, controla la carga y descarga de la batería y el circuito de 12 VCC del vehículo. Facilitar la comunicación entre el sistema de gestión de la batería (BMS) y el bus CAN del vehículo, supervisar el estado del pack de baterías, controlar los dispositivos de seguridad y ofrecer datos cruciales a los conductores a través del panel de instrumentos son algunas de sus polifacéticas responsabilidades.

Batería y conexiones eléctricas

La batería es el núcleo de la propulsión de los vehículos eléctricos. Cada paquete de baterías consta de componentes esenciales que salvaguardan su funcionalidad. La presencia de un fusible principal, un sensor de intensidad de corriente y un sistema de gestión de baterías (BMS) garantiza un control y una gestión meticulosos de la tensión y la temperatura de las celdas del pack.

Unidades de control de sistemas eléctricos de alta tensión

Un conjunto de unidades de control garantiza una gestión perfecta de los circuitos de la cadena cinemática. Todas las unidades de control, incluida la MCU (unidad de control del motor) que gestiona las operaciones del motor, el EVMS que supervisa la carga y las numerosas unidades de control incluidas en inversores, cargadores de a bordo y convertidores CC/CC, son esenciales para la funcionalidad y seguridad generales del VE.

Controladores de motor (inversores)

Los controladores de motor, que funcionan como inversores, reciben entradas de alta tensión y distribuyen corriente alterna trifásica esencial para alimentar motores eléctricos.

Estrategias de control motor

Estrategias como PWM, VVVF, FOC, DTC y PID representan la sofisticación en el control de las operaciones del motor, adaptadas a distintos tipos de motor: motores síncronos de imanes permanentes (PMSM) o motores de inducción. Estas estrategias, equipadas con enfoques a medida, garantizan un rendimiento y un par óptimos para cada tipo de motor en diversos escenarios de conducción.

Interruptor de inercia e interruptor de llave (llave de contacto)

La seguridad es primordial en los vehículos eléctricos. Para la seguridad de los pasajeros, el interruptor de inercia desconecta rápidamente los circuitos de alta tensión en caso de colisión. Al mismo tiempo, el interruptor de llave, crucial para el funcionamiento del VE, inicia el suministro de energía controlado y la interacción con el motor eléctrico primario, garantizando una funcionalidad y seguridad sin fisuras.

1.4 SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA

Parámetros fundamentales de la batería

Conocer el voltaje, la capacidad y los valores C de las baterías es crucial para cargarlas y descargarlas de forma segura, evitar daños irreversibles y gestionar su rendimiento. Esto incluye explorar parámetros como la tensión en circuito abierto (OCV), la tensión en circuito cerrado (CCV), la capacidad de la batería, las constantes de carga/descarga (clasificación C) y la tensión mínima admisible (corte) para garantizar una utilización óptima de la batería.

Concepto de batería para vehículos eléctricos

Las baterías de los vehículos eléctricos son conjuntos de celdas de iones de litio interconectadas en configuraciones en serie y en paralelo, cada una de ellas con un voltaje, una capacidad y una clasificación C específicos. Esta configuración determina el rendimiento, el voltaje y la capacidad globales de la batería, esenciales para alimentar los motores eléctricos de los vehículos.



Montaje de una batería

En los vehículos eléctricos (VE), la propulsión del motor eléctrico requiere un conjunto de celdas conectadas en serie y en paralelo para generar la tensión y la corriente necesarias. Este conjunto incluye varios componentes: celdas, un sensor de corriente, un sistema de gestión de baterías (BMS) y una carcasa. Estas piezas no sólo evitan riesgos eléctricos, sino que también proporcionan resistencia mecánica y estanqueidad para condiciones de conducción dinámicas.

Tipos de refrigeración de baterías

- **Refrigeración por aire:** utiliza aire fresco para refrigerar la batería. Es sencillo y rentable, pero la regulación de la temperatura depende de las condiciones externas.
- **Refrigeración líquida:** Se suele utilizar la circulación de un líquido refrigerante a través de la batería. Este método proporciona una refrigeración eficiente y controlada, pero es potencialmente complejo y propenso a las fugas.
- **Refrigeración por fluido AACC:** Utiliza el gas del aire acondicionado del vehículo para refrigerar el pack de baterías, apoyándose en estrategias específicas de control de la temperatura.

1,5 RECARGA DE BATERÍA

Normalización de los sistemas de carga

El capítulo profundiza en la normalización de los sistemas de recarga, tanto dentro como fuera del vehículo, de acuerdo con normas internacionales como la IEC 61851. Desglosa los diferentes modos normalizados de recarga (Modo 1 a Modo 4) y los conectores asociados a cada modo, arrojando luz sobre sus características específicas y su aplicabilidad.

Conectores de carga y pilotos

Se ofrece una visión global de los conectores de recarga normalizados, que abarca diferentes tipos de conectores y sus aplicaciones en distintos modos de carga. Se explican las funciones del piloto de control (CP) y del piloto de proximidad (PP) para facilitar la comunicación y la seguridad durante la recarga.



Sistemas de carga a bordo y fuera del vehículo

Se hace una distinción entre los sistemas de carga embarcados y no embarcados y se explican sus funciones y limitaciones para los distintos modos de carga. Se subraya la necesidad de un cargador a bordo para los modos 1 y 2, al tiempo que se destaca la importancia de los cargadores externos para los modos de carga de mayor potencia.

Sistemas de regeneración de energía y frenado

Se explora el concepto de regeneración de energía en los vehículos eléctricos, detallando los mecanismos implicados en el frenado regenerativo y los sistemas de recuperación de energía cinética (KERS). Destaca la importancia de estos sistemas para aumentar la autonomía de los vehículos, al tiempo que arroja luz sobre sus limitaciones y la necesidad de sistemas de frenado tradicionales.

Estrategias de frenado regenerativo

Se destacan dos estrategias principales en la implementación de sistemas de frenado regenerativo (control en serie y control en paralelo), centrándose en sus enfoques únicos y su impacto en la autonomía del vehículo. También se examina el papel de los sistemas Brake-By-Wire para facilitar las estrategias de frenado regenerativo con control en serie.

