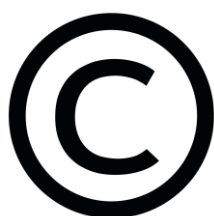


TMVG05

COMPROBACIÓN Y DIAGNOSIS DEL VEHÍCULO ELÉCTRICO

CONTENIDO CREADO POR: Cristian Alpera Maciá



Reservados todos los derechos. El contenido de esta obra está protegido por la ley, que establece penas de prisión y/o multas, además de las correspondientes indemnizaciones por daños y perjuicios, para quienes reprodujeren, plagiaran, contribuyeren o comunicasen públicamente, en todo o en parte, una obra literaria, artística o científica, o su transformación, interpretación o ejecución artística fijada en cualquier medio, sin la preceptiva autorización.

Ninguna parte de esta publicación, incluido el diseño de la cubierta, puede ser reproducida, almacenada o transmitida de ninguna forma, ni por ningún medio, sea este electrónico, electro-óptico, grabación, fotocopia o cualquier otro, sin la previa autorización por parte del autor

ÍNDICE

UD1 – EVOLUCIÓN DE LOS VEHÍCULOS ELÉCTRICOS

- 1. INTRODUCCIÓN.....9
- 2. NOVEDADES TECNOLÓGICAS EN EL VEHÍCULO ELÉCTRICO.....9
 - 2.1. ALMACENAMIENTO ELÉCTRICO.....9
 - 2.2. MOTORES Y DISTRIBUCIÓN DE LA TRACCIÓN.....12
 - 2.3. SISTEMAS DE REGULACIÓN Y CONTROL DE POTENCIA.....12
- 3. SEGMENTACIÓN DE MODELOS SEGÚN MERCADOS.....14
 - 3.1. MERCADO ASIÁTICO.....14
 - 3.2. MERCADO EUROPEO.....15
 - 3.3. MERCADO AMERICANO.....15
 - 3.4. TABLA COMPARATIVA GLOBAL POR MERCADOS.....16
 - 3.5. TABLA DE CONFIGURACIÓN DEL SISTEMA DE PROPULSIÓN.....17
 - 3.6. TABLA DE ESTRATEGIAS DE GESTIÓN ENERGÉTICA.....17
 - 3.7. TABLA DE INFRAESTRUCTURA Y RECARGA.....18

UD2 – ESTRUCTURA Y FUNCIONAMIENTO DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS CON BATERÍAS DE REFRIGERACIÓN FORZADA

- 1. DESCRIPCIÓN DE LAS MÁQUINAS ELÉCTRICAS UTILIZADAS EN AUTOMOCIÓN.....21
 - 1.1. MOTORES DE CORRIENTE CONTINUA.....21
 - 1.2. MOTORES SÍNCRONOS.....22
 - 1.3. MOTORES ASÍNCRONOS.....22
 - 1.4. MOTORES DE FLUJO AXIAL.....23
 - 1.5. MOTORES DE RELUCTANCIA CONMUTADA (SRM).....23
- 2. MOTOR ELÉCTRICO SÍNCRONO VOLKSWAGEN.....24
- 3. SENSOR RESOLVER DE LOS MOTORES ELÉCTRICOS.....25
- 4. ENUMERACIÓN DE ELEMENTOS Y FUNCIONES DEL INVERSOR.....26
 - 4.1. LA CONVERSIÓN ELÉCTRICA EN EL INVERSOR.....27
 - 4.2. LOS TRANSISTORES IGBT Y DIODOS DE POTENCIA.....28
 - 4.3. TRANSFORMADOR CC/AC - AC/CC.....32
 - 4.4. CONVERTIDOR CC/AC (INVERSOR).....32
 - 4.5. CONVERTIDOR AC/CC (RECTIFICADOR).....32
 - 4.6. CONVERTIDOR CC/CC.....33
 - 4.7. INVERSORES O MÓDULOS DE POTENCIA.....34
 - 4.8. SENSORES NTC EN EL INVERSOR.....35
 - 4.9. SENSORES DE TENSIÓN E INTENSIDAD EN EL INVERSOR.....35

ÍNDICE

UD2 – ESTRUCTURA Y FUNCIONAMIENTO DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS CON BATERÍAS DE REFRIGERACIÓN FORZADA

5. ESQUEMA COMPONENTES VEHÍCULO ELÉCTRICO.....	35
5.1. FUNCIONAMIENTO INVERSOR Y MOTOR ELÉCTRICO.....	36
6. ESQUEMA DE COMPONENTES VW EGOLF.....	38
7. FUNCIONAMIENTO BÁSICO CITROEN C-ZERO.....	39
8. SISTEMA DE REFRIGERACIÓN – NISSAN LEAF.....	40
9. IDENTIFICACIÓN DE LOS ELEMENTOS HABITUALES EN LAS BATERÍAS DE TRACCIÓN.....	41
9.1. ACUMULADORES DE ENERGÍA DE ALTA TENSIÓN.....	42
9.2. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LAS BATERÍAS DE ALTA TENSIÓN.....	43
9.3. TIPOS DE BATERÍAS DE ALTA TENSIÓN.....	43
9.4. EFECTO MEMORIA DE LAS BATERÍAS.....	44
9.5. CONEXIONADO DE LAS BATERÍAS DE ALTA TENSIÓN.....	45
9.5.1. CONEXIONADO DE LAS BATERÍAS EN SERIE.....	45
9.5.2. CONEXIONADO DE LAS BATERÍAS EN PARALELO.....	46
9.5.3. CONEXIONADO DE LAS BATERÍAS MIXTO SERIE-PARALELO.....	47
9.6. BATERÍA NISSAN LEAF.....	48
9.7. BATERÍA ALTA TENSIÓN ID BUZZ (BEV).....	51
9.8. BATERÍA RENAULT ZOE.....	54
9.9. SISTEMA DE GESTIÓN DE BATERIA – BMS.....	55
9.9.1. ACTUACIONES DE LA BMS.....	56
9.9.2. TIPOS DE BMS.....	56
9.10. BALANCEO DE CELDAS.....	58
9.11. SENSORES DE TENSIÓN.....	59
9.12. SENSORES DE TEMPERATURA DE BATERÍA.....	60
9.13. SENSOR DE CARGA E INTENSIDAD DE LA BATERÍA.....	61
9.14. DISYUNTOR O CONECTOR DE SERVICIO.....	62
9.15. RELÉS SMR – RENAULT.....	64
9.16. RELÉS DE SEGURIDAD Y ACTIVACIÓN BATERÍA DE ALTA TENSIÓN TOYOTA.....	66
9.17. SENSORES DE FUGA ELÉCTRICA.....	72
9.18. MANEJO SEGURO DE LA BATERÍA.....	73
9.19. TRANSPORTE DE LAS BATERÍAS.....	75

ÍNDICE

UD2 – ESTRUCTURA Y FUNCIONAMIENTO DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS CON BATERÍAS DE REFRIGERACIÓN FORZADA

10. MANIPULACIÓN DE LOS CONECTORES DE ALTA TENSIÓN.....	76
10.1. CONECTORES DE CORRIENTE CONTINUA.....	80
10.2. CONECTORES DE CORRIENTE ALTERNA.....	80
10.3. LA LINEA PILOTO.....	81
11. EL CARGADOR A BORDO.....	83
11.1. EL CARGADOR A BORDO PORSCHE.....	84
12. SISTEMA DE REFRIGERACIÓN BATERÍAS.....	86
12.1. TIPOS DE SISTEMAS DE REFRIGERACIÓN BATERÍAS.....	87
12.1.1. SISTEMA DE REFRIGERACIÓN POR AIRE.....	88
12.1.2. CIRCUITO DE REFRIGERACIÓN DE LA BATERÍA DE ALTA TENSIÓN TOYOTA.....	90
12.1.3. ELEMENTO CALEFACTOR PTC.....	91

UD3 – PRUEBAS DEL SISTEMA POWER TRAIN Y BATERÍA EN UN VEHÍCULO ELÉCTRICO

1. COMPROBACIÓN DE PARÁMETROS CON MÁQUINA DE DIAGNOSIS.....	95
2. DIAGNÓSTICO DEL INVERSOR.....	96
3. DIAGNÓSTICO DE LAS MÁQUINAS ELÉCTRICAS.....	97
3.1. COMPROBACIÓN DEL AISLAMIENTO DE LA MÁQUINA ELÉCTRICA.....	98
4. DIAGNÓSTICO DE LAS BATERÍAS DE ALTA TENSIÓN.....	100
4.1. DIAGNÓSTICO DEL DISYUNTOR BIPOLAR NISSAN LEAF.....	104
5. DIAGNÓSTICO FUGA AISLAMIENTO.....	105
6. DIAGNÓSTICO FUGA AISLAMIENTO MOTOR ELÉCTRICO.....	106
7. COMPROBACIÓN CABLES DE ALTA TENSIÓN.....	106
8. COMPROBACIÓN DEL SENSOR RESOLVER.....	108

UD1

EVOLUCIÓN DE LOS VEHÍCULOS ELÉCTRICOS

- Reconocer los avances tecnológicos que han impulsado el desarrollo de la movilidad eléctrica.



1. INTRODUCCIÓN

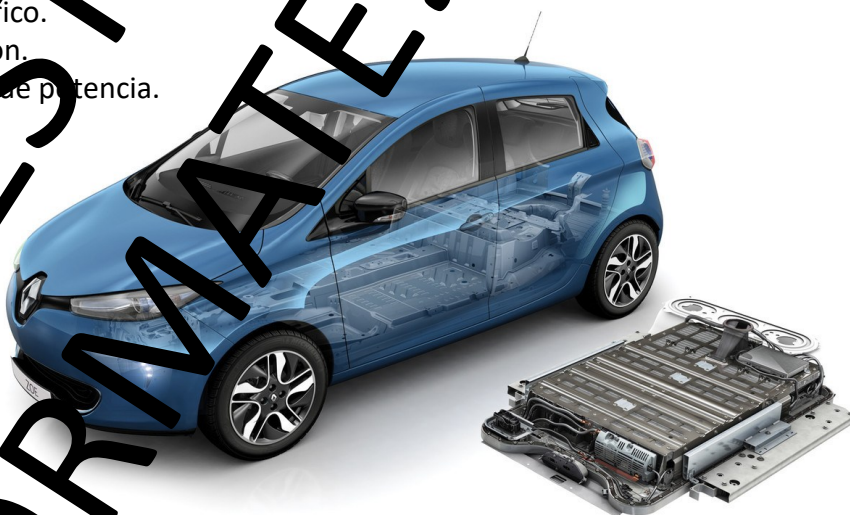
El vehículo eléctrico se ha consolidado como una de las principales soluciones para afrontar los retos actuales en materia de sostenibilidad, eficiencia energética y reducción de emisiones contaminantes. Impulsado por avances tecnológicos, regulaciones medioambientales más estrictas y una creciente concienciación social, este tipo de movilidad está experimentando una evolución constante en múltiples ámbitos.

En este contexto, la innovación tecnológica juega un papel fundamental, especialmente en aspectos como el almacenamiento de energía, los sistemas de propulsión y la gestión inteligente de la potencia. Estas mejoras no solo buscan aumentar la autonomía y reducir los tiempos de recarga, sino también optimizar el rendimiento global del vehículo, mejorar la experiencia del usuario y facilitar la integración con las infraestructuras energéticas actuales.

2. NOVEDADES TECNOLÓGICAS EN EL VEHÍCULO ELÉCTRICO

El desarrollo del vehículo eléctrico se centra principalmente en tres áreas clave:

- El almacenamiento eléctrico.
- Los sistemas de propulsión.
- La electrónica de control de potencia.



2.1. ALMACENAMIENTO ELÉCTRICO

El sistema de almacenamiento energético en vehículos eléctricos está basado mayoritariamente en baterías de iones de litio (Li-ion), cuya evolución se centra en el aumento de la densidad energética gravimétrica (Wh/kg) y volumétrica (Wh/L), así como en la mejora de la estabilidad térmica y la reducción de la degradación cíclica.

Las químicas más avanzadas incluyen variantes como NMC (níquel-manganeso-cobalto), NCA (níquel-cobalto-aluminio) y LFP (litio-ferrofosfato), cada una con compromisos específicos entre densidad energética, coste y seguridad. En este contexto, las baterías de estado sólido representan una línea de investigación prioritaria, al sustituir el electrolito líquido por uno sólido (cerámico o polimérico), lo que permite aumentar el voltaje de celda, reducir el riesgo de “fuga energética” y mejorar la densidad energética teórica.

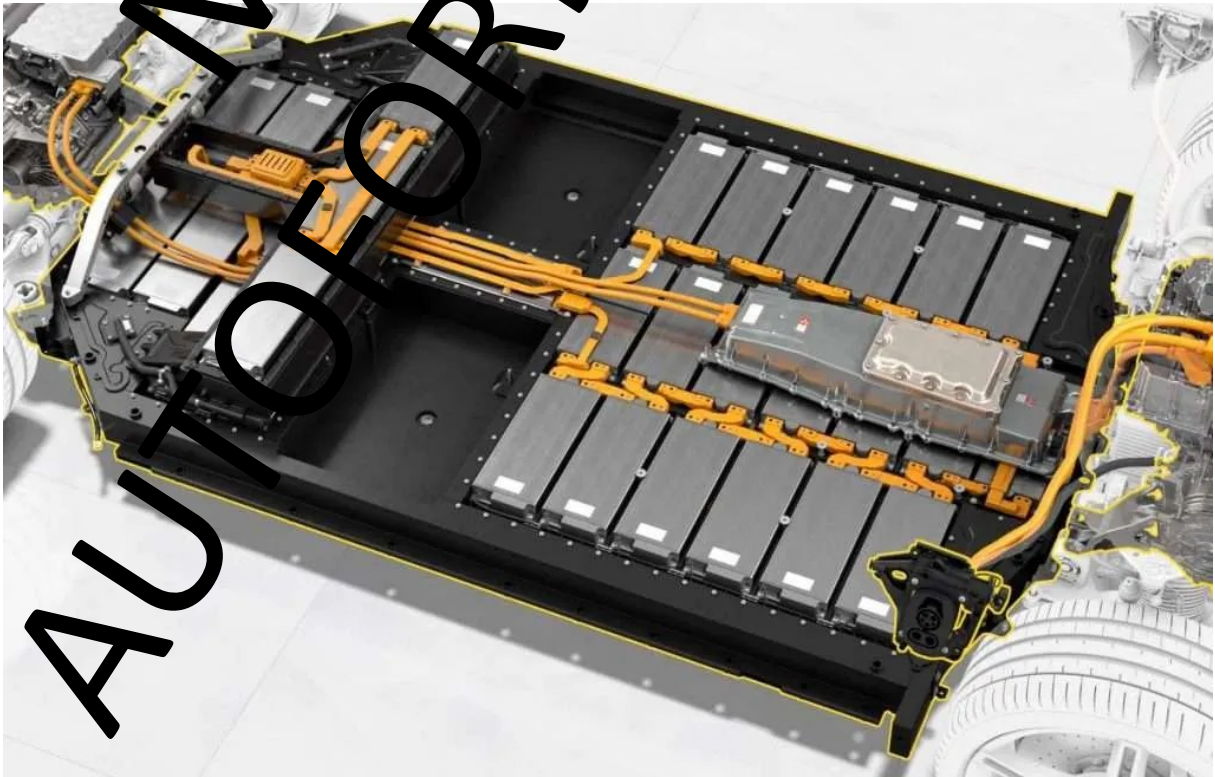
En cuanto a la arquitectura, se observa una tendencia hacia configuraciones “cell-to-pack” (CTP) y “cell-to-chassis” (CTC), que eliminan módulos intermedios, reduciendo masa estructural y resistencia interna, lo que repercute directamente en una mejora del rendimiento energético del sistema.

