UniEVercity

ACADEMIA DE ELECTROMOVILIDAD · AUTO AVANCE

GUÍA DE ESTUDIO · NIVEL 2

Servicio y mantenimiento

Lo que cambia en el mantenimiento: batería de 12 V y convertidor, gestión térmica, carga, frenado regenerativo y prueba de aislamiento.

M1	Mantenimiento programado de híbridos y eléctricos
M2	Batería de 12 V y convertidor CC-CC
M3	Gestión térmica: batería, electrónica y climatización eléctrica
M4	Carga: modos, conectores y cargador a bordo
M5	Frenado regenerativo y frenos de fricción
M6	Prueba de aislamiento

Estudia este nivel en línea, con práctica en el simulador:
autoavance.co/curso-electromovilidad

UniEVercity es la academia de electromovilidad de Auto Avance, su propietaria y desarrolladora.

© Auto Avance · www.autoavance.co

Sobre este nivel

El nivel 2 trata del trabajo diario de un taller con híbridos y eléctricos: el mantenimiento programado, la batería de 12 V y el convertidor CC-CC, la gestión térmica, la carga, los frenos regenerativos y la prueba de aislamiento. Está pensado para mecánicos y técnicos que ya reciben estos vehículos o los van a recibir pronto. El requisito es el nivel 1 (seguridad en alto voltaje): aquí se da por sabido cómo identificar el sistema de alto voltaje, cómo se desenergiza y cómo se verifica la ausencia de tensión. Es formación teórica: el trabajo real sobre alto voltaje exige práctica guiada en vehículos reales y la autorización del empleador, como se hace en Alemania, Francia, Países Bajos e Italia.

Con qué certificaciones internacionales se alinea

- **Europa:** el contenido teórico se alinea con el IMI Level 2 Technical Specialist in EV/Hybrid Vehicle Routine Maintenance Activities del Reino Unido, con la parte de medición de resistencia de aislamiento que la guía alemana DGUV 209-093 incluye en el nivel 2S, y con el módulo de transmisión, freno regenerativo y control térmico del curso de especialización español del Real Decreto 109/2022.
- **Estados Unidos:** el contenido teórico se alinea con parte de las áreas del examen ASE L3 (sistema de batería de alto voltaje y sistemas de soporte del híbrido) y con la norma SAE J1772 para la carga.
- **Latinoamérica:** el contenido teórico se alinea con parte del estándar mexicano CONOCER EC1528, con los cursos de mantenimiento en sistemas desenergizados de vehículos electrificados del SENAI en Brasil y con la cualificación española TMV793_2 Mantenimiento de vehículos híbridos y eléctricos, muy usada como referencia en la región. Para la instalación de carga remite a RETIE (Colombia), NOM-001-SEDE (México) y RIC 15 (Chile).
- **Asia y Oceanía:** el contenido teórico se alinea con las unidades australianas AURETH102 (inspeccionar y mantener eléctricos de batería) y AURETH012 (servicio a componentes eléctricos de híbridos), con la unidad india ASC/N1449 de servicio rutinario de eléctricos y con el nivel inicial del certificado chino 1+X de vehículos de nueva energía.

N2 · M1

Mantenimiento programado de híbridos y eléctricos

Lectura: ≈ 30 min · 4 preguntas de autoevaluación

Un híbrido o un eléctrico pide menos cambios de aceite y de pastillas, pero tiene puntos que un plan de combustión no contempla: circuitos de refrigeración de la electrónica, ventilación de la batería, frenos que se oxidan por falta de uso. Cuando el taller se salta esos puntos, el cliente vuelve con limitación de potencia, ruidos o una avería cara.

Qué cambia frente a un vehículo de combustión

Punto	Combustión	Híbrido / eléctrico
Refrigerante	Un circuito del motor	Dos o más circuitos: motor, inversor y motores eléctricos, batería, cargador
Filtros de aire	Motor y habitáculo	Además, entrada de aire y ventilador de la batería en los enfriados por aire
Frenos	Desgaste por fricción	Poco desgaste, mucha corrosión y guías agarrotadas
Transmisión	Caja con su aceite	Reductor o transeje con fluido específico, a veces en contacto con bobinados
Motor térmico	Funciona siempre que el vehículo anda	Ciclos cortos, arranques frecuentes, riesgo de dilución del aceite

Circuitos de refrigerante

En un híbrido de división de potencia lo normal es encontrar dos circuitos separados: el del motor térmico y el del inversor y los motor-generadores. El segundo tiene su propio depósito, una bomba eléctrica y un radiador propio, y trabaja más frío que el del motor. En un eléctrico puede haber uno o varios circuitos que pasan por la batería, el inversor, el motor y el cargador, unidos por válvulas de varias vías.

© Auto Avance · www.autoavance.co

- Usa solo el refrigerante que pide la información de servicio y no mezcles tipos. Algunos circuitos de batería exigen un refrigerante de baja conductividad eléctrica (se ve en el módulo 3).
- El llenado y la purga suelen pedir que actives la bomba eléctrica o un modo de purga con el escáner. Una bolsa de aire en el circuito del inversor basta para que la electrónica se caliente y el sistema limite la potencia.
- Revisa que la bomba eléctrica funcione: con el sistema en READY se debe ver el refrigerante circular en el depósito del inversor, según el diseño.

Filtros y ventilación de la batería

Muchos híbridos con batería de Ni-MH se enfrían con aire del habitáculo. La entrada está junto al asiento trasero o debajo de él, y un ventilador empuja el aire por los módulos. Algunos diseños llevan un filtro en esa entrada. Pelusa, pelo de mascota y polvo tapan la rejilla y el ventilador; la batería se calienta, el BMS (sistema de gestión de la batería) limita la corriente de carga y descarga, el ventilador gira al máximo y aparecen códigos de temperatura.

- Revisa y limpia la rejilla de entrada en cada servicio, y con más frecuencia en vehículos de taxi o de plataformas, o que llevan mascotas.
- Limpiar la rejilla no toca el alto voltaje. Desmontar el ventilador o el conducto puede exigir retirar paneles junto a la batería: sigue la información de servicio y tu nivel de autorización.
- El filtro de habitáculo sigue siendo importante. En los eléctricos, la climatización también enfría la batería, y un filtro tapado reduce el caudal del evaporador.