1.6 FUNCIONAMIENTO DE LOS MOTORES ELÉCTRICOS

Las principales tecnologías utilizadas en los motores eléctricos para sistemas de tracción incluyen varios tipos:

1. Motores asíncronos trifásicos (motores de inducción)

Estos motores, conocidos como motores de inducción de CA, son robustos, fiables y rentables. Sin embargo, sus limitaciones incluyen velocidades máximas más bajas y una relación par-velocidad menos idónea para determinados sistemas de tracción del vehículo. En configuraciones de tracción a las cuatro ruedas, pueden ser beneficiosos, ya que un motor puede apagarse en situaciones de baja tracción, mitigando algunos problemas de eficiencia presentes en otros tipos de motores.



2. Motores de imanes permanentes (síncronos)

Estos motores utilizan imanes permanentes en el rotor, que ofrecen mayor eficiencia y densidad energética que los motores de inducción. Sin embargo, se enfrentan al elevado coste de los imanes de tierras raras y a la complejidad de gestionar su zona de par constante a bajas velocidades.



3. Motores de reluctancia conmutada

Son una mejora de los motores de imanes permanentes, con un diseño más sencillo que utiliza un rotor sin materiales magnéticos. Aprovechan la resistencia magnética del rotor contra el campo electromagnético para generar movimiento, controlado mediante electrónica de potencia.

4. Motores de flujo axial

A diferencia de las disposiciones de flujo radial, estos motores presentan un flujo de campo magnético paralelo al eje del rotor. Permiten un diseño más compacto y ligero, y proporcionan una mayor densidad energética, ideal para motores eléctricos montados en ruedas.



MÓDULO 2: ELECTRICIDAD Y ELECTRÓNICA DEL VEHÍCULO

2.1 CIRCUITOS ELÉCTRICOS DE VEHÍCULOS LDC - PRINCIPIOS Y PROPIEDADES DEL MAGNETISMO APLICADOS A LOS DISPOSITIVOS DE CIRCUITOS DE VEHÍCULOS

La electricidad y el magnetismo son los fundamentos de los circuitos eléctricos de los vehículos de corriente continua. La electricidad describe el movimiento de cargas eléctricas negativas (electrones) a través de materiales conductores, generando trabajo, como alimentar luces o motores. El concepto de movimiento de cargas se cuantifica en culombios (C), y la corriente eléctrica se mide en amperios (A), representando el flujo de cargas libres dentro de un conductor.

La generación de este movimiento requiere Fuerza Electromotriz (FEM) medida en voltios (V), a menudo suministrada por baterías o alternadores. El sentido de la corriente eléctrica, convencionalmente de positivo a negativo, simplifica el análisis del circuito, aunque el movimiento real sea inverso.

El magnetismo examina el comportamiento de los materiales magnéticos, su interacción y la intensidad de los campos magnéticos medida en Gauss (G) o Tesla (T). Comprender la magnetización, medida en amperios por metro (A/m), describe la alineación de los dipolos magnéticos bajo un campo magnético externo.



La corriente eléctrica crea un campo magnético alrededor de los conductores por los que circula. Este conocimiento es esencial para comprender los fenómenos naturales y diseñar dispositivos tecnológicos como generadores y motores.

2.2 INTERPRETACIÓN DE LOS ESQUEMAS ELÉCTRICOS

Comprender los sistemas eléctricos de los automóviles

La electricidad es la clave de los vehículos modernos, ya que alimenta funciones esenciales que van desde el encendido del motor hasta la electrónica interior. Para enfrentarse a la complejidad de los sistemas eléctricos de automoción, hay que comprender las unidades fundamentales, los elementos básicos de los circuitos, los tipos de circuitos, los componentes principales, los símbolos eléctricos y la interpretación de los diagramas de cableado.

Unidades eléctricas básicas y elementos de circuito

El concepto de diferencia de potencial eléctrico, medido en voltios (V), significa la distinción de potencial entre dos puntos de un circuito.

La corriente eléctrica, cuantificada en amperios (A), representa el flujo de electrones dentro de un circuito.

La resistencia eléctrica, medida en Ohmios (Ω), caracteriza la oposición que encuentra un conductor al paso de la corriente.

El consumo de energía eléctrica se define en vatios (W), destacando la potencia consumida por un dispositivo que consume un amperio bajo una diferencia de potencial de un voltio.

Elementos básicos de un circuito

Los vehículos dependen de diversas fuentes de energía, como baterías, acumuladores y generadores, para convertir la energía en potencia eléctrica. En los automóviles predomina la corriente continua (CC) con un voltaje de 12 o 24 voltios, normalmente suministrada por baterías.



Los cables, que actúan como conductores encerrados en aislantes, facilitan la transmisión de la corriente eléctrica. Agrupados en mazos, estos cables forman intrincadas vías, identificadas por sus códigos de color.

Los receptores y consumidores de los sistemas eléctricos de los vehículos utilizan esta energía. Los interruptores desempeñan un papel crucial en el control de la conectividad de los circuitos y en la activación o desactivación de diversos componentes del vehículo.

2.3 DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN DE CIRCUITOS

Los fusibles desempeñan un papel crucial en la seguridad de los sistemas eléctricos de automóviles y vehículos eléctricos (VE), la protección de los componentes electrónicos y la prevención de daños por sobrecorriente.

La clasificación de los fusibles se basa en:

- **Corriente nominal:** Cada fusible tiene una corriente nominal que representa la corriente máxima que puede soportar antes de abrir el circuito. La elección de fusibles con valores nominales de corriente adecuados es crucial en función de los requisitos eléctricos específicos de cada circuito del vehículo.
- **Tensión nominal:** La tensión nominal del fusible indica la tensión máxima para la que está diseñado. Debe coincidir con la tensión del sistema para garantizar un funcionamiento seguro.
- **Tiempo de respuesta:** Algunos fusibles están diseñados para responder más rápidamente a la sobrecorriente, mientras que otros ofrecen tiempos de respuesta más lentos. La elección depende de la aplicación y de la sensibilidad de la electrónica del vehículo.

UBICACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE LOS DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN EN LOS CIRCUITOS ELÉCTRICOS DE LOS VEHÍCULOS

Los fusibles se colocan estratégicamente en el sistema eléctrico para proteger componentes específicos. Por ejemplo, un fusible puede proteger el sistema de iluminación, mientras que otro puede proteger el sistema de control del motor.

En caso de sobrecarga o cortocircuito, el fusible se destruye, interrumpiendo el flujo de corriente y evitando así daños en componentes eléctricos y electrónicos caros y sensibles.

2.4 PRINCIPIOS Y MÉTODOS DE PUESTA A TIERRA

La conexión a tierra de los vehículos eléctricos e híbridos es esencial para su funcionamiento seguro y para mitigar los posibles riesgos eléctricos. Los principios y métodos específicos son esenciales para establecer una conexión a tierra eficaz, reducir el riesgo de descarga eléctrica y garantizar la seguridad tanto de los pasajeros como de los componentes electrónicos del vehículo.