2.1. ALMACENAMIENTO ELÉCTRICO

El enfoque **Cell-to-Pack (CTP)** consiste en eliminar los módulos intermedios de la batería, integrando directamente las celdas dentro del paquete. Este cambio permite aprovechar mejor el espacio disponible, reducir el número de componentes y aumentar la densidad energética del sistema.

Empresas como **CATL** y **BYD** han impulsado esta tecnología como una evolución eficiente del diseño convencional de baterías.

VENTAJAS	DESVENTAJAS
■ Mayor densidad energética: al eliminar módulos, hay más espacio para celdas. ■ Menor peso: menos estructuras internas. ■ Coste reducido: menos componentes y ensamblaje. ■ Mejor aprovechamiento del volumen: diseño más compacto.	■ Menor modularidad: si falla una parte, es más difícil reemplazarla. ■ Reparaciones más complejas. ■ Gestión térmica más exigente: al haber más celdas juntas. ■ Menor flexibilidad de diseño para diferentes modelos.



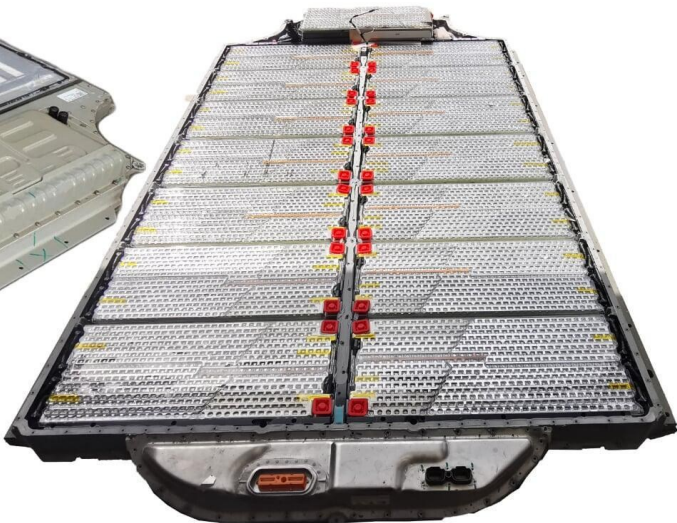
2.1. ALMACENAMIENTO ELÉCTRICO

Por otro lado, el concepto **Cell-to-Chassis (CTC)** lleva la integración un paso más allá, al convertir la batería en un elemento estructural del vehículo. En este caso, las celdas no solo almacenan energía, sino que también forman parte del chasis, contribuyendo a la rigidez y al diseño del automóvil.

Fabricantes como **Tesla** están explorando este enfoque como una solución para reducir peso, mejorar la eficiencia y redefinir la arquitectura del vehículo eléctrico.



VENTAJAS	DESVENTAJAS
■ Máxima densidad energética del sistema. ■ Gran reducción de peso total del vehículo. ■ Mayor rigidez estructural y mejora comportamiento dinámico. ■ Más espacio interior (mejor habitabilidad). ■ Menor coste a largo plazo (menos piezas).	■ Reparabilidad muy complicada: un daño estructural puede afectar la batería. ■ Seguridad en impactos más crítica: requiere ingeniería muy avanzada. ■ Reciclaje más complejo. ■ Altos costes de desarrollo inicial. ■ Menor flexibilidad industrial (plataformas menos universales).



2.2. MOTORES Y DISTRIBUCIÓN DE LA TRACCIÓN

El sistema de propulsión eléctrica se basa principalmente en motores síncronos de imanes permanentes (PMSM) y motores asíncronos de inducción (IM), seleccionados en función de criterios de eficiencia, coste, densidad de potencia y disponibilidad de materiales.

Los PMSM destacan por su elevada eficiencia (>95%) y alta densidad de potencia, aunque dependen de materiales críticos como las tierras raras. Por otro lado, los motores de inducción presentan una menor eficiencia a cargas parciales, pero ofrecen mayor robustez y menor coste.

Una innovación relevante es el desarrollo de motores de flujo axial, que presentan una configuración geométrica que permite una mayor densidad de par por unidad de volumen, reduciendo peso y tamaño en aplicaciones de alta potencia.

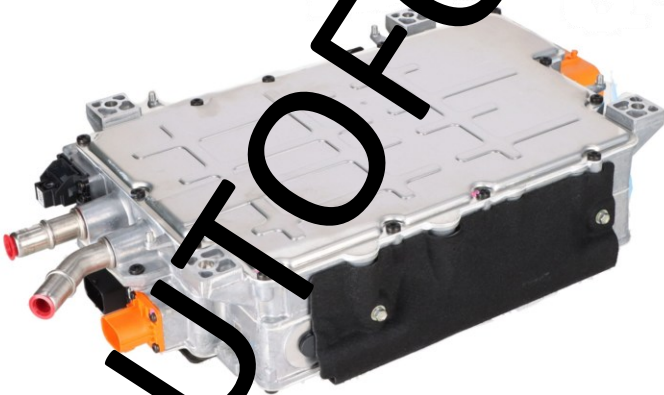
En términos de integración, se está consolidando el uso de unidades “e-axe”, que combinan motor eléctrico, inversor y sistema de transmisión en un único conjunto compacto, reduciendo pérdidas mecánicas y mejorando la eficiencia global del tren motriz.

La distribución de la tracción ha evolucionado hacia configuraciones multimotor (uno por eje o incluso uno por rueda), lo que permite implementar estrategias avanzadas de control como el “torque vectoring”. Este enfoque posibilita la modulación independiente del par en cada rueda, mejorando la estabilidad lateral, la tracción y la dinámica del vehículo mediante control en tiempo real.



2.3. SISTEMAS DE REGULACIÓN Y CONTROL DE VELOCIDAD

La electrónica de potencia en vehículos eléctricos está compuesta principalmente por inversores, convertidores DC-DC y sistemas de carga a bordo (OBC). Los inversores modernos utilizan dispositivos semiconductores avanzados, como MOSFETs y transistores de carburo de silicio (SiC), que permiten operar a mayores frecuencias de conmutación, reduciendo pérdidas y mejorando la eficiencia (>97%).



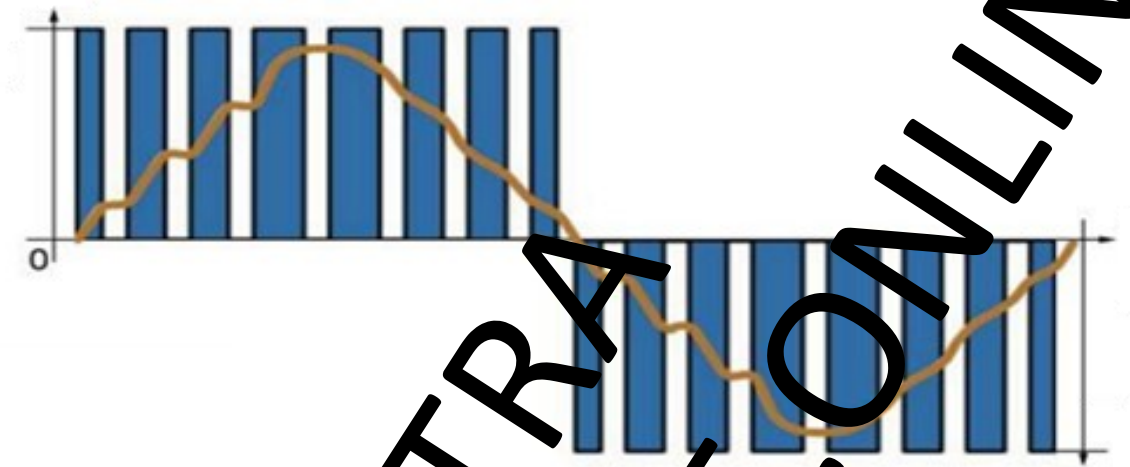
INVERSOR-CONVERTIDOR



CARGADOR A BORDO OBC

2.3. SISTEMAS DE REGULACIÓN Y CONTROL DE POTENCIA

El control del motor se realiza mediante técnicas de modulación como PWM (Pulse Width Modulation) y estrategias avanzadas como el control vectorial (FOC, Field-Oriented Control) que permiten desacoplar el control del flujo y el par, optimizando el rendimiento dinámico del motor.



Los convertidores DC-DC gestionan la adaptación de niveles de tensión entre la batería de alta tensión y los sistemas auxiliares de baja tensión (12V/48V), mientras que el OBC permite la conversión de corriente alterna de la red a corriente continua para la carga de la batería.

3.2. MERCADO EUROPEO

El mercado europeo está fuertemente condicionado por normativas medioambientales estrictas, como los límites de emisiones de CO₂ establecidos por la Unión Europea, lo que impulsa una rápida electrificación del parque automovilístico.

Desde una perspectiva técnica, los vehículos eléctricos en Europa se diseñan con un enfoque centrado en la eficiencia energética global, la seguridad funcional (cumplimiento de normas como ISO 26262) y la sostenibilidad del ciclo de vida. Se observa un uso predominante de baterías NMC, que ofrecen un equilibrio entre densidad energética y rendimiento.

Los fabricantes europeos tienden a desarrollar plataformas específicas para vehículos eléctricos (dedicadas), lo que permite optimizar la distribución de masas, mejorar la rigidez estructural y maximizar el espacio disponible para el sistema de baterías.

En términos de arquitectura eléctrica, existe una adopción progresiva de sistemas de 800 V en segmentos medios y altos, con el objetivo de reducir tiempos de recarga y mejorar la eficiencia en conducción de larga distancia. Además, se presta especial atención a la integración de sistemas avanzados de asistencia a la conducción (ADAS) y a la conectividad.

El mercado europeo presenta una alta diversificación de segmentos, desde vehículos urbanos compactos hasta SUV de gran tamaño, con autonomías típicas entre 300 y 600 km.

3.3. MERCADO AMERICANO

El mercado americano, particularmente en Estados Unidos, muestra una orientación hacia vehículos de gran tamaño, como SUV y pick-ups, con requerimientos elevados de potencia y autonomía.

Desde el punto de vista técnico, esto se traduce en el uso de baterías de alta capacidad (superiores a 80–100 kWh) y configuraciones de propulsión multimotor, que permiten alcanzar altas prestaciones (elevado par y aceleración) y sistemas de tracción total (AWD).

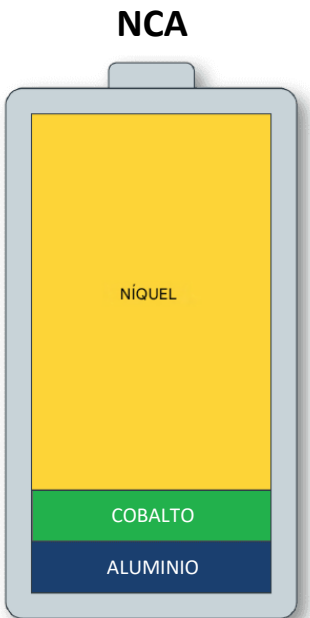
A diferencia del enfoque europeo, donde se prioriza la eficiencia, en el mercado americano el diseño tiende a favorecer la autonomía absoluta y el rendimiento, incluso a costa de un mayor consumo energético específico (Wh/kWh).

Este mercado también destaca por su liderazgo en el desarrollo de arquitecturas de software avanzadas, con vehículos definidos por software (SDV), integración de inteligencia artificial y capacidades de conducción autónoma. La electrónica de control y la capacidad de actualización remota (OTA) son elementos clave en la diferenciación del producto.

En cuanto a la infraestructura, aunque menos densa que en Europa o Asia en determinadas regiones, se está expandiendo rápidamente, con especial énfasis en redes de carga rápida de alta potencia.