Frenos: menos desgaste, más corrosión

La regeneración hace casi todo el frenado suave, así que las pastillas duran mucho. El problema es el contrario: discos oxidados, pastillas cristalizadas, pistones y guías de la pinza que se agarrotan. Juzga el freno por su estado, no solo por el espesor. El líquido de frenos absorbe humedad aunque el pedal se use poco, por eso se cambia por tiempo según el plan del fabricante. El módulo 5 trata los modos de servicio del freno.

Neumáticos

Los eléctricos son más pesados y entregan par desde cero revoluciones, de modo que los neumáticos se gastan antes, sobre todo los del eje motriz. Rota según el plan y controla la presión, que afecta la autonomía. Al reemplazar, respeta el índice de carga y la especificación original: muchos montan neumáticos de baja resistencia a la rodadura y algunos llevan la marca HL (alta carga). Un neumático de menor índice de carga es un riesgo, aunque la medida coincida.

Aceite del reductor y del transeje

Un eléctrico usa un reductor de una sola relación con diferencial. Lleva un aceite de baja viscosidad específico y, en algunos diseños, ese mismo aceite enfría y lubrica el motor eléctrico, por lo que está en contacto con los bobinados y debe tener propiedades dieléctricas. En el transeje de un híbrido de

división de potencia ocurre algo parecido. Nunca lo sustituyas por un fluido genérico. El intervalo puede ser largo o figurar como de por vida, pero la inspección de fugas y de nivel sigue en el plan.

El motor térmico en un híbrido

El motor arranca y se detiene muchas veces y en recorridos cortos puede no alcanzar su temperatura. Así se acumulan agua de condensación y combustible en el aceite: es la dilución. Un nivel de aceite que sube y huele a gasolina es la señal típica. En un híbrido enchufable usado casi siempre en eléctrico, el motor puede pasar semanas parado, y por eso algunos sistemas lo encienden solos para renovar aceite y combustible.

- Usa la viscosidad especificada; es habitual 0W-16 o 0W-20.
- Si el uso es de trayectos cortos, aplica el plan de servicio severo.

READY y modos de servicio

READY significa que los contactores están cerrados, el alto voltaje está activo y el motor térmico puede arrancar en cualquier momento, sin aviso, porque baja el estado de carga, cambia la temperatura o se enciende el aire acondicionado. Para trabajos que necesitan el motor en marcha continua (prueba de emisiones, diagnóstico de motor, búsqueda de fugas) existe un modo de mantenimiento o de inspección. Según el fabricante se activa con una secuencia de pedales y botón, o con el escáner, y deja el motor funcionando sin que se apague por estrategia. Se cancela al apagar el sistema.

> **Alto voltaje:** con READY encendido, el vano es una zona con motor que arranca solo y alto voltaje activo. Para trabajar con el motor parado, apaga el sistema, aleja la llave inteligente del vehículo y comprueba en el tablero que READY esté apagado antes de meter las manos.

En el elevador, usa los puntos de apoyo indicados. En un eléctrico con batería bajo el piso, los brazos no deben apoyarse en la carcasa de la batería. Aprovecha la elevación para la inspección visual: cables naranja sin roces, conectores firmes, carcasa sin golpes ni deformaciones. Si ves daño, no desmontes nada: registra y escala.

> **En el taller:** un híbrido que llega con poca potencia en subida y el ventilador de la batería sonando fuerte casi siempre tiene la entrada de aire tapada. Revisa la rejilla antes de pensar en la batería.

© Auto Avance · www.autoavance.co

Practica en el simulador

Abre la pestaña Vano motor del SUV híbrido de división de potencia y ubica los componentes del sistema de alto voltaje. Luego, en la pestaña Batería, observa cómo se relaciona la temperatura de la batería con el funcionamiento del sistema.
Abrir el simulador de vehículos híbridos

Para profundizar

- Mantenimiento de vehículos híbridos
- Mantenimiento de vehículos eléctricos

Autoevaluación

1. **¿Por qué un híbrido que solo hace recorridos cortos puede tener más aceite en el cárter que al salir del servicio?**

   Respuesta. Porque el motor no alcanza su temperatura de trabajo y el combustible y el agua de condensación pasan al aceite y no se evaporan. Es dilución: el aceite pierde viscosidad y protección, y hay que aplicar el plan de servicio severo.

2. **Un cliente dice que el vehículo pierde fuerza y que se oye un ventilador detrás del asiento trasero. ¿Qué revisas primero?**

   Respuesta. La entrada de aire y el ventilador de la batería. Si están tapados, la batería se calienta, el BMS limita la potencia y el ventilador gira al máximo. Es una revisión sin intervención en el alto voltaje.

3. **¿Por qué no basta con medir el espesor de las pastillas en un vehículo con frenado regenerativo?**

   Respuesta. Porque el desgaste es bajo y la falla típica es la corrosión: discos oxidados, pastillas cristalizadas y guías o pistones agarrotados. El estado se juzga por inspección completa de discos, pastillas, guías y pinzas.

4. **¿Qué riesgo tiene trabajar en el vano con el sistema en READY?**

   Respuesta. El motor térmico puede arrancar sin aviso por estrategia del sistema y el alto voltaje está activo. Se apaga el sistema y se aleja la llave antes de trabajar con el motor parado.

N2 · M2

Batería de 12 V y convertidor CC-CC

Lectura: ≈ 30 min · 4 preguntas de autoevaluación

La causa más común de un híbrido o eléctrico que no pasa a READY no está en el alto voltaje: está en la batería de 12 V. Sin 12 V estables no despiertan los módulos ni se cierran los contactores. Por eso el diagnóstico de un vehículo que no arranca empieza siempre por aquí.

Por qué la batería de 12 V sigue mandando

La batería de alto voltaje está aislada del resto del vehículo por los contactores, que están abiertos con el sistema apagado. Para cerrarlos, el BMS y la unidad de control del sistema híbrido necesitan arrancar, y se alimentan de 12 V. Las bobinas de los contactores también se energizan desde la red de 12 V. Con una batería de 12 V débil pasa esto:

- el vehículo no entra en READY, o entra y se cae;
- aparecen muchos códigos de comunicación y de baja tensión en módulos sin relación entre sí;
- la cerradura, el freno electrónico o la palanca de cambios se comportan de forma extraña.