Fundamentos de los principios de puesta a tierra

La conexión a tierra de los vehículos eléctricos establece principalmente una referencia de potencial común entre los componentes eléctricos del vehículo y la tierra. Esta conexión evita las diferencias de potencial peligrosas que podrían surgir durante el funcionamiento del sistema eléctrico. La desconexión del sistema eléctrico de alta tensión del vehículo es una operación crítica que los fabricantes planifican cuidadosamente para garantizar la seguridad. Este proceso implica separar físicamente el circuito eléctrico del vehículo del paquete de baterías, respetando las especificaciones de seguridad recogidas en el Reglamento 100 de la CEPE.

Importancia de las herramientas de verificación del aislamiento

Instrumentos como los óhmetros y dispositivos como Launch ES200 complementan el conjunto de herramientas de verificación del aislamiento, garantizando pruebas exhaustivas y eficaces de la resistencia del aislamiento. Cada instrumento, desde los megóhmetros hasta los localizadores de fallos, desempeña una función específica en la evaluación y el mantenimiento del aislamiento eléctrico, vital para el funcionamiento seguro y fiable de los vehículos eléctricos e híbridos.

2.5 DIAGNÓSTICO, REPARACIÓN Y MANTENIMIENTO DE SISTEMAS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS

Técnicas de diagnóstico de fallos en los sistemas eléctricos y electrónicos de los vehículos eléctricos.

En el diagnóstico de averías eléctricas en vehículos, además de las herramientas convencionales, son esenciales dispositivos y software específicos. Leen los códigos de error almacenados en los módulos electrónicos del vehículo y ofrecen amplia información sobre el funcionamiento del sistema, diagramas de cableado, procedimientos de reparación y comprobaciones de los



actuadores. Las principales marcas de vehículos recomiendan u ofrecen sus dispositivos y software de diagnóstico.

Software de diagnóstico especializado

Distintos software, como la herramienta de diagnóstico de Tesla, Nissan Consult, BMW ISTA, GM Global Diagnostic System, Ford Integrated Diagnostic System y Volvo VIDA, adaptados a marcas de vehículos específicas, ayudan en la lectura de códigos de error, la supervisión del sistema y la reprogramación de módulos, garantizando un diagnóstico preciso.

Pruebas de componentes y cableado

Los multímetros desempeñan un papel versátil en el diagnóstico de vehículos eléctricos:

- **Medición de tensión:** Evalúa la tensión en los circuitos del vehículo.
- **Medida de Intensidad de Corriente:** Mide el flujo de corriente a través de circuitos/componentes.
- **Medición de la resistencia:** Evalúa la integridad de los componentes.
- **Detección de cortocircuitos:** Identifica cortocircuitos midiendo la resistencia entre puntos.

Los osciloscopios analizan las señales eléctricas a lo largo del tiempo:

- **Análisis de formas de onda:** Visualiza las formas de onda de la señal e identifica problemas como fluctuaciones o distorsiones.
- **Medición de frecuencias:** Identifica irregularidades de frecuencia en las señales.
- **Diagnóstico de sistemas electrónicos:** Ayuda a analizar las señales de sensores y actuadores.

Procedimientos de reparación y mantenimiento

La sustitución de componentes defectuosos sigue un protocolo específico, abordando las causas de raíz para una reparación óptima. Los ajustes, el mantenimiento preventivo, las actualizaciones de software y las pruebas funcionales completan los procedimientos de reparación y mantenimiento, garantizando un servicio eficiente, fiable y seguro para los vehículos eléctricos.



MÓDULO 3: APLICACIÓN PRÁCTICA DE LAS TECNOLOGÍAS DE VE Y MEDICIÓN EN SISTEMAS DE AT

3.1 EXPLICACIÓN DEL SISTEMA BÁSICO DE ALTA TENSION - HÍBRIDO COMPLETO

Un vehículo híbrido completo no tiene toma de carga, lo que significa que sólo recarga sus baterías mediante carga regenerativa. Así, al frenar o cuando el motor de combustión está en marcha, uno de los 2 motogeneradores produce electricidad que se almacena en la batería de alto voltaje.

Cuando se trata de vehículos que tienen baterías de Alto Voltaje, el voltaje es de alrededor de 140 voltios. Esto no significa que no haya otros niveles de voltaje en el vehículo, es sólo el componente de Alto Voltaje el que está alrededor de este valor. La mayoría de los componentes electrónicos del vehículo siguen utilizando 12 voltios.

Junto con el pack de baterías está el enchufe de servicio, que se puede tirar hacia abajo y hacia fuera, para poder desconectarlo. Además, hay 3 sensores de temperatura situados sobre la batería, que permiten controlar la refrigeración necesaria.

La batería suele ser de hidruro metálico de níquel, que es muy estable y duradera, y su vida útil oscila entre 10 y 20 años. Por supuesto, la capacidad de la batería varía con el tiempo. Es lo que se conoce como estado de salud (SoH).

También hay un componente de medición que incluye una unidad de sensor que mide cuántos amperios se añaden o retiran de la batería. Esto se conoce como Estado de Carga (SoC).