3.4. TABLA COMPARATIVA GLOBAL POR MERCADOS

PARÁMETRO TÉCNICO	MERCADO ASIÁTICO	MERCADO EUROPEO	MERCADO AMERICANO
Prioridad de diseño	Coste y escalabilidad	Eficiencia y normativa	Autonomía y autonomía
Química de batería dominante	LFP	NMC	NMC / NCA
Densidad energética (Wh/kg)	140–180	180–250	200–300
Capacidad típica batería (kWh)	40–70	50–90	80–150
Arquitectura eléctrica	400 V	400–800 V	400–800 V
Tipo de vehículo predominante	Urbano / compacto	Compacto / SUV	SUV / Pick-up
Autonomía típica (km)	300–500	350–600	450–700
Estrategia de recarga	Swapping + carga convencional	Carga rápida (DC)	Carga rápida alta potencia
Nivel de integración software	Medio	Alto	Muy alto (SDV)
Coste objetivo (€/kWh)	Bajo	Medio	Alto



3.5. TABLA DE CONFIGURACIÓN DEL SISTEMA DE PROPULSIÓN

PARÁMETRO	MERCADO ASIÁTICO	MERCADO EUROPEO	MERCADO AMERICANO
Tipo de motor predominante	PMSM	PMSM	PMSM / Inducción
Configuración motriz	FWD / RWD	FWD / AWD	AWD (multimotor)
Nº de motores típico	1	1–2	2–3
Potencia media (kW)	80–150	100–250	200–500
Densidad de potencia (kW/kg)	Media	Alta	Muy alta
Torque vectoring	Limitado	Modelado	Avanzado



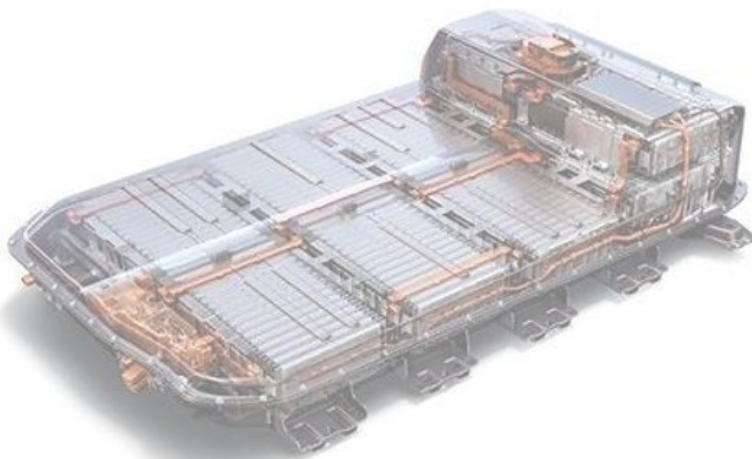
3.6. TABLA DE ESTRATEGIAS DE GESTIÓN ENERGÉTICA

ESTRATEGIA	MERCADO ASIÁTICO	MERCADO EUROPEO	MERCADO AMERICANO
Optimización principal	Coste energético total	Eficiencia global	Autonomía máxima
Gestión térmica	Simplificada / pasiva	Activa (líquida)	Avanzada (líquida + predictiva)
Frenada regenerativa	Estándar	Optimizada	Alta capacidad
BMS	Funcional	Avanzado	Muy avanzado (IA/ML)
Integración con red (V2G)	Limitada	En desarrollo	En expansión

UD2

ESTRUCTURA Y FUNCIONAMIENTO DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS CON BATERÍAS DE REFRIGERACIÓN FORZADA

- Identificar los componentes principales de un vehículo eléctrico
- Diferenciar los tipos de sistemas de refrigeración aplicados a baterías de vehículos eléctricos



1. DESCRIPCIÓN DE LAS MÁQUINAS ELÉCTRICAS UTILIZADAS EN AUTOMOCIÓN

En la automoción moderna, especialmente con la expansión de los vehículos eléctricos e híbridos, las máquinas eléctricas han adquirido un papel fundamental en la propulsión y en los sistemas auxiliares del vehículo. Estos motores eléctricos transforman la energía eléctrica en energía mecánica, permitiendo el movimiento del vehículo con alta eficiencia, menor mantenimiento y menores emisiones contaminantes en comparación con los motores de combustión interna.

A lo largo del desarrollo tecnológico se han empleado distintos tipos de máquinas eléctricas, cada una con características específicas en cuanto a rendimiento, coste, complejidad y aplicaciones. Entre las más relevantes se encuentran los motores de corriente continua, síncronos, asíncronos, de flujo axial y de reluctancia conmutada, que representan distintas soluciones técnicas adaptadas a las necesidades actuales de la industria automotriz.

El estudio de estos motores permite comprender las bases del funcionamiento de la movilidad eléctrica y la evolución hacia sistemas de propulsión más eficientes, compactos y sostenibles.



1.1. MOTORES DE CORRIENTE CONTINUA

Los motores de corriente continua fueron de los primeros utilizados en automoción. Se caracterizan por su facilidad de control de velocidad y par, lo que los hizo muy populares en aplicaciones donde se requería regulación sencilla.

Aunque hoy en día han sido sustituidos en gran medida por tecnologías más eficientes, aún se emplean en sistemas auxiliares del vehículo.

CARACTERÍSTICAS	VENTAJAS	INCONVENIENTES	USO ACTUAL
■ Funcionan con corriente continua. ■ Fácil control de velocidad y par. ■ Alto par de arranque.	■ Control sencillo. ■ Buen comportamiento a bajas velocidades.	■ Necesitan escobillas y conmutador, lo que genera desgaste. ■ Mayor mantenimiento. ■ Menor eficiencia comparados con tecnologías modernas.	■ Sistemas auxiliares (elevalunas, limpiaparabrisas). ■ Cada vez menos usados en tracción principal.

1.4. MOTORES DE FLUJO AXIAL

Los motores de flujo axial se caracterizan por su diseño compacto en forma de disco, donde el flujo magnético circula paralelo al eje de rotación. Este diseño permite una alta densidad de potencia, lo que los hace ideales para aplicaciones donde el espacio y el peso son críticos.

CARACTERÍSTICAS	VENTAJAS	INCONVENIENTES	USO ACTUAL
■ Diseño “plano” tipo disco. ■ Alta densidad de potencia.	■ Muy compactos y ligeros. ■ Excelente relación potencia/peso. ■ Alto rendimiento.	■ Fabricación más compleja. ■ Coste elevado	■ Vehículos eléctricos de alto rendimiento. ■ Prototipos y modelos avanzados.

EJEMPLOS:

- Mercedes-Benz Vision EQXX (concepto con motor de flujo axial desarrollado con YASA)
- Algunos modelos de alto rendimiento de Mercedes-AMG EQ (uso de motores YASA de flujo axial)
- Proyectos de vehículos eléctricos ligeros de alta eficiencia

1.5. MOTORES DE RELUCTANCIA CONMUTADA (SRM)

Los motores de reluctancia conmutada basan su funcionamiento en la tendencia del rotor a alinearse con la posición de mínima reluctancia magnética. Destacan por su sencillez constructiva, ya que no utilizan imanes ni bobinas en el rotor, lo que los hace robustos y económicos, aunque su control es más complejo.

CARACTERÍSTICAS	VENTAJAS	INCONVENIENTES	USO ACTUAL
■ Rotor sin bobinas ni imanes. ■ Conmutación electrónica controlada.	■ Muy robustos. ■ Fáciles de fabricar. ■ Alta tolerancia a altas temperaturas. ■ Sin tierras raras.	■ Vibraciones y ruido elevados. ■ Control electrónico complejo. ■ Par menos uniforme.	■ Vehículos eléctricos en desarrollo y aplicaciones donde se prioriza robustez y coste.

EJEMPLOS:

- Vehículos eléctricos experimentales y prototipos de fabricantes como **Nidec**
- Autobuses eléctricos y vehículos industriales en fase de prueba
- Algunos sistemas de propulsión en desarrollo para camiones eléctricos

2. MOTOR ELÉCTRICO SÍNCRONO VOLKSWAGEN

Sobre el motor de propulsión eléctrica va dispuesto el módulo electrónico de potencia y control para propulsión eléctrica. La caja de cambios de 1 marcha OMH está atornillada directamente al motor de propulsión eléctrica, formando ambos una unidad constructiva.

El motor de propulsión eléctrica consta de los componentes siguientes:

- Placa de cojinetes del rotor.
- Carcasa de motor y cambio en fundición a presión de aluminio.
- Rotor.
- Estátor.
- Unidad de sensores.



CARACTERÍSTICAS	
FABRICANTE	Volkswagen Kassel
PESO	90kg incluido módulo de potencia.
POTENCIA	Máx 150kW
PAR	Máx 310Nm
RÉGIMEN MÁXIMO	0-16000rpm
RELACIÓN DE TRANSMISIÓN	11,53:1
CAPACIDAD DE ACEITE	0,8+0,1L
REFRIGERACIÓN	Refrigeración líquida
EJES DE ACCIONAMIENTO	Enchufados

3. SENSOR RESOLVER DE LOS MOTORES ELÉCTRICOS

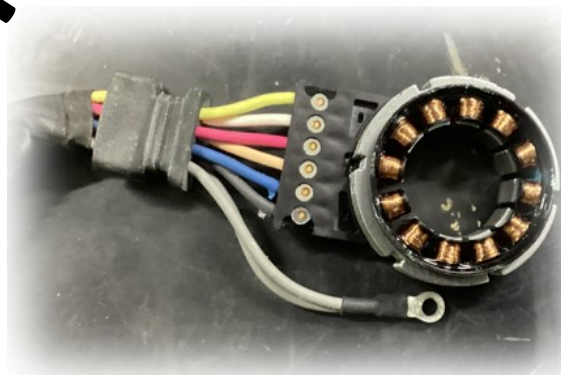
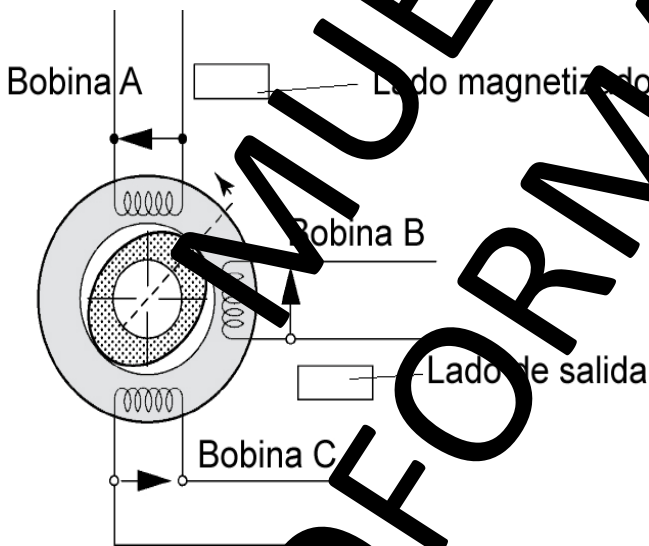
Los motores eléctricos montan sensores de posición y velocidad para controlar el trabajo de estos.

Es un sensor compacto y altamente fiable que detecta con precisión la posición del polo magnético.

Adicionalmente, la cantidad de variación de la posición dentro de un tiempo pre-determinado es calculada por la ECU de HV, permitiendo usar este sensor como un sensor de rpm.

El estator del sensor contiene 3 bobinas, y las bobinas de salida B y C están alternadas eléctricamente en 90 grados.

Por lo tanto, mediante el paso de la corriente alterna a través de la bobina A, la salida que corresponde a la posición del rotor de sensor generada por las bobinas B y C. La posición absoluta puede detectarse gracias a la diferencia entre estas salidas.



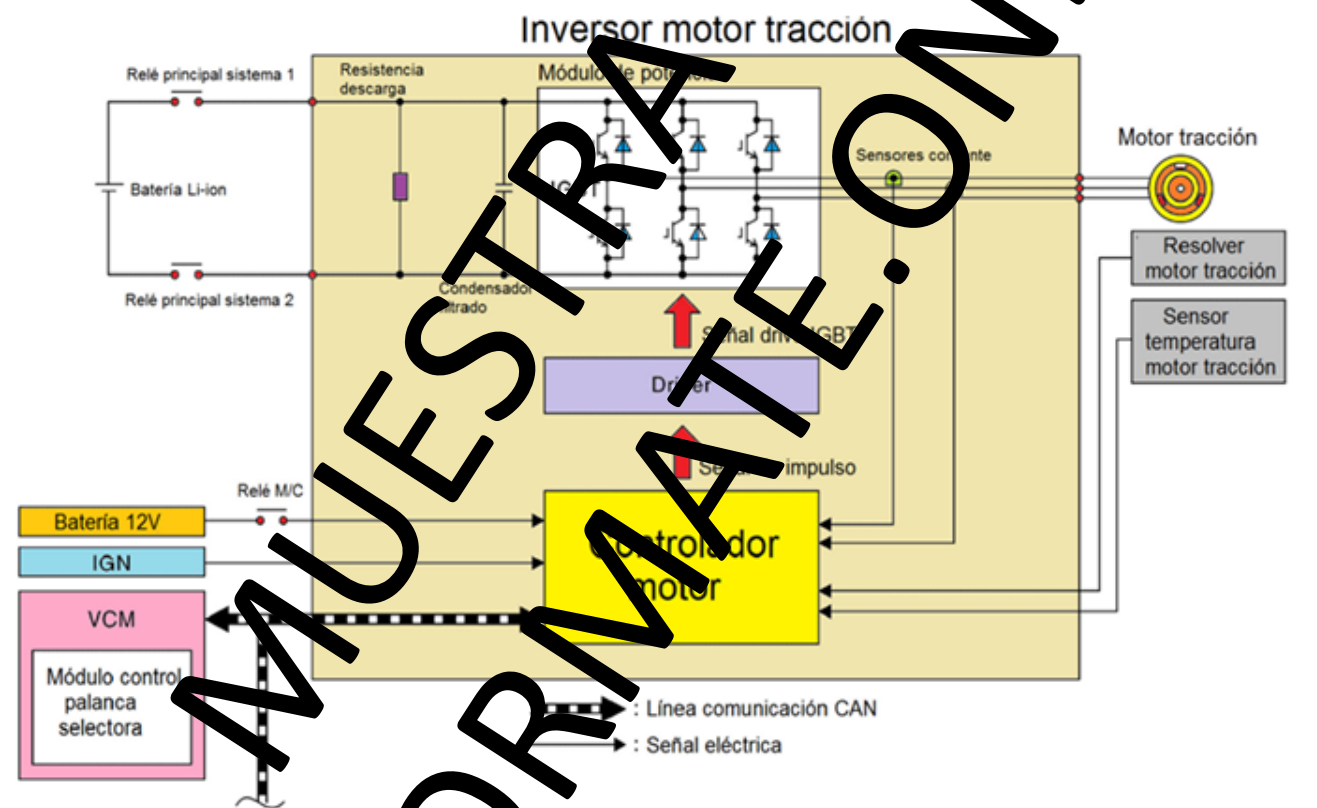
	RESISTENCIA ELÉCTRICA
BOBINA A	7,65Ω a 10,2Ω
BOBINA B	12,6Ω a 16,8Ω
BOBINA C	12,6Ω a 16,8Ω

**Valor genérico. Siempre tener en cuenta los valores del fabricante*

4. ENUMERACIÓN DE ELEMENTOS Y FUNCIONES DEL INVERSOR

El inversor es uno de los componentes más importantes en los vehículos eléctricos e híbridos ya que actúa como el “cerebro eléctrico” encargado de gestionar y transformar la energía entre la batería y los distintos sistemas del vehículo.