Antes de interpretar esos códigos, carga o reemplaza la batería de 12 V, borra códigos y vuelve a probar.

Cómo funciona el convertidor CC-CC

En un vehículo de combustión, el alternador mantiene la red de 12 V. En un híbrido o eléctrico ese papel lo cumple el convertidor CC-CC: toma corriente del bus de alto voltaje y la convierte a la tensión de carga de la red de 12 V. Funciona por conmutación a alta frecuencia con un transformador que separa galvánicamente el alto voltaje del bajo voltaje. En muchos híbridos va integrado en el conjunto del inversor y comparte su circuito de refrigeración; en eléctricos puede ser una unidad separada o integrada con el cargador a bordo. Su potencia es típicamente del orden de 1 a 3 kW.

- Solo trabaja con el sistema en READY, o durante la carga en muchos eléctricos. Con el vehículo apagado, la red de 12 V vive de la batería.
- Con READY, la tensión en la batería de 12 V suele estar del orden de 13,5 a 14,5 V. Muchos sistemas varían esa tensión según el estado de la batería y la temperatura, y algunos bajan a valores cercanos a 13 V cuando la batería ya está cargada. Compara con la información de servicio.
- Si con READY la tensión se queda en el valor de reposo de la batería (alrededor de 12,5 V) y va bajando, el convertidor no está cargando. Revisa fusibles de alta corriente, conexiones de masa y códigos del convertidor antes de condenarlo.

© Auto Avance · www.autoavance.co

Medición en la batería de 12 V	Valor típico	Qué indica
Reposo, varias horas apagado	12,6 V o algo más (AGM algo mayor)	Batería cargada
Reposo	Por debajo de unos 12,4 V	Batería parcialmente descargada: cargar y probar
READY	Del orden de 13,5 a 14,5 V	Convertidor CC-CC cargando
Consumo con módulos dormidos	Del orden de decenas de mA	Consumo parásito normal; valores mayores indican un módulo que no duerme

Baterías AGM en híbridos

Muchos híbridos llevan una batería AGM (electrolito absorbido en fibra de vidrio), a veces en el maletero o bajo el asiento trasero, con una manguera de ventilación hacia el exterior. Es más pequeña que la de un vehículo de combustión porque no mueve un motor de arranque: el motor térmico lo arranca el motor-generador desde el alto voltaje. Algunos eléctricos ya usan baterías de 12 V de ion litio con su propia gestión.

- Reemplaza por la misma tecnología y capacidad. Una batería inundada en el habitáculo, sin ventilación, no es un reemplazo válido.
- Carga una AGM con un cargador que tenga modo AGM y tensión limitada. Los modos de carga rápida de alta tensión la dañan.
- Los probadores de conductancia deben configurarse para AGM; con el tipo equivocado dan resultados falsos.
- Si el vehículo tiene sensor de batería en el borne negativo, la conexión de masa para cargar se hace donde indique el fabricante, no directamente en el borne.

Arranque con cables

Un híbrido o eléctrico con la batería de 12 V descargada se puede reactivar con cables o con un arrancador portátil, porque la energía necesaria es solo la de despertar los módulos y cerrar los contactores. Muchos fabricantes disponen terminales de puenteo en el vano, aunque la batería esté atrás. Usa esos terminales y el orden que indica el manual. Muchos fabricantes prohíben usar un híbrido o eléctrico como donante para arrancar un vehículo de combustión, porque el pico de corriente del motor de arranque supera lo que da el convertidor.

Alto voltaje: el puenteo se hace siempre en la red de 12 V y en los puntos marcados por el fabricante. Nunca conectes nada a bornes o cables naranja, y no quites tapas del inversor buscando un punto de conexión.

Diagnóstico de "no READY", empezando por 12 V

1. Mide la tensión de la batería de 12 V en reposo y bajo carga (al pulsar el botón de encendido la tensión no debe desplomarse).
2. Revisa bornes, masa a chasis y masa del motor: una masa floja da los mismos síntomas que una batería mala.
3. Si la batería estaba descargada, busca el motivo: consumo parásito, convertidor que no carga, vehículo parado mucho tiempo o accesorios instalados.
4. Con la batería en buen estado, lee códigos en todos los módulos. Ignora los de baja tensión que quedaron del evento y concéntrate en los que reaparecen.
5. Solo entonces pasa a interbloqueo (HVIL), contactores, aislamiento y BMS, que son temas del nivel 3.

En el taller: un vehículo que pasó semanas guardado y llega en grúa "sin alto voltaje" suele arrancar normal después de cargar la batería de 12 V. Anota la tensión que tenía al llegar: es tu evidencia frente al cliente.

Practica en el simulador

Abre Mediciones, elige el multímetro y mide la tensión de la red de 12 V con el sistema apagado y luego en READY. Después abre Escáner y busca en la lista de datos los valores relacionados con la tensión auxiliar. Compara las dos fuentes y explica la diferencia entre reposo y READY.
Abrir el simulador de vehículos híbridos

Para profundizar

- Manual Sistemas Híbridos – Tren Motriz, Inversor y Batería (manual en PDF)
- Inversor automotriz

Autoevaluación

1. **Si la batería de alto voltaje está cargada, ¿por qué el vehículo no pasa a READY con la de 12 V descargada?**

   Respuesta. Porque los módulos que controlan el cierre de los contactores y las bobinas de esos contactores se alimentan de 12 V. Sin 12 V no hay forma de conectar la batería de alto voltaje al resto del sistema.

2. **Con READY mides 12,3 V en la batería de 12 V y la tensión baja poco a poco. ¿Qué significa?**

   Respuesta. Que el convertidor CC-CC no está cargando: se debería ver del orden de 13,5 a 14,5 V. Revisa fusibles de alta corriente, conexiones y masas, y lee los códigos del convertidor.

3. **¿Por qué no se carga una batería AGM en el modo de carga rápida de un cargador común?**

   Respuesta. Porque esa batería necesita una tensión de carga limitada. Una sobretensión la seca y la daña; se usa un cargador con modo AGM.