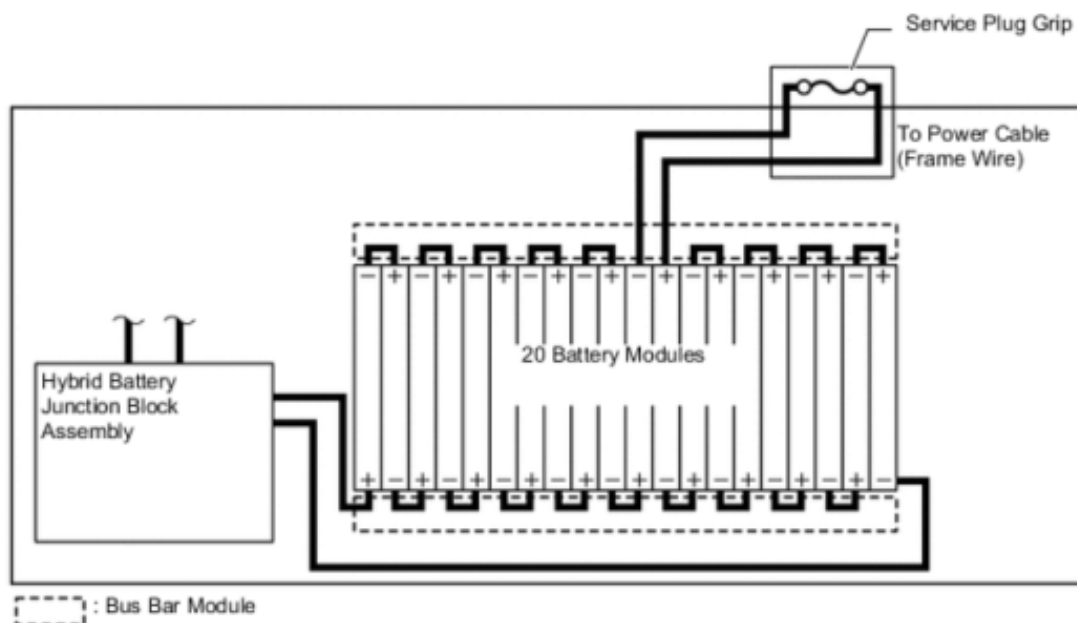
La normativa de la UE establece que una batería sólo puede perder el 30% de su capacidad en un periodo de 8 años o después de 160.000 km; de lo contrario, la garantía del consumidor debe cubrirla.

El pack de baterías consta de 20 módulos de batería que, combinados, alcanzan los 140 voltios. Hay una sencilla división que informa de lo que contiene cada módulo.

También existe una unidad de control de alta tensión. Esta unidad contiene un inversor y un convertidor. Un convertidor es el pequeño bloque que se encuentra en el extremo de los cargadores de teléfonos móviles. Convierte la corriente alterna en corriente continua (AC a DC). Suele ser de 220 a 3,7 voltios. Como esta unidad también es un inversor, también puede convertir CC en CA.



Es necesario cargar la batería de alto voltaje de vez en cuando, ya que sin una batería cargada el vehículo no arranca. Cuando el vehículo frena, la electricidad del motor llega a través de 3 cables, la llamada electricidad de CA trifásica.



3.2 EXPLICACIÓN DEL SISTEMA BÁSICO DE ALTA TENSIÓN - HÍBRIDO ENCHUFABLE

Estos vehículos disponen de una toma de carga que permite recargar sus baterías. Su toma de carga se conecta a un enchufe de pared estándar de 220 voltios o a una estación de carga. Al frenar el vehículo, el motor/generador eléctrico produce corriente alterna, que se rectifica y almacena en la batería de alto voltaje. Si el motor de combustión está en marcha, el motor de arranque/generador puede cargar la batería de alto voltaje.

Cuando se trata de vehículos que tienen baterías de Alta Tensión, ésta se sitúa en torno a los 400 voltios. Esto no significa que no haya otros niveles de voltaje en el vehículo, es sólo el componente de alta tensión que está alrededor de este valor. La mayoría de los componentes electrónicos del vehículo siguen utilizando 12 voltios.

Otra forma de cargar la batería es cuando el vehículo está en marcha y el generador de arranque está activo. Entonces puede producir corriente alterna, que se rectifica en el inversor/convertidor. El motor de arranque/generador está conectado con mangueras de refrigerante para regular la temperatura. Esto es necesario ya que puede producir grandes cantidades de electricidad.

3.3 EXPLICACIÓN BÁSICA DEL SISTEMA DE ALTA TENSIÓN - VEHÍCULO TOTALMENTE ELÉCTRICO

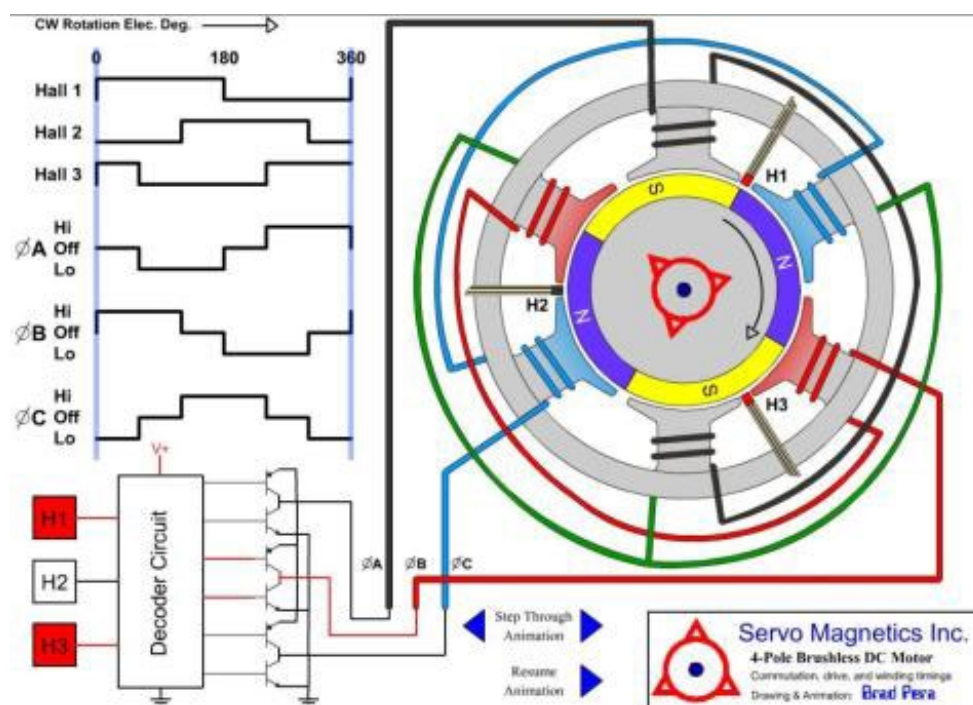
En un vehículo eléctrico completo, hay una toma de carga y algunos cables detrás. Dos de ellos van directamente a la batería y sólo contienen corriente continua para la carga rápida de la batería. El resto de los cables de alta tensión de la toma de carga van por el lado derecho de la batería hasta el inversor/convertidor. Estos cables contienen corriente alterna que el inversor/convertidor rectifica en corriente continua.

Así pues, este vehículo no tiene cargador a bordo, pero el inversor/convertidor rectifica la corriente alterna, de modo que puede almacenarse en la batería para su uso posterior.

Un VE tiene un gran paquete de baterías porque es la única fuente de energía para que el motor eléctrico llegue lo más lejos posible para el consumidor.