Su función principal es convertir la corriente continua (CC) de la batería en corriente alterna (CA) para el motor eléctrico, además de controlar el flujo de energía en ambos sentidos y proteger el sistema frente a fallos eléctricos y térmicos.



NUEVO NISSAN LEAF

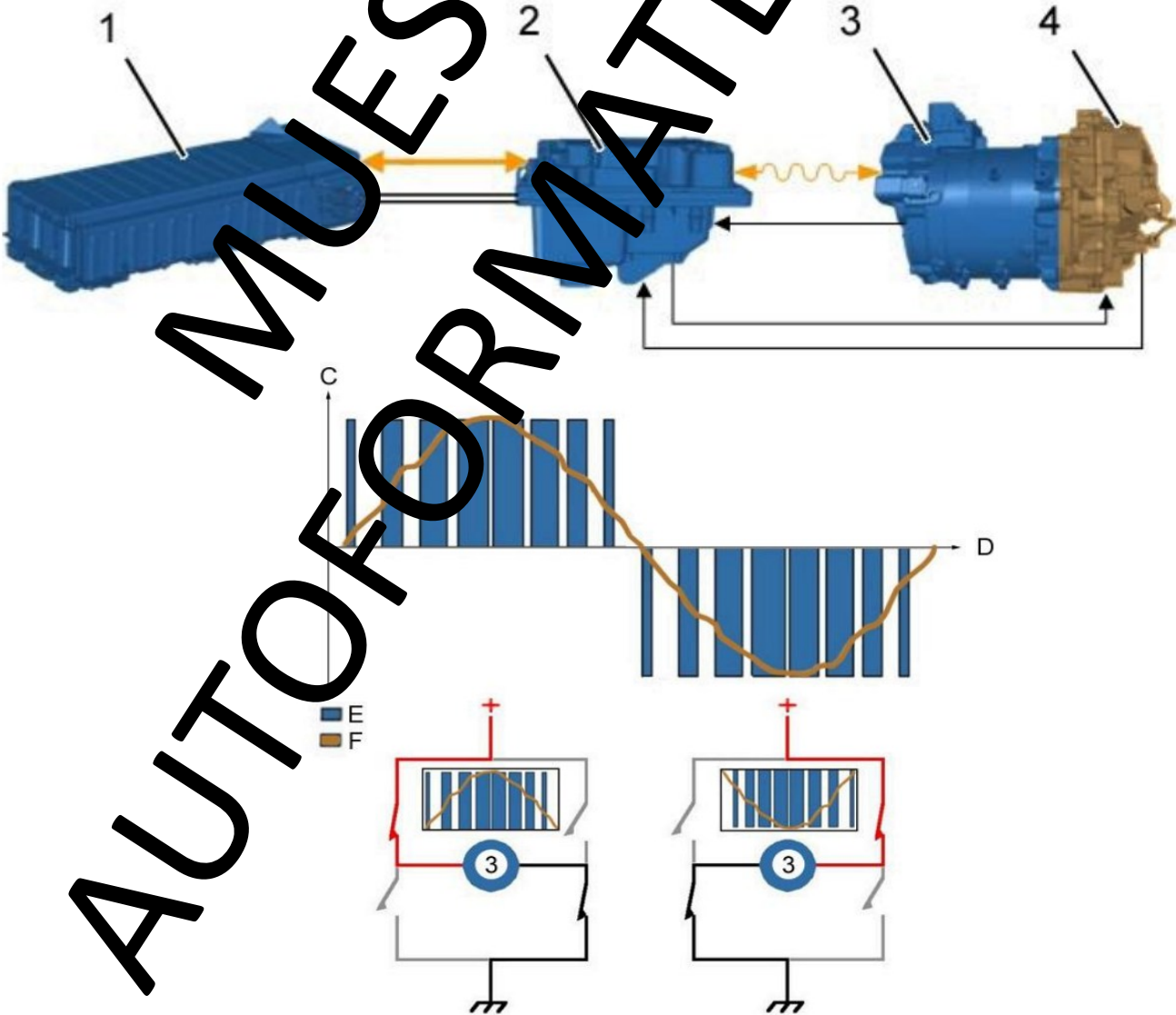


4.2. LOS TRANSISTORES IGBT Y DIODOS DE POTENCIA

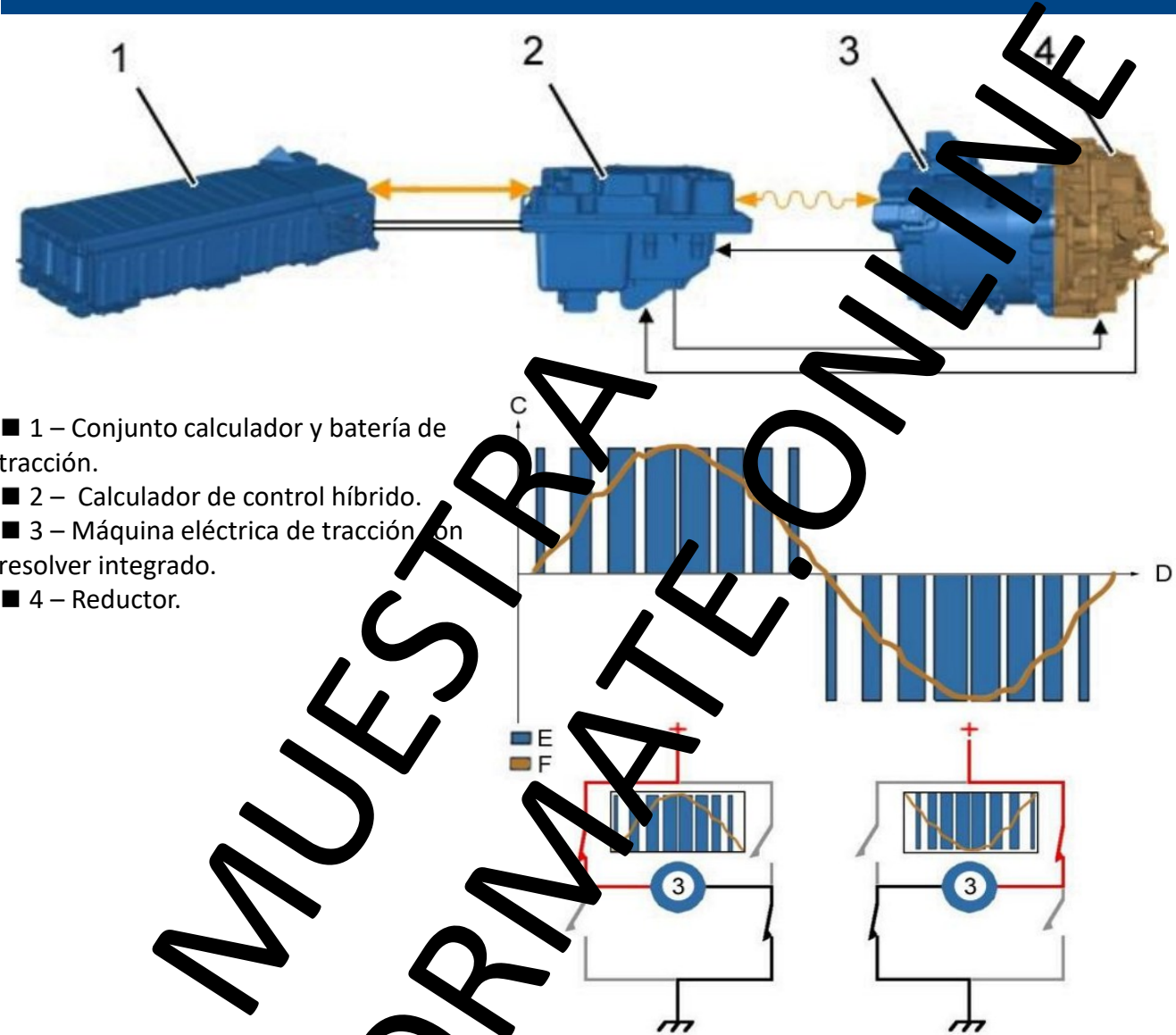
Cada IGBT suele incorporar un diodo antiparalelo, también llamado *freewheeling diode*.

Los motores eléctricos se comportan como cargas inductivas, lo que implica que la corriente no puede variar de forma instantánea. Por esta razón, cuando el IGBT se apaga, la energía almacenada en el motor debe seguir teniendo un camino por donde circular.

FUNCIONES DEL DIODO	
Recirculación de corriente	Cuando el IGBT se apaga, el diodo permite que la corriente generada por el motor continúe circulando sin interrupciones.
Protección del transistor	Evita la aparición de sobretensiones peligrosas (picos inductivos) que podrían dañar el IGBT.
Recuperación de energía	Durante el frenado regenerativo, el diodo facilita el flujo de energía de vuelta hacia el sistema, permitiendo que parte de esa energía se recargue en la batería.



4.2. LOS TRANSISTORES IGBT Y DIODOS DE POTENCIA



- 1 – Conjunto calculador y batería de tracción.
- 2 – Calculador de control híbrido.
- 3 – Máquina eléctrica de tracción con resolver integrado.
- 4 – Reductor.

- 3 Máquina eléctrica de tracción con resolver integrado.
- "C" Tensión en voltios (V).
- "D" Tiempo.
- "E" Pulsos generados por el pilotaje de los transistores de potencia.
- "F" Tensión alterna generada por las modulaciones de anchura de pulso.

El calculador de control híbrido transforma la tensión continua de la batería de tracción en tensión alterna regulada modulando la anchura de los pulsos generados por el pilotaje de los transistores de potencia.

La modulación de la anchura de pulso corresponde a la duración de pilotaje en cierre de los transistores de potencia.

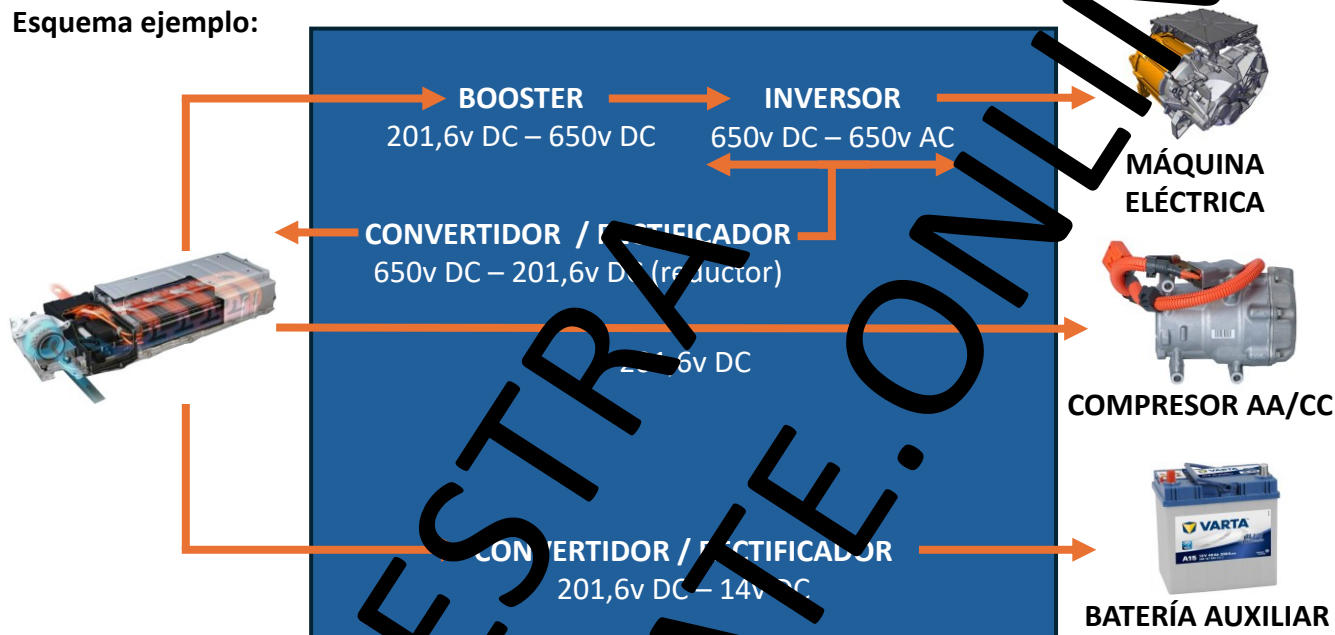
El calculador de control híbrido modula la anchura de pulso para regular la tensión alterna trifásica enviada a la máquina eléctrica de tracción en función de los siguientes parámetros :

- Necesidades del vehículo
- Peticiones conductor

4.3. TRANSFORMADOR CC/AC - AC/CC

En un vehículo eléctrico, el sistema de potencia no es un único “transformador”, sino varios **convertidores electrónicos** que trabajan juntos para adaptar la energía de la batería a las necesidades del motor y de los sistemas auxiliares.

Esquema ejemplo:



4.4. CONVERTIDOR CC/AC (INVERSOR)

El convertidor CC/AC, también llamado inversor, es el sistema encargado de transformar la corriente continua de la batería en corriente alterna trifásica, que es la que utiliza el motor eléctrico para funcionar.

Este proceso se realiza mediante semiconductores de potencia como IGBT o MOSFET, que conmutan muy rápidamente para generar una señal PWM que simula una onda sinusoidal.