4. **¿Por qué muchos fabricantes no permiten usar un híbrido como donante para arrancar otro vehículo?**

   Respuesta. Porque el motor de arranque del otro vehículo pide un pico de corriente que supera la capacidad del convertidor CC-CC y de la pequeña batería de 12 V, y puede dañarlos.

© Auto Avance · www.autoavance.co

N2 · M3

Gestión térmica: batería, electrónica y climatización eléctrica

Lectura: ≈ 30 min · 3 preguntas de autoevaluación

La batería, el inversor y los motores eléctricos rinden y duran solo dentro de una ventana de temperatura. Cuando la gestión térmica falla, el sistema limita la potencia o la carga mucho antes de que se dañe algo, y el cliente lo describe como "el vehículo está flojo" o "tarda mucho en cargar". El aire acondicionado eléctrico, además, puede generar fallas de aislamiento si se le pone el aceite equivocado.

Por qué se controla la temperatura de la batería

Una batería fría tiene más resistencia interna: entrega menos potencia y no admite carga rápida sin riesgo de dañar las celdas de ion litio. Una batería caliente envejece más rápido. Por eso el BMS mide la temperatura en varios puntos, controla el enfriamiento y, cuando hace falta, calienta la batería. Cuando sale de su ventana, reduce la corriente permitida.

Enfriamiento por aire

Es habitual en híbridos con Ni-MH y en algunos con ion litio de baja capacidad. El ventilador toma aire del habitáculo y lo pasa entre los módulos. Su eficacia depende de que el aire del habitáculo esté a una temperatura razonable y de que la entrada esté limpia (módulo 1). Si el BMS ve mucha diferencia de temperatura entre sensores, sospecha de conductos obstruidos o de un módulo que se calienta más por mayor resistencia interna.

Enfriamiento por líquido

En eléctricos y enchufables lo normal es una placa fría bajo los módulos o entre ellos, por la que circula refrigerante. El calor se lleva a un radiador, o a un enfriador de líquido (chiller): un intercambiador donde el circuito del aire acondicionado enfría el refrigerante de la batería. Así la batería se puede mantener fresca durante una carga rápida aunque haga calor afuera. Para calentar la batería se usa un calentador eléctrico (de tipo PTC o similar), el calor residual de la electrónica o la bomba de calor.

- El circuito del inversor y del motor suele ser un lazo aparte, o una rama del mismo circuito separada por válvulas.
- Las bombas y válvulas son eléctricas y las controla una unidad de gestión térmica. Su llenado y su purga normalmente se hacen con el escáner.

© Auto Avance · www.autoavance.co

- Una fuga de refrigerante dentro de una batería, un inversor o un calentador de alto voltaje es grave: además del daño térmico, causa falla de aislamiento.

Refrigerante de baja conductividad

El refrigerante de los circuitos que pasan por la batería y la electrónica de alto voltaje debe ser el que especifica el fabricante. Algunos piden refrigerantes de baja conductividad eléctrica, para que una microfuga dentro de un componente no forme un camino de corriente hacia la carcasa. La conductividad de un refrigerante aumenta con la contaminación y el envejecimiento; mezclar productos o rellenar con agua de la llave la empeora. Regla de taller: refrigerante especificado, recipientes limpios y cambio según el plan.

Bomba de calor

En un eléctrico no hay calor del motor para la calefacción. Muchos usan una bomba de calor: el mismo circuito de refrigerante del aire acondicionado, con válvulas que invierten la función de los intercambiadores, saca calor del aire exterior o de la electrónica y lo lleva al habitáculo o a la batería. Gasta bastante menos energía que un calentador resistivo, lo que se nota en la autonomía en clima frío. Su diagnóstico exige conocer qué válvulas actúan en cada modo; el escáner y la información de servicio son imprescindibles.

Compresor eléctrico y aceite dieléctrico

El compresor de un híbrido o eléctrico no va movido por correa: lleva un motor eléctrico propio, alimentado desde el alto voltaje, y normalmente un inversor integrado. Así puede enfriar con el motor térmico apagado o con el vehículo cargando. Los bobinados del motor están dentro de la carcasa, bañados por el refrigerante y el aceite. Por eso el aceite debe ser aislante: normalmente un aceite POE (poliolester) dieléctrico, siempre el que indique el fabricante.

- Un aceite PAG común, el habitual en compresores de correa, conduce más y absorbe humedad. Si entra en un compresor eléctrico, baja la resistencia de aislamiento entre los bobinados y la carcasa.
- El resultado es un código de aislamiento del sistema de alto voltaje, que puede impedir el READY o desconectar el compresor. Muchas veces aparece días después del servicio de aire acondicionado.
- Las máquinas de recuperación y carga deben tener un procedimiento para híbridos y eléctricos que evite la contaminación cruzada de aceite: circuito o mangueras dedicadas, o lavado según el fabricante del equipo.
- Usa el refrigerante que indique la etiqueta del vehículo (R-134a, R-1234yf u otro). Algunas bombas de calor usan R-744 (CO_2), que trabaja a presiones mucho más altas y requiere equipo propio.

© Auto Avance · www.autoavance.co

Alto voltaje: el compresor eléctrico y su cableado son parte del sistema de alto voltaje. Recuperar y cargar refrigerante no exige desenergizar, pero desmontar el compresor o desconectar su conector sí: sigue el procedimiento del nivel 1 y la información de servicio.

En el taller: cuando un híbrido aparece con falla de aislamiento poco después de un servicio de aire acondicionado, pregunta qué aceite se usó y con qué máquina. Es una de las primeras hipótesis, antes de culpar a la batería.