Otro dispositivo fundamental de los VE es el rotor, formado por imanes permanentes muy potentes. Estos imanes permanentes son bastante sensibles al calor y, si se calientan demasiado, pierden su eficacia. Los campos magnéticos en las bobinas del estator y los campos magnéticos de los imanes permanentes determinan el par que va a producir el motor. Por lo tanto, estos dos campos magnéticos son muy importantes y tienen que ser lo más fuertes posible, de lo contrario el vehículo pierde par.

El rotor es la pieza que está conectada a los engranajes e impulsa el vehículo a través del diferencial.



MÓDULO 4: BATERÍAS Y BMS

4.1 INTRODUCCIÓN A LA TECNOLOGÍA DE LAS PILAS - ELECTRICIDAD

La **electricidad** es una forma de energía resultante del movimiento de partículas cargadas, principalmente electrones. Es una fuente de energía versátil que alimenta diversos aparatos, desde las bombillas y los electrodomésticos hasta los intrincados circuitos de los dispositivos electrónicos.

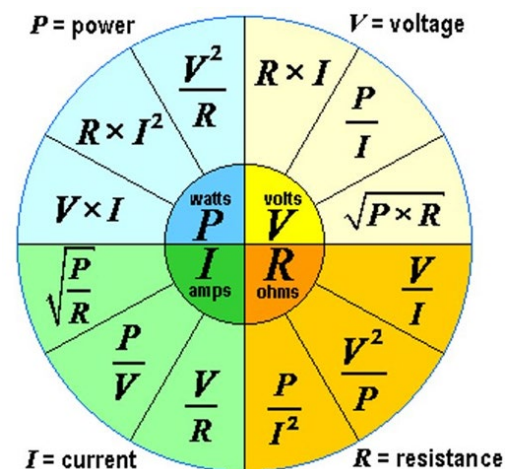
Los átomos son los componentes básicos de la materia. Los átomos constan de un núcleo central compuesto por protones cargados positivamente y neutrones neutros, rodeado por electrones cargados negativamente que orbitan en niveles de energía o envolturas. Los electrones tienen carga eléctrica negativa. Un átomo es eléctricamente neutro cuando el número de electrones es igual al de protones.

A veces, los electrones pueden transferirse de un objeto a otro por fricción o contacto, haciendo que un objeto se cargue negativamente (electrones de más) y el otro se cargue positivamente (electrones de menos). Este fenómeno se conoce como **electricidad estática**, y puede dar lugar a atracciones o repulsiones entre objetos cargados.

La electricidad se pone realmente interesante cuando hablamos de **corriente eléctrica**. La corriente eléctrica es el flujo de electrones a través de un conductor, normalmente un material que permite a los electrones moverse libremente, como el metal.

Tres conceptos fundamentales en electricidad son:

- Tensión (V):** La tensión es como el "empujón" que hace que los electrones se muevan. Se mide en voltios (V) y representa la diferencia de potencial eléctrico entre dos puntos de un circuito.
- Corriente (I):** La corriente es la velocidad de flujo de los electrones a través de un conductor. Se mide en amperios (A) y expresa cuántos electrones pasan por un punto de un circuito por segundo.



3. **Resistencia (R):** La resistencia describe la lucha de la corriente eléctrica para fluir en un material. Se mide en Ohmios (Ω) y depende de las propiedades y la forma del material.

La fórmula $P=I \times V$ establece que la **potencia** (en vatios) de un sistema eléctrico es igual a la corriente (en amperios) que circula por él multiplicada por la tensión (en voltios) que lo atraviesa. Esta fórmula es fundamental en ingeniería eléctrica y se utiliza para calcular el consumo o la generación de energía en cualquier dispositivo o sistema eléctrico.

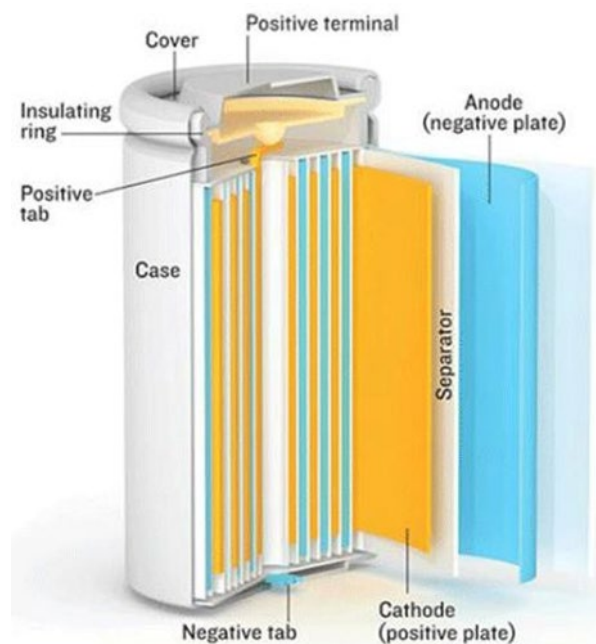
Los componentes eléctricos -como resistencias, condensadores y transistores- se conectan de diversas maneras para formar circuitos eléctricos. Los circuitos nos permiten controlar el flujo de electricidad y crear las funciones que necesitamos.

En conclusión, la electricidad es el flujo de electrones a través de conductores, y puede utilizarse para diversos fines en nuestro mundo moderno. Comprender los conceptos básicos de voltaje, corriente, resistencia y cómo se relacionan entre sí es esencial para trabajar con la electricidad de forma eficaz y segura.

4.2 LA APLICACIÓN DE LAS BATERÍAS DE ALTA TENSIÓN

Las baterías de iones de litio (Li-ion) son recargables y se utilizan mucho en los vehículos eléctricos modernos por su alta densidad energética, baja autodescarga y larga vida útil. La química y la funcionalidad de las baterías de iones de litio implican varios componentes y procesos clave.

1. **Cátodo (electrodo positivo):** El cátodo suele estar hecho de un compuesto de óxido metálico de litio (como LiCoO_2 , LiMn_2O_4 , LiFePO_4 , etc.). Determina el voltaje y la capacidad de la batería.
2. **Ánodo (electrodo negativo):** El ánodo suele estar hecho de grafito, que sirve de huésped para los iones de litio. Cuando la batería está cargada, los iones de litio se almacenan en el ánodo.
3. **Electrolito:** El electrolito es una sal de litio disuelta en un disolvente orgánico. Conduce los iones de litio entre el cátodo y el ánodo.