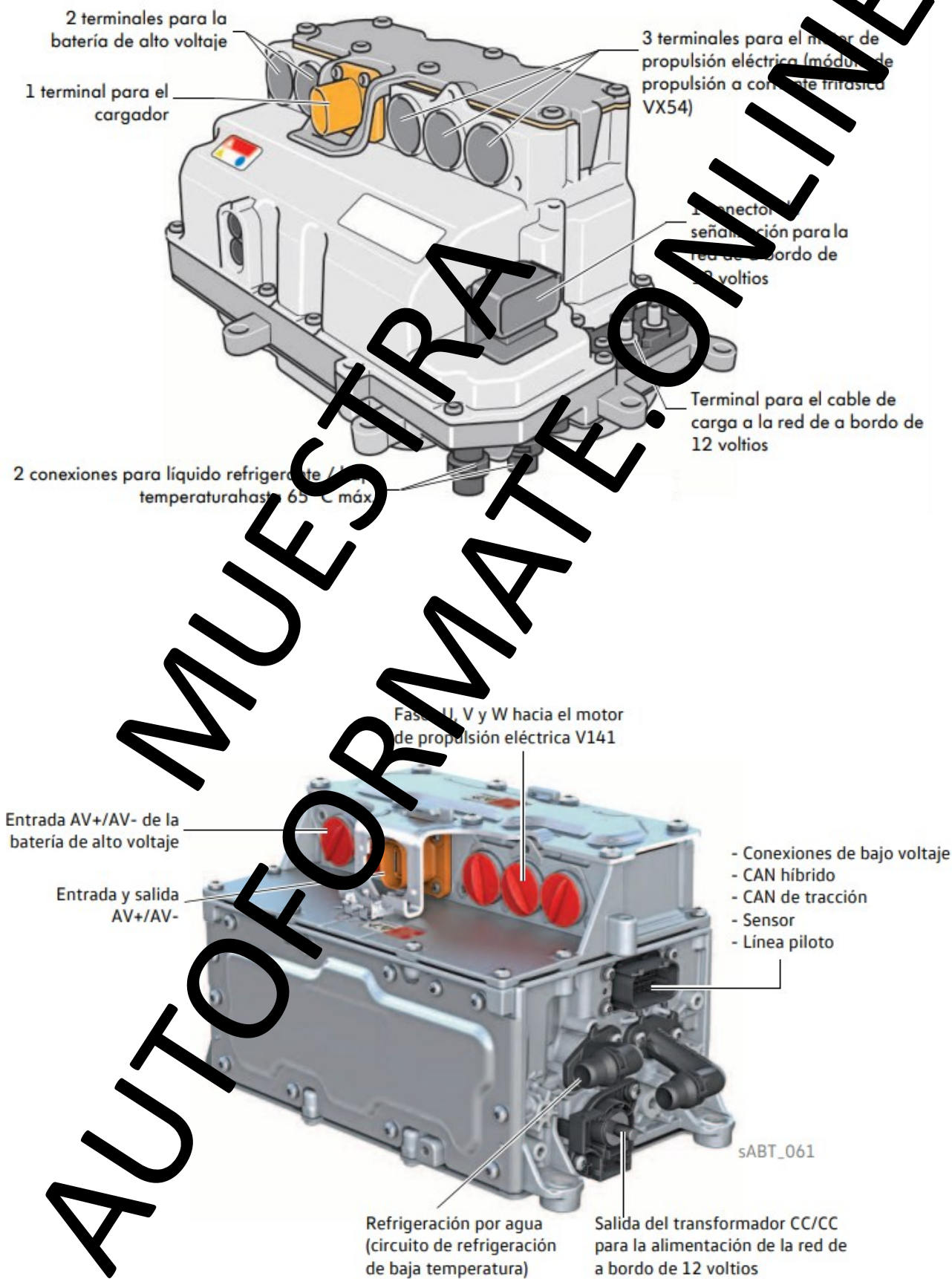
Gracias a este sistema, el vehículo puede controlar de forma precisa la velocidad, el par motor y la eficiencia energética durante la conducción.

4.5. CONVERTIDOR AC/CC (RECTIFICADOR)

El convertidor AC/CC, conocido como rectificador, se utiliza principalmente durante la carga del vehículo eléctrico.

Su función es convertir la corriente alterna proveniente de la red eléctrica en corriente continua, que es la que puede almacenar la batería.

Este proceso se realiza mediante diodos o sistemas de rectificación controlada, que estabilizan la energía y la adaptan para que sea segura y eficiente en la carga del sistema de almacenamiento del vehículo.



4.8. SENSORES NTC EN EL INVERSOR

Los sensores **NTC (coeficiente de temperatura negativo)** son termistores cuya resistencia disminuye al aumentar la temperatura.

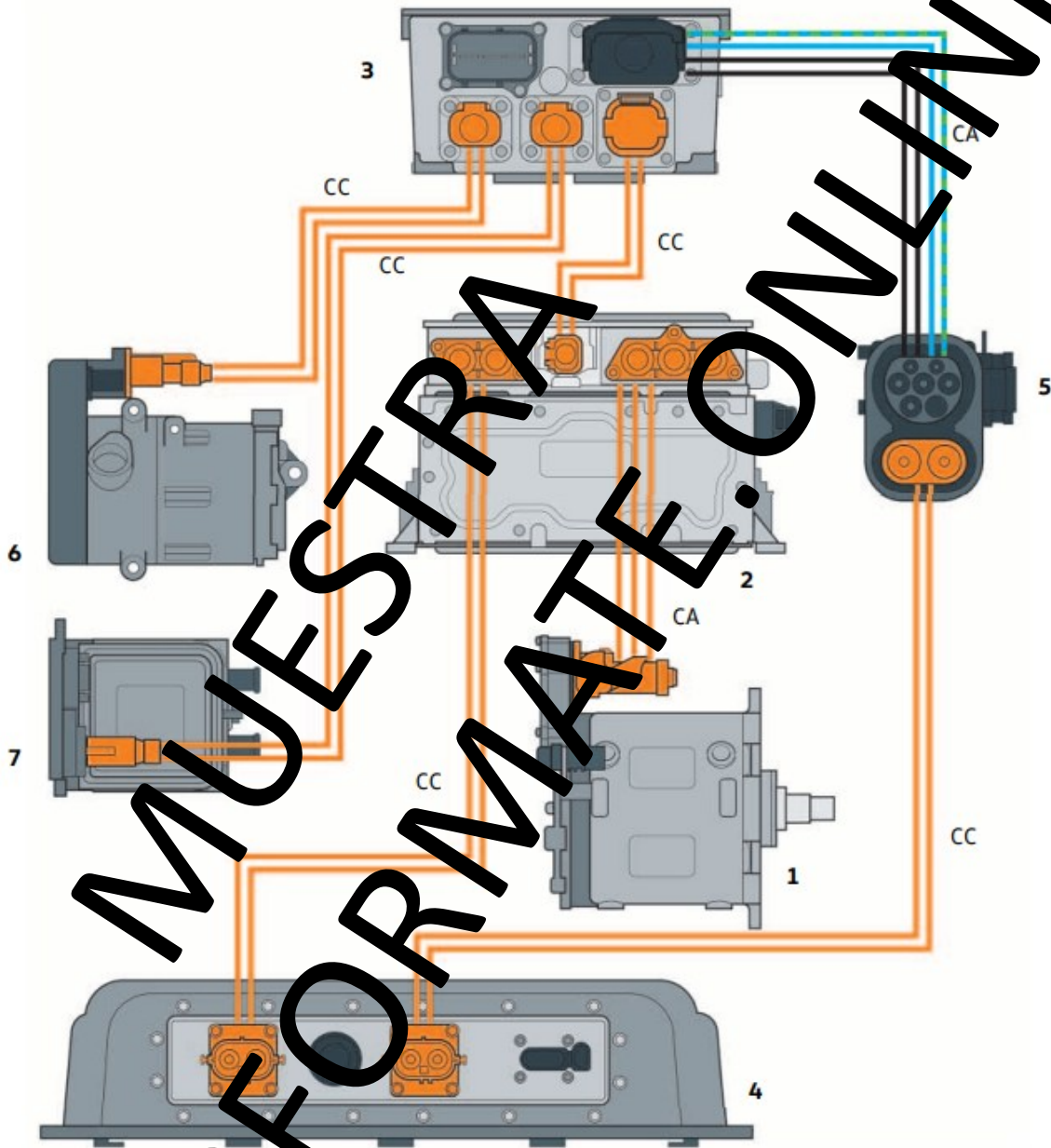
Se utilizan para monitorizar la temperatura de los componentes del inversor, especialmente los transistores de potencia. Si se detectan valores elevados, el sistema puede reducir la potencia o activar medidas de protección para evitar daños por sobrecalentamiento.

4.9. SENSORES DE TENSIÓN E INTENSIDAD EN EL INVERSOR

Estos sensores miden en tiempo real la **tensión y la corriente eléctrica** que circulan por el inversor y el motor. Gracias a esta información, la unidad de control puede regular el funcionamiento del sistema, optimizar el consumo energético y proteger los componentes frente a sobrecargas, cortocircuitos o condiciones anómalas de funcionamiento.

5. ESQUEMA COMPONENTES VEHICULO ELÉCTRICO





Leyenda

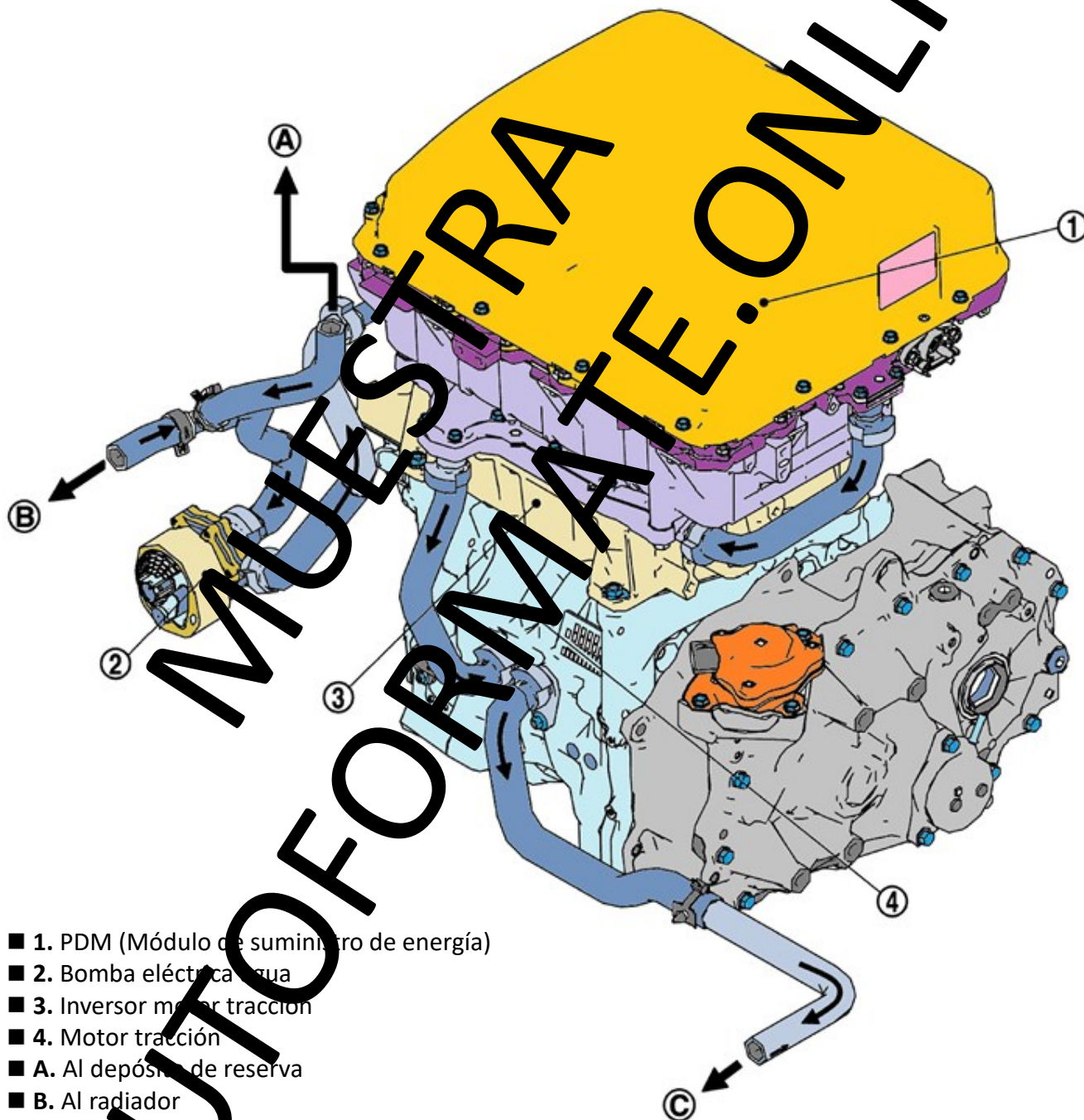
- 1 - Módulo de propulsión trifásica VX54
- 2 - Módulo electrónico de potencia y control para propulsión eléctrica JX1
- 3 - Cargador 1 para batería de alto voltaje AX4
- 4 - Batería de alto voltaje 1 AX2

- 5 - Toma de carga 1 para la batería de alto voltaje UX4
- 6 - Compresor de climatización eléctrico V470
- 7 - Calefacción de alto voltaje (PTC) Z115
- CA Tensión alterna
- CC Tensión continua

8. SISTEMA DE REFRIGERACIÓN – NISSAN LEAF

El sistema de refrigeración HV enfría los siguientes componentes de alta tensión:

- Motor tracción.
- Inversor motor tracción.
- PDM (Módulo de suministro de energía).
- El refrigerante se hace circular por medio de una bomba de agua eléctrica, la bomba de agua eléctrica es controlada por el módulo VCM.



- 1. PDM (Módulo de suministro de energía)
- 2. Bomba eléctrica de agua
- 3. Inversor motor tracción
- 4. Motor tracción
- A. Al depósito de reserva
- B. Al radiador
- C. Al radiador

9.1. ACUMULADORES DE ENERGÍA DE ALTA TENSIÓN

Los **acumuladores de energía** son sistemas diseñados para **almacenar energía eléctrica** y suministrarla al sistema de propulsión eléctrica del vehículo cuando es necesario.

En vehículos híbridos (HEV, PHEV) y eléctricos (BEV), el acumulador principal es la **batería de tracción**, aunque pueden coexistir otros sistemas auxiliares.

FUNCIONES PRINCIPALES

- Alimentar el **motor eléctrico de tracción**.
- Recuperar energía mediante **frenada regenerativa**.
- Estabilizar el sistema eléctrico de alta tensión.
- Permitir la conducción en modo eléctrico total / parcial.

En algunos vehículos también se utilizan **Supercondensadores** (apoyo en picos de potencia).