Síntomas típicos de una falla térmica

Síntoma	Causa probable a revisar
Potencia limitada en clima caliente o en subida larga	Entrada de aire de batería tapada, bomba del inversor, aire en el circuito
Carga rápida lenta desde el principio	Batería fría o caliente fuera de ventana; chiller o calentador que no actúa
Calefacción débil y autonomía muy baja en frío	Bomba de calor en modo de respaldo, válvula o sensor de la bomba de calor
Falla de aislamiento tras servicio de A/C	Aceite equivocado en el compresor eléctrico

Practica en el simulador

Abre la pestaña BMS del híbrido enchufable y observa las temperaturas de la batería. Luego abre la pestaña Batería y compara cómo cambia la potencia disponible con la temperatura. Anota qué valores mira el BMS antes de limitar la corriente.
Abrir el simulador de vehículos híbridos

Para profundizar

- Baterías de vehículos híbridos y eléctricos
- Baterías de ion litio

Autoevaluación

1. **¿Por qué un eléctrico carga más lento en un día frío si no se acondicionó la batería?**

   Respuesta. Porque la batería fría tiene más resistencia interna y la carga rápida puede dañar las celdas de ion litio. El BMS reduce la corriente admitida hasta que la batería se calienta.

2. **¿Qué función tiene un chiller en el circuito de la batería?**

   Respuesta. Usar el circuito del aire acondicionado para enfriar el refrigerante de la batería por debajo de la temperatura ambiente, por ejemplo durante una carga rápida en clima caliente.

3. **¿Por qué un aceite PAG en un compresor eléctrico provoca una falla de aislamiento?**

   Respuesta. Porque los bobinados del motor del compresor están en contacto con el aceite. El PAG conduce más y absorbe humedad, lo que baja la resistencia de aislamiento entre los bobinados y la carcasa, y el monitoreo de aislamiento lo detecta.

N2 · M4

Carga: modos, conectores y cargador a bordo

Lectura: ≈ 30 min · 4 preguntas de autoevaluación

"No carga" es una de las quejas más frecuentes en un eléctrico o enchufable, y muchas veces la falla no está en el vehículo: está en el cable, en el cargador o en la instalación. Entender los modos de carga, los conectores y la señal piloto te permite separar en minutos qué parte falla.

Modos de carga según IEC 61851

Modo	Qué es	Comentario
Modo 1	Carga en CA desde un tomacorriente común, sin control ni protección específica en el cable	No recomendado; no permitido en varios países
Modo 2	Carga en CA desde un tomacorriente común con una caja de control y protección en el cable	El cable "de emergencia" que trae el vehículo
Modo 3	Carga en CA desde un equipo fijo dedicado (cargador de pared o poste) con señal piloto	La carga normal en casa y en sitios públicos
Modo 4	Carga en CC desde un cargador externo que entrega corriente continua a la batería	La carga rápida; el cargador a bordo no interviene

En Chile, el pliego RIC 15 prohíbe los modos 1 y 2 en las instalaciones y privilegia los modos 3 y 4.

Conectores

- **Tipo 1 (SAE J1772):** CA monofásica. Común en vehículos de origen norteamericano y asiático.
- **Tipo 2:** CA monofásica o trifásica. Es el estándar europeo y muy extendido en Latinoamérica.
- **CCS1 y CCS2:** el conector Tipo 1 o Tipo 2 con dos pines grandes de CC debajo. Un solo puerto sirve para CA y para carga rápida en CC.
- **CHAdeMO:** conector solo de CC, separado del de CA, con comunicación por bus CAN.
- **GB/T:** el estándar chino, con conectores distintos para CA y para CC. Llega a la región con los vehículos de origen chino.

© Auto Avance · www.autoavance.co

- **NACS / SAE J3400:** conector compacto que usa los mismos pines para CA y CC, en expansión en Norteamérica.

Los adaptadores existen, pero un adaptador para CC debe estar certificado para esa potencia y ser compatible con el protocolo de comunicación. No es solo una cuestión de forma del conector.

La señal piloto y el ciclo de trabajo

En modos 2 y 3, el equipo y el vehículo hablan por el pin de control piloto (CP). El equipo genera una señal de 12 V; el vehículo la carga con resistencias y el nivel de tensión indica el estado:

Tensión en CP	Estado
+12 V	A: no hay vehículo conectado
+9 V	B: vehículo conectado, aún no pide carga
+6 V	C: vehículo pide carga, el equipo cierra su contactor
+3 V	D: carga con ventilación requerida
0 V o -12 V	E / F: sin alimentación o error

Cuando el equipo está listo, la señal pasa a ser una onda cuadrada de 1 kHz. Su nivel bajo es -12 V y su nivel alto es el del estado: +9 V o +6 V con el vehículo conectado. El ciclo de trabajo (el porcentaje de tiempo en positivo) le dice al vehículo cuánta corriente puede tomar. Entre el 10 % y el 85 %, la corriente máxima es el ciclo de trabajo multiplicado por 0,6 A: un 50 % significa 30 A, y un 16 % significa unos 10 A. Un ciclo del 5 % indica que la carga se negocia por comunicación digital, como en CCS.

Además está el pin de proximidad (PP). En el Tipo 2, una resistencia dentro de la clavija le informa al vehículo la capacidad del cable. En el Tipo 1, un interruptor en el gatillo de la clavija avisa que se va a desconectar, para que el vehículo corte la corriente antes.

> **En el taller:** con un adaptador de prueba para la toma de carga y un osciloscopio se ve la señal piloto, su estado y su ciclo de trabajo. Si el equipo nunca pasa de +9 V a +6 V, el vehículo no está pidiendo carga: busca la causa en el vehículo (códigos del cargador a bordo, temperatura, programación de carga) antes de culpar al cargador de pared.

© Auto Avance · www.autoavance.co

El cargador a bordo

En la carga en CA, la conversión a CC la hace el cargador a bordo (OBC): rectifica, corrige el factor de potencia y, con una etapa CC-CC aislada, ajusta tensión y corriente a lo que pide el BMS. Su potencia limita la carga en CA: es típico encontrar valores entre unos 3,3 y 11 kW. Conectar el vehículo a un cargador de pared de 22 kW no acelera la carga si el cargador a bordo es de 7 kW. Un cargador a bordo monofásico tampoco aprovecha una instalación trifásica.

CA frente a CC

En CA, el equipo externo solo entrega la energía y la protege; el control lo hacen el cargador a bordo y el BMS. En CC (modo 4), el cargador externo hace la conversión y entrega corriente continua directamente a la batería, a través de contactores del vehículo, mientras el BMS le pide la tensión y la corriente por comunicación. Por eso un fallo que solo afecta la carga en CA apunta al cargador a bordo, y uno que solo afecta la carga en CC apunta a la comunicación, los contactores de carga rápida o el propio cargador externo.