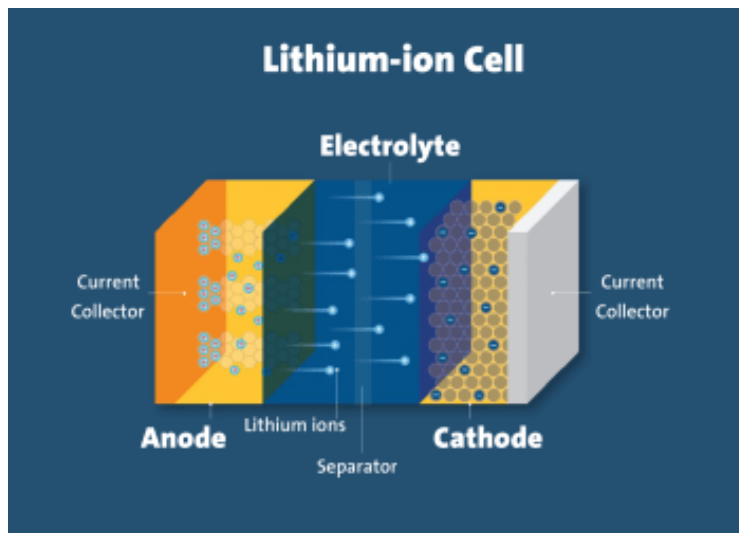


4. Separador: Se trata de una membrana porosa que impide que el cátodo y el ánodo entren en contacto directo, evitando cortocircuitos y permitiendo al mismo tiempo el paso de los iones de litio.

Química y funcionamiento

Carga: Durante la carga, los iones de litio se desplazan del cátodo al ánodo a través del electrolito. Los electrones fluyen del cátodo al ánodo a través del circuito externo, proporcionando la energía eléctrica necesaria para cargar la batería.

Descarga: Cuando la batería está en uso (descargándose), los iones de litio retroceden del ánodo al cátodo, y los electrones fluyen a través del circuito externo desde el ánodo al cátodo, alimentando el dispositivo conectado.



4.3 BATERÍAS, INCLUIDA LA BMS, EN VEHÍCULOS ELÉCTRICOS E HÍBRIDOS

Un **sistema de gestión de baterías (BMS)** es un componente fundamental en la tecnología de baterías de iones de litio, diseñado para garantizar un funcionamiento seguro y eficiente del paquete de baterías.

Las baterías de iones de litio se utilizan en una amplia gama de aplicaciones, desde pequeños dispositivos electrónicos hasta almacenamiento de energía a gran escala, pasando por vehículos eléctricos.

El SBA desempeña varias funciones clave:

1. Control y equilibrado de células
2. Gestión de la temperatura
3. Cálculo del estado de carga (SoC) y del estado de salud (SoH)
4. Control de carga y descarga
5. Protección
6. Comunicación



MÓDULO 5: SEGURIDAD EN EL TRABAJO

5.1 RIESGOS Y DESAFÍOS POTENCIALES DURANTE LA REPARACIÓN, MANIPULACIÓN O MANTENIMIENTO DE EV

Transporte de vehículos eléctricos

Remolcar coches eléctricos es muy similar a transportar un coche convencional con transmisión automática. En particular, los fabricantes prohíben remolcarlos, incluso en distancias cortas. Los coches eléctricos deben transportarse en un remolque.

Elevación segura de vehículos eléctricos

Al levantar coches eléctricos, debe prestarse atención a la colocación adecuada de las patas del elevador para que sea posible acceder a la batería de alto voltaje; podrían utilizarse gatos que levanten el vehículo por las ruedas. Al desmontar e instalar una batería de alto voltaje se recomienda utilizar un elevador de baterías. El gran peso de la batería es una cuestión que debe tenerse en cuenta, ya que puede causar no sólo un peligro eléctrico, sino también mecánico.

Peligros durante el funcionamiento, el mantenimiento y la reparación de vehículos eléctricos



Los vehículos eléctricos e híbridos están equipados con instalaciones eléctricas de alta tensión. Tal y como se define en el Reglamento nº 100 de la CEPE, el término alta tensión en vehículos hace referencia a la clasificación de los componentes o circuitos eléctricos que funcionan con una tensión de entre 60 V y 1.500 V de corriente continua (CC) o entre 30 V y 1.000 V de corriente alterna (CA) eficaz. Una batería de coche eléctrico puede pesar hasta 700 kg, lo que constituye un riesgo directo para los técnicos de vehículos eléctricos. ⁰Una batería eléctrica puede alcanzar altas temperaturas (la temperatura de funcionamiento permitida para la mayoría de las baterías es de 50 C). ⁰Una vez que la temperatura de la batería de iones de litio alcanza los 70 C, se produce una reacción entre el electrolito y el ánodo de la célula. ⁰A una temperatura de aproximadamente 1300 C, el separador comienza a fundirse, provocando un cortocircuito interno. ⁰Sin embargo, a una temperatura de aproximadamente 1500 C, la válvula de seguridad de la batería se abre y escapan gases inflamables. Se desprenden humo negro y llamas.



5.2 INSTALACIÓN ELÉCTRICA Y SEGURIDAD FUNCIONAL DEL SISTEMA

Cortocircuito eléctrico (peligro y riesgo)

Cuando se reparan sistemas de alto voltaje en coches eléctricos, el mayor peligro es el riesgo de descarga eléctrica, que hace que la corriente fluya por el cuerpo humano. Aunque una situación así es muy peligrosa, no ocurre a menudo porque el mecánico tendría que tocar el polo positivo y el negativo de la batería al mismo tiempo. Sin embargo, hay que tener en cuenta que la energía almacenada en las baterías de tracción supone un riesgo muy grave de descarga eléctrica.

Protección personal

Sólo una pequeña parte de la ropa de protección personal proporciona una protección adecuada contra el impacto térmico de un arco eléctrico. Cuando se realizan trabajos relacionados con sistemas de alta tensión en vehículos eléctricos, es extremadamente importante que los empleados dispongan de ropa especializada y equipos de protección que cumplan estrictas normas de seguridad. Esto es importante debido a los peligros potenciales asociados a la explosión de un arco eléctrico. Los efectos de este fenómeno, como temperaturas extremas, fognazos y emisión de energía en forma de calor, luz, sonido y presión, pueden ser peligrosos para la salud y la vida de los empleados que realizan reparaciones o mantenimiento de sistemas



de alta tensión. La ropa de protección minimiza el riesgo de quemaduras y otras lesiones cuando se trabaja con este tipo de sistemas.