El sistema de almacenamiento de energía en automoción debe cumplir requisitos muy exigentes:

REQUERIMIENTOS ELÉCTRICOS	REQUERIMIENTOS MECÁNICOS Y TÉRMICOS
■ Alta densidad energética (más autonomía). ■ Alta densidad de potencia (aceleraciones y recuperación de energía). ■ Capacidad para trabajar a altas tensiones (100–800 V).	■ Resistencia a vibraciones, impactos y deformaciones. ■ Funcionamiento seguro en amplios rangos de temperatura. ■ Sistema de refrigeración (aire o líquido).
REQUERIMIENTOS DE SEGURIDAD	REQUERIMIENTOS AMBIENTALES Y NORMATIVOS
■ Protección frente a sobrecarga, sobredescarga y cortocircuito. ■ Aislamiento eléctrico de alta tensión. ■ Gestión electrónica mediante BMS (Battery Management System).	■ Larga vida útil. ■ Reciclabilidad. ■ Cumplimiento de normativas de seguridad y homologación.



9.5. CONEXIONADO DE LAS BATERÍAS DE ALTA TENSIÓN

Las baterías de alta tensión en vehículos eléctricos (VE) no son una sola “batería”, sino un sistema compuesto por muchas celdas organizadas eléctricamente y gestionadas por electrónica de control.

El diseño del conexionado y la arquitectura influye en la tensión, capacidad, autonomía, potencia, seguridad y facilidad de mantenimiento.

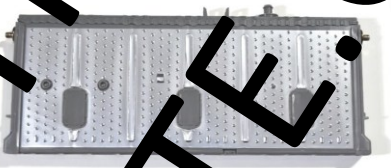
La estructura puede entenderse en varios niveles

Celda → Grupo paralelo → Módulo → Pack HV → Sistema de tracción

La **celda** es el elemento electroquímico individual que almacena energía. Una sola celda no puede mover un vehículo, por eso se agrupan.

COMPOSICIÓN DE UNA CELDA

- Ánodo
- Cátodo
- Electrolito
- Separador
- Terminal positivo y negativo



Las celdas de una batería HV se conectan eléctricamente para conseguir:

- Más tensión (V)
- Más capacidad (Ah)
- Más potencia (kW)

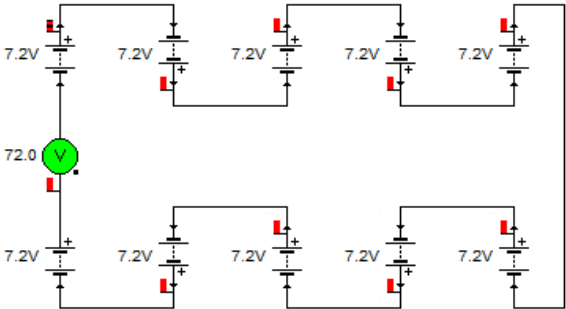
Las tres configuraciones fundamentales son:

- Serie
- Paralelo
- Mixta (serie-paralelo)

9.5.1. CONEXIONADO DE LAS BATERÍAS EN SERIE

El positivo de una celda se conecta con el negativo de la siguiente.

Con este tipo de conexionado se consigue mayor tensión o voltaje pero no capacidad(Ah)

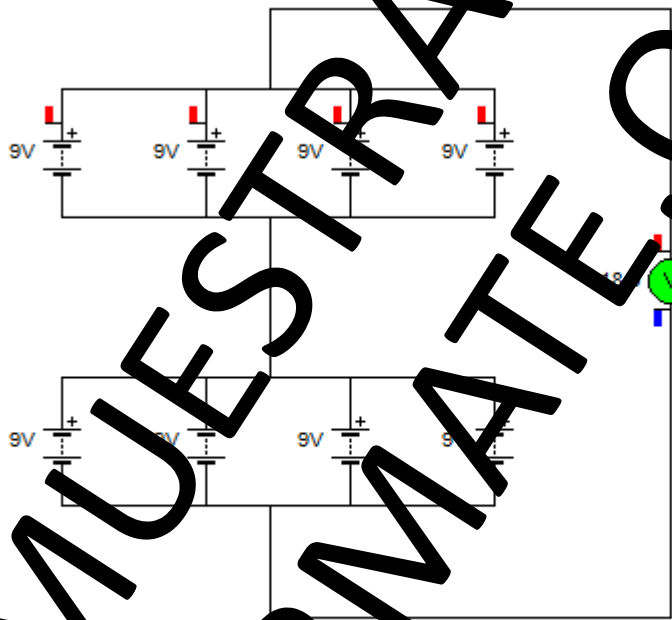


9.5.3. CONEXIONADO DE LAS BATERÍAS MIXTO SERIE-PARALELO

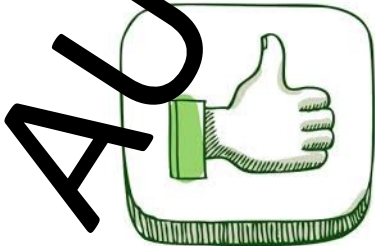
Este tipo de conexionado consiste en disponer de varias celdas en paralelo y unirlos en serie por bloques.

Por ejemplo, en el siguiente esquema unimos 2 grupos en serie, pero cada grupo dispone de 4 celdas en paralelo.

Teniendo en cuenta de que cada celda dispone de 9V y 5Ah, cada paralelo proporciona 9V y 20Ah. Al unirlo en serie con otro bloque se suman las tensiones pero se mantiene la capacidad, es decir, 18V 20Ah con una potencia de 360Wh.



VENTAJAS	DESVENTAJAS
■ Alto voltaje ■ Alta capacidad ■ Alta potencia ■ Buena autonomía	■ Mayor complejidad eléctrica ■ Más conexiones ■ Más puntos de fallo ■ Más cableado ■ Más electrónica ■ Necesita un BMS avanzado



9.6. BATERÍA NISSAN LEAF

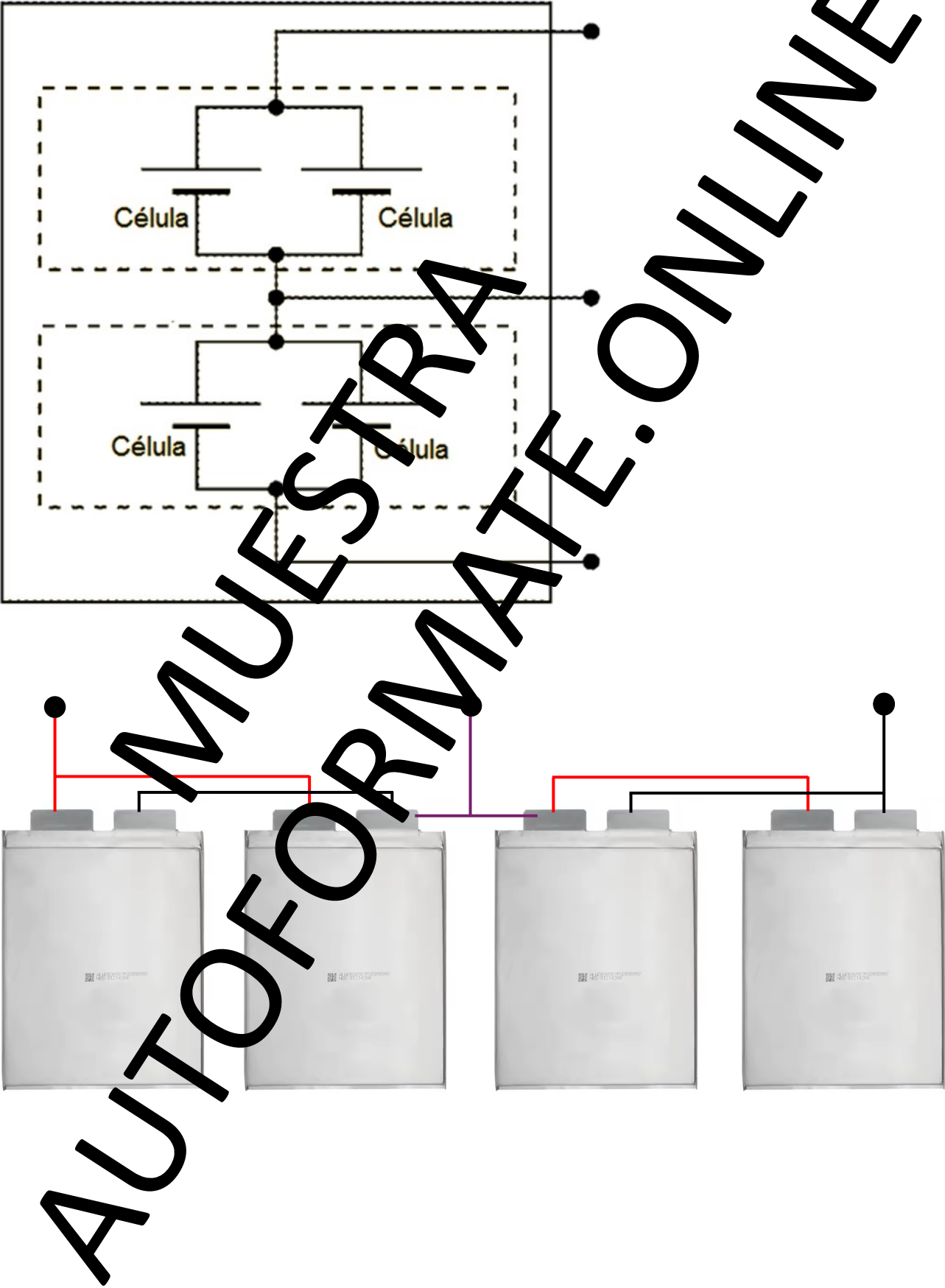
La batería del Nissan LEAF consta de una batería de iones de litio con una construcción plana se encuentra situada debajo del piso del vehículo.

La batería está equipada con los dispositivos necesarios, como el controlador de la batería de Li-ion, la caja de conexiones de la batería, y el conector de servicio (2), además de las unidades de almacenamiento eléctrico de la batería.



CARACTERÍSTICAS DE LA BATERÍA	
TIPO	Batería de iones de litio (Li-ion)
ESTRUCTURA	48 Módulos (192 células)
TENSIÓN NOMINAL (V)	Aproximadamente 360V
CAPACIDAD BATERÍA (KW/h)	Aproximadamente 24KW/h
PESO (kg)	Aproximadamente 275Kg





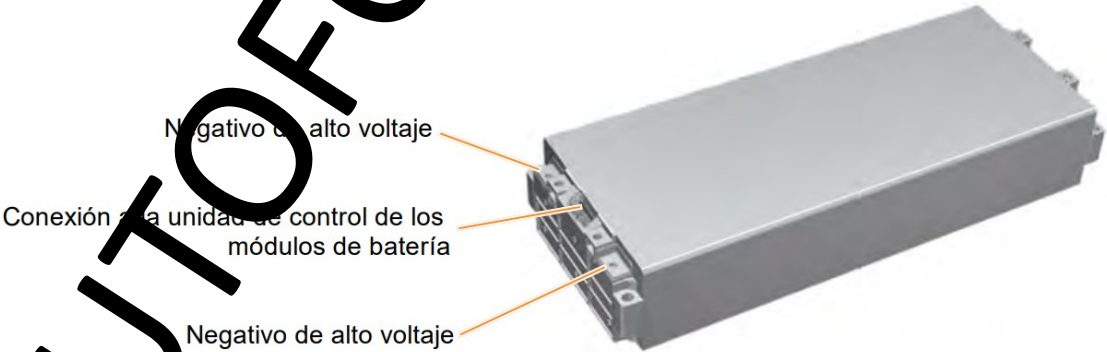
9.7. BATERÍA ALTA Tensión ID BUZZ (BEV)



COMPONENTES

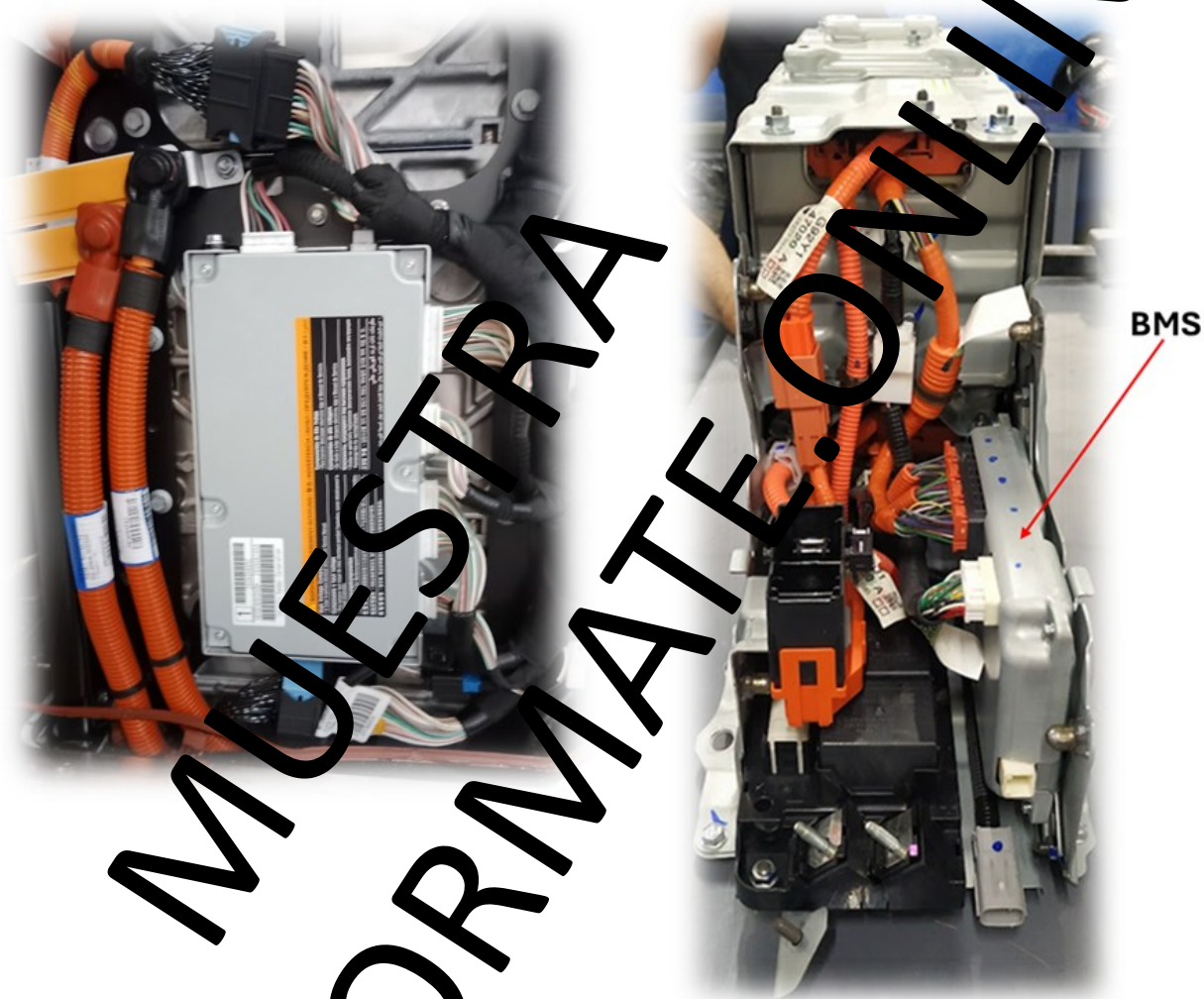
- 1 – Módulo de la batería.
- 2 – Unidad de control de los módulos de batería.
- 3 – Caja de conexión de la batería de alto voltaje, polo positivo.
- 4 – Caja de conexión de la batería de alto voltaje, polo negativo.
- 5 – Unidad de control para regulación de la batería.