INFOGRAFÍA

Carga en CA y en CC: quién convierte la energía



Falla solo en CA: revisa el cargador a bordo. Falla solo en CC: la comunicación, los contactores de carga rápida o el cargador externo.

UniEVercity

Por qué el tiempo de carga depende de la potencia y de la curva

El tiempo de carga sale de la energía que falta en la batería dividida por la potencia real, que es la menor entre la del equipo, la del cargador a bordo (en CA) y la que admite la batería en ese momento. En CC, la batería admite su máxima potencia en la zona media del estado de carga. Al acercarse a lo lleno, típicamente por encima del 80 %, el BMS reduce la corriente para no sobrepasar la tensión máxima de las celdas. Por eso cargar del 80 % al 100 % puede tardar casi tanto como del 10 % al 80 %. La temperatura de la batería mueve toda la curva (módulo 3).

La instalación del cargador

La instalación de un equipo de carga es trabajo de un electricista habilitado según las normas de cada país: RETIE en Colombia, NOM-001-SEDE artículo 625 en México y RIC 15 en Chile, que exige un instalador eléctrico autorizado por la SEC. El técnico automotriz diagnostica el vehículo y el cable; la instalación fija, sus protecciones y su puesta a tierra se las remite al electricista.

> **Alto voltaje:** los pines de CC de un conector de carga rápida están conectados a la batería durante la carga. No abras la toma de carga ni el cableado del puerto sin desenergizar el vehículo según el procedimiento del nivel 1.

Practica en el simulador

Abre la pestaña Diagrama HV del híbrido enchufable y sigue el camino de la energía desde la toma de carga hasta la batería. Identifica qué componentes intervienen en la carga en CA y cuáles quedarían fuera en una carga en CC.
Abrir el simulador de vehículos híbridos

Para profundizar

- Manual Tipos de Conectores para Vehículos Eléctricos (manual en PDF)
- Cuánto tarda en cargar un vehículo eléctrico
- GB/T vs CCS2: conectores y adaptadores

Autoevaluación

1. **Un cargador de pared envía una señal piloto con ciclo de trabajo del 25 %. ¿Cuánta corriente puede tomar el vehículo?**

   Respuesta. 25 × 0,6 A = 15 A. Entre el 10 % y el 85 %, la corriente máxima es el ciclo de trabajo multiplicado por 0,6 A.

2. **Un enchufable con cargador a bordo de 3,3 kW se conecta a un cargador de pared de 7,4 kW. ¿A qué potencia carga?**

   Respuesta. A unos 3,3 kW como máximo. En CA manda el menor de los dos, y aquí el límite es el cargador a bordo.

3. **¿Por qué la carga rápida se vuelve lenta al pasar del 80 %?**

   Respuesta. Porque las celdas se acercan a su tensión máxima y el BMS reduce la corriente para no sobrepasarla. La potencia cae aunque el cargador externo pueda dar más.

4. **¿Quién debe instalar un cargador de pared en casa de un cliente?**

   Respuesta. Un electricista habilitado según la norma del país (RETIE en Colombia, NOM-001-SEDE artículo 625 en México, RIC 15 en Chile), porque es parte de la instalación eléctrica fija del inmueble.

© Auto Avance · www.autoavance.co

N2 · M5

Frenado regenerativo y frenos de fricción

Lectura: ≈ 30 min · 3 preguntas de autoevaluación

En un híbrido o eléctrico, el pedal de freno ya no actúa directamente sobre las pinzas: una unidad de control decide cuánto frena el motor eléctrico y cuánto la fricción. Ese sistema puede generar presión por sí solo, y cambiar pastillas o purgar como en un vehículo convencional puede lastimarte los dedos o dejar aire en el circuito.

Cómo se reparte el frenado

Al frenar, el motor eléctrico funciona como generador y devuelve energía a la batería. La unidad de control del freno calcula la fuerza total que pide el conductor y la reparte (blending): primero usa la regeneración, y completa con fricción lo que falta. La regeneración tiene límites:

- la batería llena o fría admite poca carga;
- a muy baja velocidad se recupera poca energía, y el sistema retira la regeneración para detener el vehículo con suavidad;
- en frenadas fuertes, con ABS o control de estabilidad actuando, manda la fricción;
- en un vehículo de tracción en un eje, solo ese eje regenera.

El conductor no debe notar la transición. Si el pedal cambia de tacto o el vehículo "da un tirón" al parar, hay algo que revisar en el reparto: sensores de recorrido del pedal, presión, o el lado de la regeneración.

Freno por cable con acumulador o bomba

Para poder repartir, el pedal se separa del circuito hidráulico de las ruedas. El pedal empuja un simulador de recorrido que da el tacto, y sensores miden recorrido y presión. La presión real hacia las pinzas la genera el sistema, de dos formas típicas:

- **Bomba eléctrica y acumulador:** la bomba carga un acumulador a alta presión y unas válvulas solenoides dosifican la presión a cada rueda.
- **Servofreno electromecánico:** un motor eléctrico mueve el cilindro maestro, o un actuador integrado genera la presión sin acumulador.

Si el sistema eléctrico falla, queda un modo de respaldo en el que el pedal actúa hidráulicamente de forma directa. El pedal se siente duro y largo y la distancia de frenado aumenta: es para llegar al taller, no para seguir usando el vehículo.

© Auto Avance · www.autoavance.co

Precaución: el riesgo aquí es la presión hidráulica. En muchos sistemas, abrir la puerta del conductor, pisar el pedal o conectar el vehículo despierta la unidad de freno, que hace funcionar la bomba y presuriza el circuito. Con una pinza abierta, el pistón puede salir con fuerza y atrapar los dedos, o el líquido salir a presión. Antes de trabajar en los frenos, desactiva el sistema como indica la información de servicio: con el escáner, o retirando el fusible o el conector que se indique.