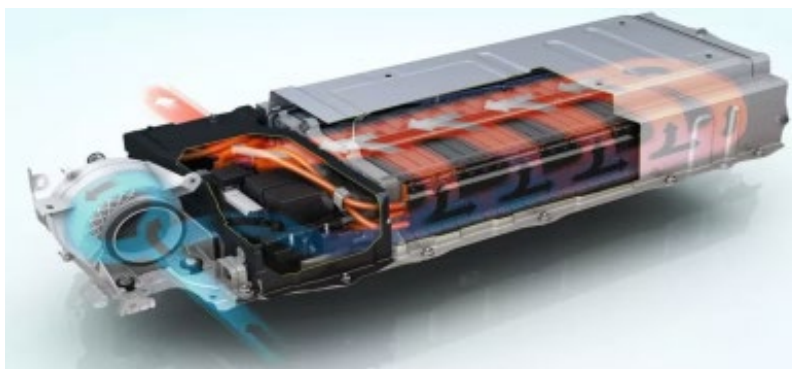
Sistema de frenado regenerativo

En los coches eléctricos, apoyados en un actuador de vacío, el vacío es generado por una bomba eléctrica. La bomba de vacío se alimenta con 12 V de la red de a bordo. Para que la bomba produzca el vacío adecuado, el sistema de frenado está equipado con un sensor apropiado que mide la presión en el cilindro maestro del freno. En función del nivel de presión, la bomba se conecta o se desconecta. En lugar de una bomba de freno de vacío, los fabricantes utilizan cada vez más una bomba de freno electromecánica con asistencia eléctrica. El motor eléctrico apoya entonces la presión del pie del conductor sobre el pedal de freno, sustituyendo al clásico dispositivo de vacío.

Sistema de refrigeración y calefacción

Las baterías de ión-litio y níquel-hidróxido deben funcionar a una temperatura específica para mantener una potencia y durabilidad óptimas. ⁰La temperatura central de una celda de batería de iones de litio no debe superar los 400 C. Si se supera este límite durante mucho tiempo, la batería envejecerá rápidamente. ⁰Esto se aplica a las baterías de níquel-hidróxido, que son algo menos sensibles al calor y pueden alcanzar temperaturas de 50 C.

Para evitar el sobrecalentamiento de la batería se utilizan varios métodos de refrigeración. El sistema más sencillo consiste en aspirar aire del interior climatizado del vehículo y utilizarlo para refrigerar la batería. La segunda opción es una placa evaporadora especial situada en la celda de la batería y conectada al sistema de aire acondicionado del vehículo. La tercera opción es el llamado método de división, utilizado en el lado de alta y baja presión a través de conductos flexibles y una válvula de expansión. Se utiliza en baterías de mayor capacidad, donde la temperatura correcta tiene una importancia fundamental. Por ello, a temperaturas muy bajas,



se requiere un calentamiento adicional de la batería para mantener la temperatura en el rango óptimo.

5.3 SEGURIDAD DEL SISTEMA DE BATERÍAS

Tipos de protección de la batería

Para proteger las baterías contra las condiciones que podrían causar daños, un vehículo está equipado con varios mecanismos que la protegen contra fallos. Se utiliza un sistema de refrigeración de la batería para evitar un aumento excesivo de la temperatura. Una parte importante del sistema de seguridad es una carcasa resistente que protege contra daños mecánicos y garantiza una rigidez estructural adecuada. Un cortafuegos creado mecánicamente separa los módulos y otros componentes del vehículo entre sí y limita las posibles pérdidas. El sistema de desconexión de alta tensión actúa de forma similar cuando el vehículo está aparcado.

Factores externos que afectan al riesgo de daños en las baterías

Hay factores externos que también pueden dañar las baterías. Su existencia no depende del estado técnico del vehículo ni de su estructura. Cuando se expone a altas temperaturas, la batería de un vehículo puede perder su capacidad de enfriarse adecuadamente. Un aumento excesivo de la temperatura puede desencadenar varias reacciones que podrían iniciar un incendio. Otro peligro de consecuencias impredecibles son los daños mecánicos, cuyo impacto en los componentes de la batería no es predecible y depende, entre otros, de la magnitud, el tiempo y la dirección de los factores mecánicos.

Un BMS dañado o ausente puede hacer que fluyan corrientes excesivas, provocando un peligroso aumento de la temperatura. Un fallo que implique un aumento incontrolado de la temperatura suele ir acompañado de chispas y la producción de grandes cantidades de humo oscuro. Este proceso tiene lugar en celdas individuales, por lo que su riesgo potencial aumenta cuando el calor se propaga, también en forma de incendio.

Seguridad de la batería extraída del vehículo

Las baterías extraídas del vehículo, tras la evaluación inicial mientras aún están en el vehículo, se transportan a una estación especialmente equipada donde se desmontan. Los trabajadores del



servicio deben prestar especial atención a la seguridad. A menudo, las baterías no están descargadas. Cuando se reparan baterías, por razones de seguridad, el trabajo lo realizan dos empleados al mismo tiempo. Se recomienda utilizar un contenedor metálico grande para transportar el sistema de almacenamiento de energía de alto voltaje o las piezas cuando se desconectan del vehículo. Las normas de manipulación de las baterías se especifican en las directivas del Parlamento Europeo.

Marcas para el mantenimiento y la reparación de vehículos eléctricos

La información gráfica y las señales de advertencia se utilizan durante el servicio, la reparación y el funcionamiento y constituyen un elemento importante del sistema de seguridad.

Desconexión y conexión seguras de las baterías

Para desconectar o conectar componentes de alta tensión de forma segura, se deben conocer y seguir los procedimientos de acuerdo con las directrices y recomendaciones proporcionadas por el fabricante. Seguir los procedimientos diseñados para un vehículo específico permite un funcionamiento profesional y sin problemas de un vehículo eléctrico. Un técnico que conozca las características del sistema y cómo controlarlas puede desconectar profesionalmente las baterías de alta tensión y de 12 V sin un manual de servicio, pero antes debe realizar varias mediciones. Esto requiere conocimientos y experiencia profesional.

5.4 HERRAMIENTAS Y EQUIPOS PARA TÉCNICOS DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS

Los automóviles, independientemente de su tipo de propulsión, requieren revisiones, ya que la reparación y el mantenimiento son elementos esenciales del funcionamiento de cualquier instalación técnica. El mantenimiento de un coche eléctrico o híbrido requiere realizar actividades como las de un vehículo convencional (no se aplica al mantenimiento del motor de combustión en los vehículos eléctricos).