Todos los componentes de esta batería de alto voltaje son sustituibles.



9.9. SISTEMA DE GESTIÓN DE BATERIA – BMS

La **BMS** (*Battery Management System* o **Sistema de Gestión de Batería**) es uno de los componentes más importantes en los **vehículos híbridos y eléctricos (HEV, PHEV, BEV)**, ya que se encarga de **supervisar, proteger y optimizar** el funcionamiento del conjunto de baterías de alta tensión.



La BMS tiene como objetivo **garantizar la seguridad, eficiencia y durabilidad** del paquete de baterías.

FUNCIONES DE LA BMS

- **Monitorización de celdas:** mide el **voltaje, corriente y temperatura** de cada celda o grupo de celdas.
- **Equilibrado de celdas (balancing):** corrige las diferencias de carga entre celdas para mantenerlas al mismo nivel de voltaje, evitando sobrecargas o descargas profundas.
- **Cálculo del SOC (State of Charge):** estima el **nivel de carga disponible** de la batería.
- **Cálculo del SOH (State of Health):** estima el **estado de salud** o degradación de la batería a lo largo del tiempo.
- **Protección:** desconecta la batería o limita la corriente si detecta condiciones peligrosas (sobretensión, subtensión, sobrecorriente o sobretemperatura).
- **Comunicación:** se comunica con la **unidad de control del vehículo (VCU o ECU)** mediante buses de datos como **CAN o LIN**, transmitiendo parámetros de estado y alarmas.

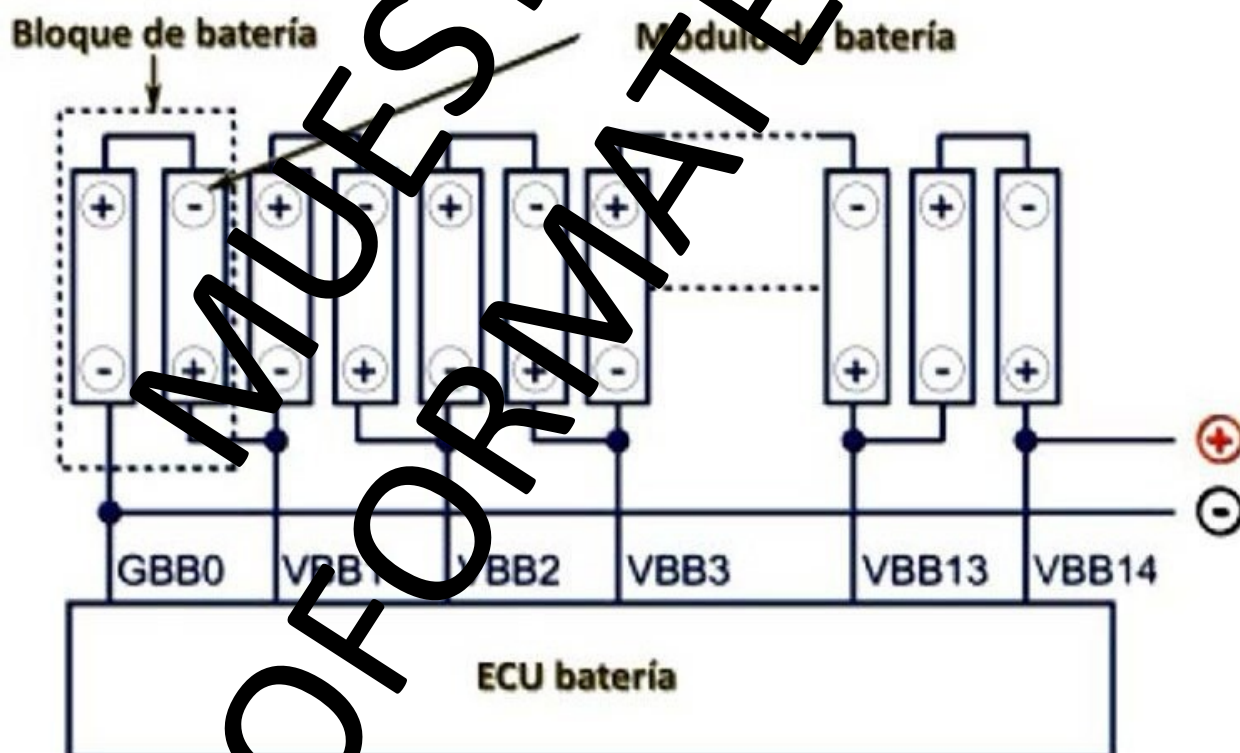


9.11. SENSORES DE TENSIÓN

En los vehículos eléctricos (VE), los **sensores de corriente y tensión** son esenciales para que el sistema de gestión de baterías (BMS, *Battery Management System*) controle seguridad, eficiencia y vida útil.

La función de este sensor es la de detectar **sobretensión** (riesgo de incendio), detectar **subtensión** (daño a la celda) y permitir **balanceo de celdas** además de estimar el **SOC** (*State of Charge*)

Estos sensores pueden ir ubicados en a **nivel de celda** (muy importante), por **módulos** (grupo de celdas) o por **paquete completo (pack)**

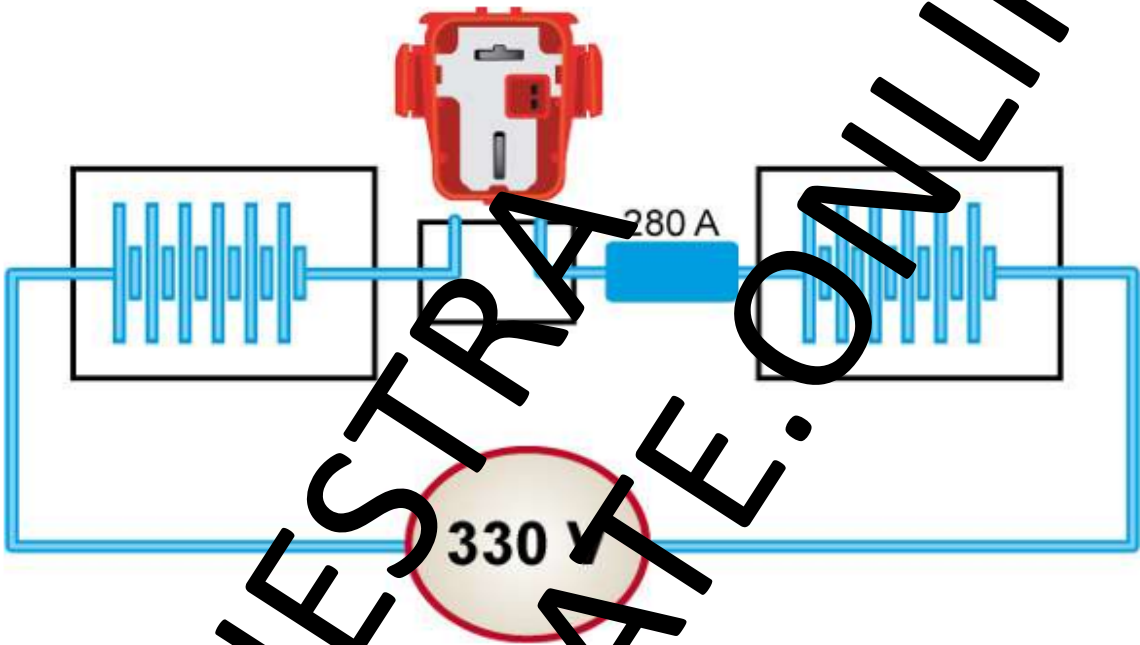


Entre bloques no puede haber una diferencia estipulada por el fabricante

Cada módulo tiene una resistencia interna de 0,01 Ω aproximadamente.

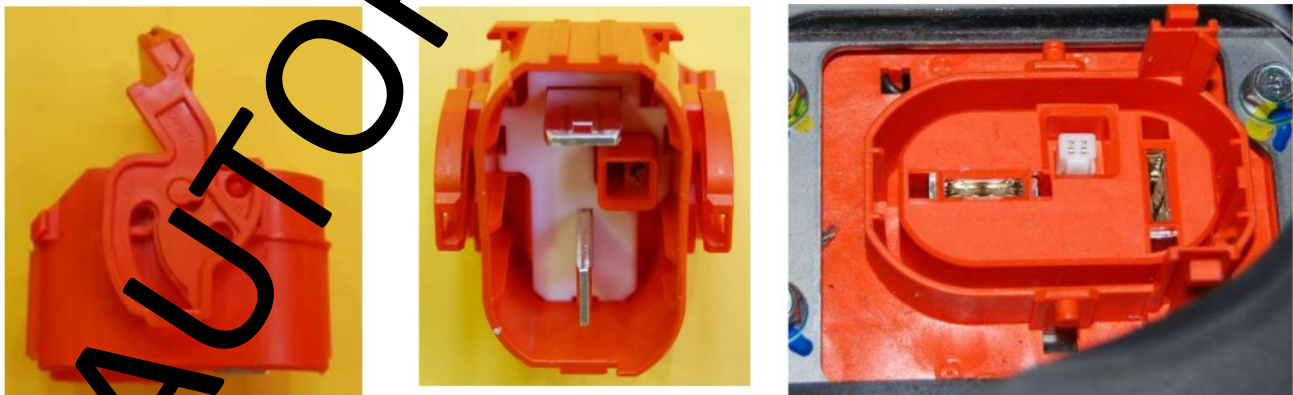
9.14. DISYUNTOR O CONECTOR DE SERVICIO

El **disyuntor o conector de servicio** en un coche eléctrico o híbrido es un dispositivo de protección eléctrica que actúa como un interruptor de seguridad para desconectar el sistema de alto voltaje en caso de emergencia o falla. Su función principal es evitar daños mayores al vehículo, proteger a los ocupantes y prevenir incendios u otros riesgos eléctricos.



EL CONECTOR PERMITE

- Separar el vehículo de su fuente de tensión
- Poner el sistema en modo seguro (puesta fuera de tensión) para intervenir de forma segura en el circuito de alto voltaje.
- La puesta fuera de tensión se realiza de forma mecánica (separación física de la batería de tracción desconectando el disyuntor)



9.14. DISYUNTOR O CONECTOR DE SERVICIO

La desconexión del disyuntor bipolar aísla los polos positivo y negativo de la batería de tracción del resto del vehículo.

Al desconectar el disyuntor bipolar, un interruptor de interbloqueo (línea piloto) informa al resto de unidades del sistema HV de la desconexión del mismo.



9.16. RELÉS DE SEGURIDAD Y ACTIVACIÓN BATERÍA DE ALTA TENSIÓN TOYOTA

Su función principal es **controlar y aislar la corriente eléctrica proveniente del paquete de baterías híbridas** cuando el vehículo está apagado o en caso de una avería.

Cuando el **vehículo está apagado**, estos relés abren el circuito para evitar que fluya corriente desde la batería de alto voltaje. Gestionan la activación del suministro de energía cuando el sistema híbrido se enciende.

Si el sistema de seguridad detecta un choque, los relés cortan la alimentación de alto voltaje para evitar riesgos eléctricos. **Si hay un problema, como un cortocircuito o una fuga de corriente**, los relés pueden abrirse para evitar daños.



SMR1 / SMRP (System Main Relay Pre-charge)

- Relé de **precarga** del sistema.
- Se activa antes del SMRB para **evitar picos de corriente** cuando se conecta la batería de alto voltaje.
- **Carga gradualmente los capacitores del inversor** para proteger los componentes.

SMR2 / SMRB (System Main Relay B+)

- Relé **positivo principal** del sistema.
- Controla la **alimentación de alto voltaje** desde la batería hacia el inversor.

SMR3 / SMRG (System Main Relay Ground)

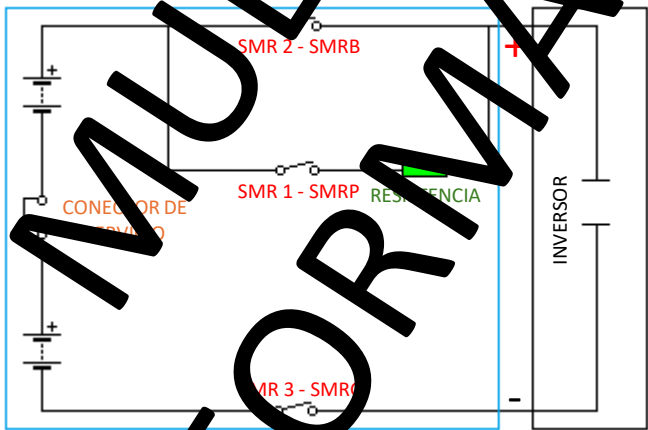
- Relé de **puesta a tierra** del sistema principal.
- Permite el **flujo de corriente segura** cuando se activa el sistema híbrido.