Modos de servicio y purga

El cambio de pastillas, la purga y el cambio de líquido tienen modos de servicio que se activan con el escáner. Según el sistema, sirven para:

1. Desactivar la presurización automática mientras trabajas en las pinzas.
2. Retraer el freno de estacionamiento eléctrico para poder empujar los pistones traseros.
3. Purgar en el orden indicado mientras el escáner abre las válvulas y hace funcionar la bomba, para sacar el aire del acumulador y de la unidad hidráulica, no solo de las pinzas.
4. Al terminar, salir del modo, comprobar que no queden códigos y hacer los aprendizajes o calibraciones del sensor de recorrido si el procedimiento lo pide.

Purgar solo por gravedad o con el pedal, como en un vehículo convencional, puede dejar aire en la unidad hidráulica. El resultado es un pedal que se siente bien en el taller y falla en una frenada fuerte o cuando entra el ABS.

Corrosión de pastillas y discos

Con la regeneración, la fricción trabaja poco y a baja temperatura. El disco no se limpia con el uso, se oxida, la pastilla se cristaliza y las guías se agarrotan. Los síntomas son ruido, vibración, freno que se desgasta de un solo lado o una frenada fuerte que no alcanza lo esperado. Algunos sistemas aplican periódicamente la fricción para limpiar los discos, pero no lo evitan del todo, sobre todo en el eje trasero y en vehículos que pasan mucho tiempo parados.

- Desmonta, limpia y lubrica guías en cada servicio de frenos, aunque las pastillas estén gruesas.
- Revisa las dos caras del disco: la interior suele estar peor.
- Cambia el líquido según el tiempo del plan, con el modo de servicio correspondiente.
- Tras una reparación, una prueba de ruta con frenadas firmes y seguras ayuda a limpiar el disco y asentar las pastillas.

Síntoma	Dónde mirar
Ruido o vibración con pastillas casi nuevas	Corrosión de disco, pastilla cristalizada

Síntoma	Dónde mirar
La bomba del freno funciona muy seguido o mucho tiempo	Fuga interna, acumulador, presión baja: lee datos con el escáner
Pedal duro y largo con testigo de freno	Sistema en modo de respaldo: lee códigos antes de mover el vehículo
Menos regeneración que lo normal	Batería llena o fría, códigos del sistema híbrido, sensores de velocidad

En el taller: pon el modo de servicio del freno en tu hoja de recepción como un paso más, igual que poner los tapetes protectores. El técnico que abre la puerta para mover el asiento con una pinza desmontada es el caso típico.

Practica en el simulador

Abre la pestaña Frenos del SUV híbrido de división de potencia. Aplica distintas intensidades de frenado a distintas velocidades y observa cuánto frena la regeneración y cuánto la fricción. Busca el momento en que la fricción toma el control al final de la parada.
Abrir el simulador de vehículos híbridos

Para profundizar

- MG1 y MG2: los motor-generadores de un híbrido
- Manual Sistemas Híbridos – Tren Motriz, Inversor y Batería (manual en PDF)

Autoevaluación

1. **¿Por qué puede moverse el pistón de una pinza aunque nadie pise el pedal?**

   Respuesta. Porque en un sistema con bomba y acumulador, abrir la puerta o conectar el vehículo despierta la unidad de freno, que presuriza el circuito por sí sola. Hay que desactivar el sistema según la información de servicio antes de trabajar.

2. **¿Por qué la purga se hace con el escáner y no solo con el pedal?**

   Respuesta. Porque hay aire que puede quedar en el acumulador y en la unidad hidráulica, que solo se purga cuando el escáner abre las válvulas y hace funcionar la bomba en el orden previsto.

3. **Al final de una parada, ¿quién frena más, la regeneración o la fricción? ¿Por qué?**

   Respuesta. La fricción, porque a muy baja velocidad la regeneración recupera poca energía y no sirve para detener ni sostener el vehículo. El sistema de reparto pasa la carga a la fricción sin que el conductor lo note.

N2 · M6

Prueba de aislamiento

Lectura: ≈ 35 min · 4 preguntas de autoevaluación

El sistema de alto voltaje de un vehículo está "flotante": ni el positivo ni el negativo están unidos a la masa del vehículo. Esa separación es la que protege a quien toca la carcasa de un componente, y cuando se degrada el vehículo pone un código de aislamiento y puede negarse a pasar a READY. Saber medirla con un megóhmetro e interpretar el resultado es una de las habilidades que separan a un técnico de servicio de alto voltaje.

> **Alto voltaje:** esta prueba la hace solo quien ya tiene formación práctica para trabajo en alto voltaje y la autorización de su empleador, siempre con el sistema desenergizado y la ausencia de tensión verificada. El megóhmetro genera cientos de voltios en sus puntas: no las toques durante la prueba.

Qué es la resistencia de aislamiento

Es la resistencia entre cada conductor del sistema de alto voltaje (positivo o negativo) y la masa del vehículo. En un sistema sano es muy alta. Si baja, por humedad en un conector, un cable rozado, refrigerante dentro de un componente o un aceite equivocado en el compresor, aparece un camino de corriente hacia la masa. Con una sola falla todavía no hay corriente peligrosa, porque falta el otro polo. Pero si hay una segunda falla en el polo opuesto, la carcasa puede quedar a una tensión peligrosa. Por eso se detecta y se corrige la primera.

Las normas UN ECE R100 e ISO 6469-3 fijan el mínimo en función de la tensión de trabajo: **100 Ω por voltio** en circuitos de CC y **500 Ω por voltio** en circuitos de CA. Para un sistema de 400 V eso da 40 kΩ en CC y 200 kΩ en CA. Esos son mínimos de homologación del vehículo completo. Un cable o componente sano mide muchísimo más, típicamente en el orden de los megaohmios o más, y los fabricantes fijan en su información de servicio el mínimo para cada prueba de taller.

Cómo lo vigila el BMS

El BMS, o un módulo de monitoreo de aislamiento, mide de forma continua entre los polos y la masa: usa una red de resistencias de alto valor o inyecta una señal de prueba y calcula la resistencia equivalente. Cuando baja de un umbral de advertencia, que el fabricante fija por encima del mínimo legal, guarda un código; si baja más, puede limitar el funcionamiento o impedir que se cierren los contactores.

© Auto Avance · www.autoavance.co

- Con los contactores cerrados, el monitor ve todo lo conectado: batería, inversor, compresor, calentadores, cargador.
- Con los contactores abiertos, muchos solo ven el lado de la batería.
- Por eso, los datos del escáner (valor de aislamiento en kΩ o MΩ, según el sistema) y el momento en que aparece el código (con A/C encendido, al cargar, con lluvia) orientan sobre qué parte revisar.