Sistemas que requieren mantenimiento en los coches eléctricos: sistema de refrigeración del sistema de conversión de potencia, sistema de aire acondicionado de la cabina, transmisión,



sistema de frenado, sistema de dirección, sistema de suspensión, tren de rodaje, sistemas eléctricos.

Herramientas utilizadas en el mantenimiento de vehículos híbridos y eléctricos

El entorno de los módulos de alta tensión exige que los talleres garanticen la máxima seguridad para los empleados, protejan los componentes de los vehículos contra daños, se protejan contra la responsabilidad de la garantía y la responsabilidad por actividades de mantenimiento incorrectas, y dispongan de instrumentos que permitan realizar mediciones en el entorno de alta tensión de los vehículos eléctricos e híbridos.

El equipamiento de un taller de mantenimiento de baterías y coches eléctricos puede dividirse en los siguientes elementos:

- los tradicionales utilizados en la reparación de vehículos tradicionales (pueden utilizarse si el vehículo ha perdido la condición de vehículo peligroso),
- los especializados utilizados durante los trabajos sin desconexión de la tensión peligrosa (trabajos de reparación o mantenimiento sin desconexión de la alta tensión, reparación de la batería tras abrir la carcasa).

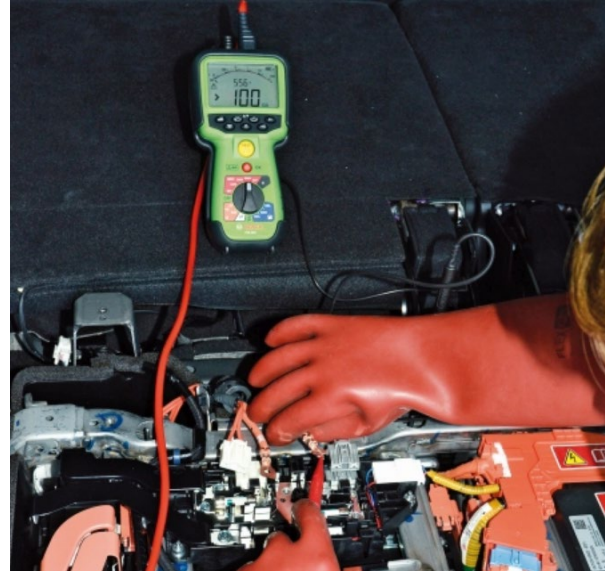
Equipo de protección individual para un empleado de una estación de servicio para vehículos híbridos y eléctricos

El equipamiento necesario en los talleres que atienden a conductores de coches híbridos y eléctricos incluye guantes aislantes homologados, calzado, delantal, mascarilla y protección respiratoria. También debe haber un lavajos cerca. Los equipos de protección individual tienen como objetivo principal proteger al trabajador y minimizar el riesgo de lesiones corporales.



Equipos de mantenimiento y reparación de vehículos eléctricos

Una estación de servicio para vehículos eléctricos debe establecer una barrera que separe esta zona del resto. Puede ser, por ejemplo, una valla de plástico con bases de goma. Las herramientas utilizadas en el mantenimiento de vehículos eléctricos e híbridos deben tener las declaraciones y certificados adecuados. Su estado y limpieza deben ser impecables. Cualquier desperfecto o la caducidad de la fecha de homologación para su uso las inhabilita para seguir utilizándolas.



Contadores universales de medida y control de aislamiento

El medidor básico utilizado durante el servicio y la reparación son los controladores de tensión. Deben cumplir los requisitos de conformidad con las normas NR EN 61010-600V cat. 3 e IEC 61243-3 (IVA/DDT).

Los multímetros universales también se utilizan a menudo, pero deben tener las declaraciones y certificados adecuados.

Un parámetro muy importante para comprobar el estado de los elementos de las instalaciones eléctricas de alta tensión es la medición de la resistencia del aislamiento. La tensión de control durante las mediciones de aislamiento se determina en función de la tensión nominal de alta tensión del vehículo. Los requisitos mínimos se definen de acuerdo con el Reglamento nº 100 de la CEPE y deben ser entre la barra colectora de alta tensión y tierra de $500 \Omega/V$ de la tensión nominal.

Dispositivos especializados para el mantenimiento de baterías

Un grupo aparte de sistemas asistidos en coches eléctricos e híbridos son las baterías de tracción. El diagnóstico y las reparaciones requieren el uso de instrumentación especializada y mediciones fiables. Para satisfacer las necesidades de los talleres especializados, las empresas ofrecen dispositivos especiales para:

- Medición de la resistencia de los módulos de baterías de tracción




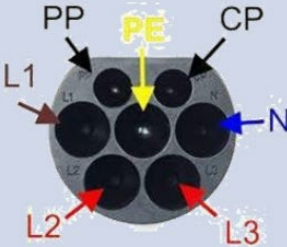
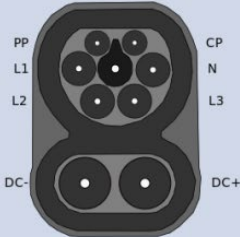
- Carga y descarga de módulos de baterías de tracción
- Comprobación de la estanqueidad del alojamiento de la batería de tracción

Dispositivos utilizados para el diagnóstico informático

La necesidad de leer información de los controladores, borrar errores, programar ajustes básicos, realizar pruebas de funcionamiento, ver los parámetros actuales, leer los denominados cuadros congelados, activar los modos de funcionamiento adecuados, la posibilidad de su configuración, codificación y muchas otras requieren el uso de dispositivos compatibles con un determinado sistema del vehículo. Sin embargo, las empresas productoras de vehículos eléctricos limitan el acceso a muchas funciones del sistema de control del vehículo.

Los comprobadores de coches que existen en el mercado, dependiendo del tipo de dispositivo, tienen una gama más o menos amplia de funciones que se pueden implementar. Esto permite a menudo realizar reparaciones en talleres no autorizados. Algunos comprobadores permiten conectarse en línea a servidores de servicio y realizar trabajos de diagnóstico o reparación mediante suscripción periódica o por una tarifa de conexión unitaria. La selección de un comprobador depende principalmente del tipo y el alcance de la reparación de un vehículo eléctrico y de su marca.

Tipos de conectores de carga

	AC	DC
Ameryka Combined Charging System Typ 1 (CCS1)		
Azja AC Typ 1/DC CHAdeMO		
Europa AC Typ 2/DC Combined Charging System Typ 2 (CCS2)		

EVTECH