El megóhmetro

Un multímetro no sirve para esta prueba: mide resistencia con una tensión de pocos voltios y no revela un aislamiento que falla con alta tensión. El megóhmetro aplica una tensión de prueba de CC, típicamente de 500 V o 1000 V, y mide la corriente de fuga. La tensión correcta es la que indica la información de servicio para ese componente. Usar más tensión de la indicada puede dañar componentes electrónicos.

Procedimiento, en orden

1. Desenergiza el vehículo según el procedimiento del nivel 1: READY apagado, llave alejada, 12 V desconectada, desconexión de servicio retirada y asegurada, tiempo de espera de descarga de condensadores que indica el fabricante.
2. Verifica la ausencia de tensión con el método vivo-muerto-vivo en el punto de trabajo.
3. Desconecta el cable o el componente que vas a probar, según la información de servicio.
4. Comprueba el megóhmetro: puntas en cortocircuito y en abierto.
5. Elige la tensión de prueba que indica la información de servicio.
6. Conecta una punta al conductor (o al borne del componente) y la otra a la masa del vehículo o a la carcasa del componente, sobre metal limpio.
7. Aplica la prueba el tiempo indicado y lee cuando el valor se estabilice. Prueba cada polo por separado.
8. Deja que el megóhmetro descargue el circuito antes de retirar las puntas.
9. Registra cada valor, la tensión de prueba y la temperatura y humedad del taller.

Cable frente a componente

Prueba	Cómo se hace	Precauciones
Cable de alto voltaje	Desconectado en ambos extremos; cada conductor contra la malla o la masa, y entre conductores si el procedimiento lo pide	Revisa también los pines del conector y su sello

Prueba	Cómo se hace	Precauciones
Motor, compresor, calentador	Cada borne contra la carcasa del componente	La carcasa debe tener buena unión a masa; compruébala aparte
Inversor, cargador, convertidor	Solo en los puntos y con la tensión que indica la información de servicio	La electrónica y los condensadores internos pueden dañarse o dar lecturas que suben lentamente
Unión equipotencial	Con miliohmímetro, entre la carcasa del componente y la masa del vehículo	UN ECE R100 pide menos de 0,1 Ω entre partes conductoras expuestas y masa

Interpretar los resultados

- **Valor alto y estable**, muy por encima del mínimo del fabricante: aislamiento sano.
- **Valor que sube despacio al principio:** es la carga de la capacitancia del circuito; espera a que se estabilice.
- **Valor que baja con el tiempo** o que cambia al mover el cable: humedad, contaminación o un daño mecánico.
- **Un solo polo bajo:** falla localizada en ese conductor o en ese lado del componente.
- **Valor bajo solo con humedad o después de lavar el vehículo:** conectores o sellos.

Para localizar una falla que el BMS reporta, divide el sistema: desconecta una rama, mide, y sigue hasta que la parte que queda baja sea solo una. Las causas frecuentes son conectores con agua, refrigerante dentro del inversor o de un calentador, aceite equivocado en el compresor y cables dañados por roce o por roedores. Si la falla está dentro de la batería, su apertura es trabajo de un nivel de autorización superior.

> **En el taller:** antes de condenar un componente caro, repite la medición después de limpiar y secar el conector y anota los dos valores. Muchos códigos de aislamiento se resuelven en el conector.

© Auto Avance · www.autoavance.co

Practica en el simulador

Pide al instructor que inyecte una falla de aislamiento desde Fallas. Luego abre Mediciones, elige el megóhmetro y mide cada polo contra masa en los componentes y cables hasta localizar la parte con resistencia baja. Registra la tensión de prueba y cada valor.
Abrir el simulador de vehículos híbridos

Autoevaluación

1. **¿Cuál es el mínimo de resistencia de aislamiento para un circuito de CC de 350 V según UN ECE R100?**

   Respuesta. 100 Ω/V × 350 V = 35 kΩ. Es un mínimo de homologación; en el taller se compara con el valor de la información de servicio, que es mucho mayor.

2. **¿Por qué no se mide el aislamiento con un multímetro?**

   Respuesta. Porque el multímetro mide con pocos voltios y no pone a prueba el aislamiento. Una falla que solo conduce con alta tensión pasa desapercibida; el megóhmetro aplica 500 V o 1000 V según el procedimiento.

3. **La lectura de un cable sube despacio y luego se estabiliza en un valor alto. ¿Es una falla?**

   Respuesta. No. El aumento inicial es la carga de la capacitancia del cable o del componente. Se lee el valor cuando se estabiliza.

4. **El BMS reporta baja resistencia de aislamiento solo con el aire acondicionado encendido. ¿Por dónde empiezas?**

   Respuesta. Por el compresor eléctrico y su cableado: con el compresor desconectado, mide cada borne contra su carcasa. Pregunta también si hubo un servicio de aire acondicionado reciente y qué aceite se usó.

UniEVercity
ACADEMIA DE ELECTROMOVILIDAD · AUTO AVANCE

Sigue estudiando en la academia

Esta guía es la versión para leer sin conexión del Nivel 2 de UniEVercity, la academia de electromovilidad de Auto Avance. En línea encuentras además el plan del nivel, la práctica guiada en el simulador y la biblioteca completa.

Nivel 2 en línea
Los mismos módulos, con la práctica en el simulador y la autoevaluación interactiva.

Nivel 3 · Diagnóstico y reparación
El siguiente paso de la ruta de la academia.

Biblioteca digital de electromovilidad
Guías, infografías, manuales en PDF, artículos, casos de vehículos y temarios.

Simulador de vehículos híbridos
Batería abierta, contactores, inversor, megóhmetro, escáner y fallas reales.

Cursos de vehículos híbridos y eléctricos
Clases en video, evaluación y certificado de Auto Avance.

La academia enseña y evalúa conocimientos. No reemplaza la práctica supervisada ni la autorización de tu empleador para trabajar en alto voltaje. Auto Avance es la propietaria y desarrolladora de UniEVercity. Todos los derechos reservados.
www.autoavance.co