9.16. RELÉS DE SEGURIDAD Y ACTIVACIÓN BATERÍA DE ALTA TENSIÓN TOYOTA

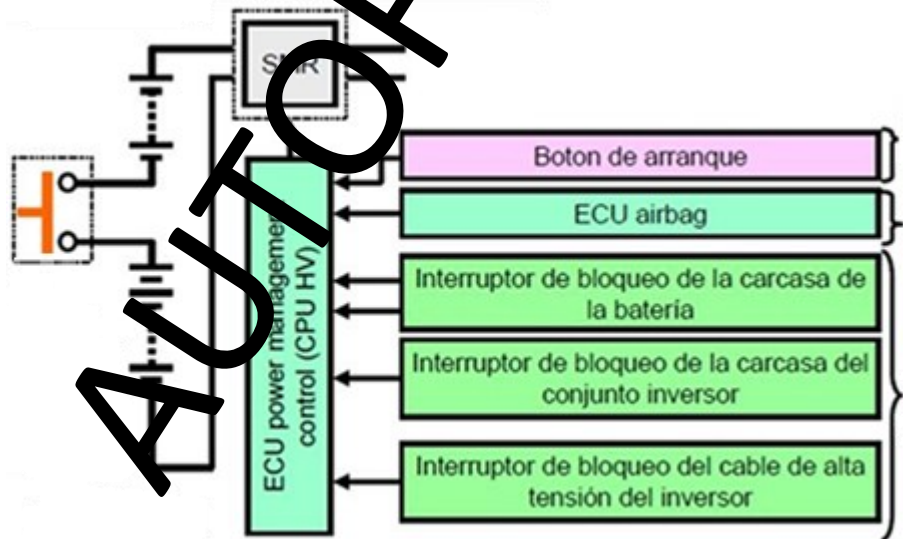
Su función principal es **controlar y aislar la corriente eléctrica proveniente del paquete de baterías** cuando el vehículo está apagado o en caso de una falla.

Cuando el **vehículo está apagado**, estos relés abren el circuito para evitar que fluya corriente desde la batería de alto voltaje. Gestionan la activación del suministro de energía cuando el sistema híbrido o eléctrico se enciende.

Si el **sistema de seguridad detecta un choque**, los relés cortan la alimentación de alto voltaje para evitar riesgos eléctricos. Si hay un problema, como **un cortocircuito o una fuga de corriente**, los relés pueden abrirse para evitar daños.



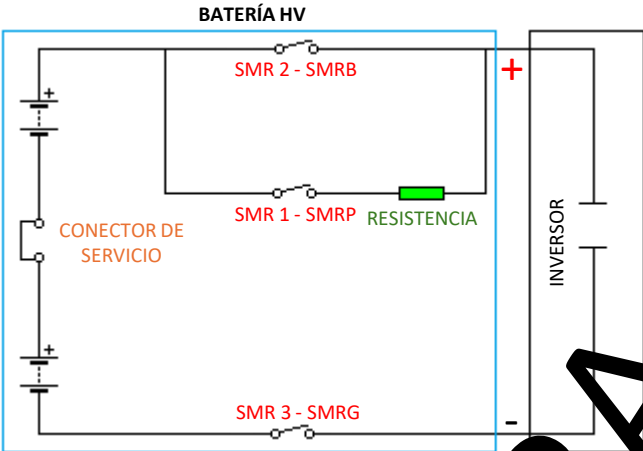
SMR1 = OFF
SMR 2 = OFF
SMR 3 = OFF
READY OFF (Sistema inactivo)



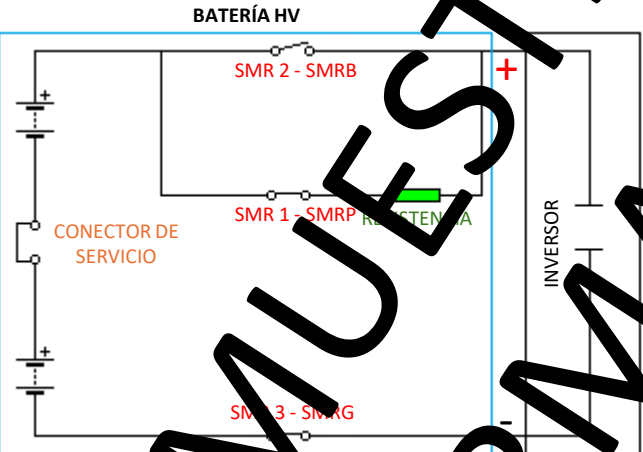
Corte con el interruptor de corriente

Corte en caso de colisión.

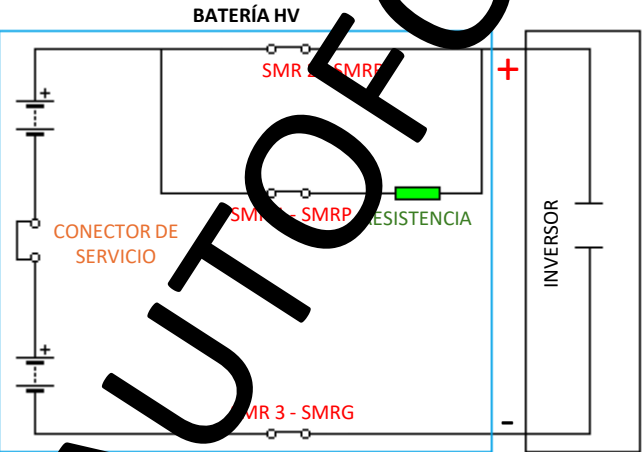
Corte cuando el dispositivo de bloqueo se activa.



SMR1 = OFF
SMR 2 = OFF
SMR 3 = OFF
READY OFF (Sistema inactivo)



SMR1 = ON
SMR 2 = ON
SMR 3 = ON
READY ON (Sistema activo)



SMR1 = ON
SMR 2 = ON
SMR 3 = ON
READY ON (Sistema activo)

MANEJO SEGURO DE LA BATERÍA

■ ÁCIDO DE LA BATERÍA

El ácido de la batería puede causar quemaduras. Se debe usar protección adecuada para manos, ojos y cara y ropa protectora.

■ PRIMEROS AUXILIOS

Si el electrolito entra en contacto con los ojos, mantenga los párpados separados y enjuague los ojos continuamente con agua corriente. Busque asistencia médica y continúe enjuagando hasta que un profesional médico le recomiende que pare, o después de al menos 15 minutos.

Si se produce contacto con la piel o el cabello, quite la ropa contaminada y enjuague la piel o el cabello con agua corriente.

■ CAÍDA O DERRAME DE ÁCIDO

Neutralice los derrames con carbonato de sodio u otro alcalino adecuado. Deseche los residuos como residuos químicos o según los requisitos locales.

■ SI SE TRAGA EL ELECTROLITO

NO provoque el vómito: tome un vaso de agua. Busque asistencia médica inmediata.

■ BATERÍA EXPLOSIVA

Las baterías generan gases explosivos durante el funcionamiento en el vehículo y cuando se cargan por separado. Las llamas, chispas, cigarrillos encendidos u otras fuentes de ignición deben mantenerse alejadas en todo momento.

Tenga cuidado al trabajar con herramientas o conductores metálicos para evitar cortocircuitos y chispas.

■ PROTEJA SIEMPRE LOS OJOS CUANDO TRABAJE CERCA DE BATERÍAS

Cuando cargue las baterías, trabaje en un área bien ventilada, nunca en una habitación cerrada. Apague siempre el cargador de batería o el encendido antes de desconectar una batería.



9.19. TRANSPORTE DE LAS BATERÍAS

El transporte de baterías de alto voltaje de litio (HV) en vehículos eléctricos requiere medidas de seguridad muy estrictas debido a su riesgo químico, eléctrico y térmico.

- Solo se deben transportar baterías en buen estado, sin daños visibles, abultamientos, fugas o signos de sobrecalentamiento.
- En caso de baterías dañadas o defectuosas, se consideran mercancías peligrosas de alto riesgo (UN 3480, 9F), y se deben usar embalajes especiales aprobados.
- Descargar parcialmente la batería antes del envío (nivel entre el 30 % y el 50 % de carga recomendada).
 - Utilizar embalajes homologados UN resistentes a impactos, vibraciones y humedad.
 - Aislar los terminales para evitar cortocircuitos (mediante tapas aislantes, cinta o cubiertas plásticas).
 - Fijar la batería firmemente dentro del contenedor para evitar movimientos.
 - Si hay riesgo de fugas de electrolito, el envase debe contener material absorbente o neutralizante.

ESTADO DE LA BATERÍA	LUGAR DE ALMACENAMIENTO	CONTENEDOR DE ALMACENAMIENTO
NO CRÍTICA	• Sobre el suelo • Fuera de las zonas de tránsito • Protegida de daños externos, en caja de madera para transporte estándar • Extintor ABC al alcance de la mano • Protección frente al agua	
CRÍTICA	Además de las medidas para la no crítica: • Cuarentena de 5 días • Fuera de los edificios a distancia suficiente (>5 m) • Protegida de acceso no autorizado: a) Carga de seguridad b) Bloqueo de seguridad/ carteles de advertencia	

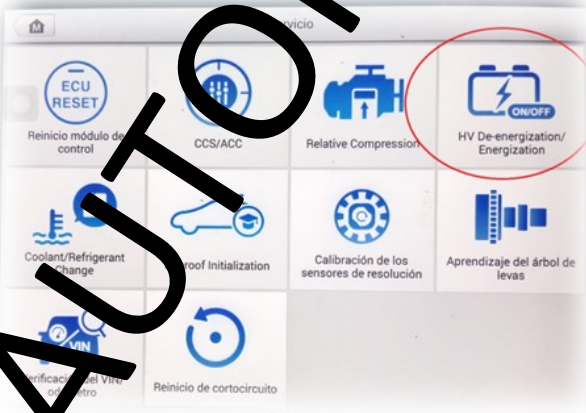
10. MANIPULACIÓN DE LOS CONECTORES DE ALTA TENSION

Los conectores de alta tensión son elementos críticos en los vehículos eléctricos, ya que permiten la transmisión de energía entre la batería, el sistema de carga y los distintos componentes del vehículo.

Debido a los elevados niveles de voltaje, su manipulación requiere procedimientos específicos de seguridad para evitar riesgos eléctricos.

Antes de cualquier intervención:

- Desconectar el sistema de alta tensión.
- Verificar ausencia de tensión.
- Utilizar equipos de protección (guantes aislantes, herramientas homologadas).



10. MANIPULACIÓN DE LOS CONECTORES DE ALTA TENSIÓN

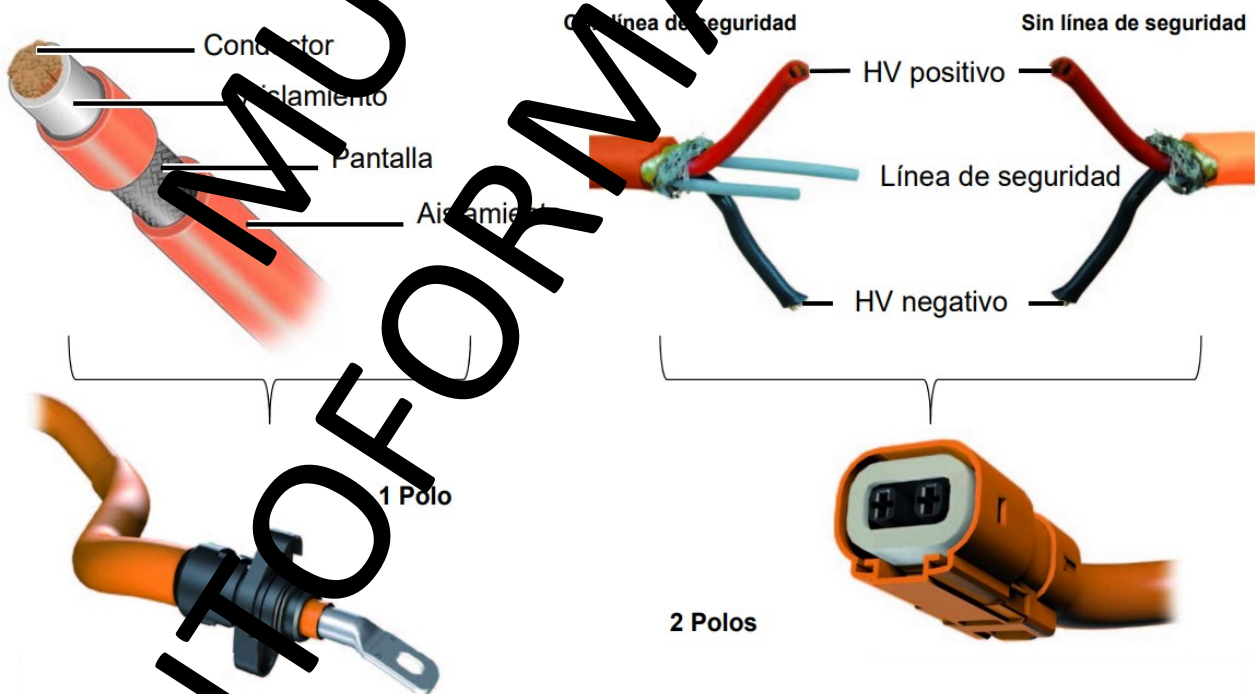
Estos cables deben estar **aislados** para prevenir cortocircuitos y descargas eléctricas. El aislamiento es muy resistente y se fabrica con materiales que pueden soportar altas temperaturas y voltajes. Los materiales utilizados incluyen **goma, silicona, plásticos de alta resistencia o materiales de polímero especial**, que aseguran que el cable mantenga su integridad incluso en condiciones extremas.

Los cables de alta tensión suelen tener una **capa exterior de protección adicional** que los hace resistentes a factores como la abrasión, las vibraciones y las condiciones climáticas adversas. Esto es especialmente importante para garantizar la durabilidad y fiabilidad del cable durante toda la vida útil del vehículo.

Algunos cables tienen una capa de **blindaje metálico** que ayuda a reducir la interferencia electromagnética (EMI) y protege a los cables de posibles daños externos, también es llamado apantallado o pantalla.

La "**línea de seguridad**" es una capa extra de aislamiento dentro de la estructura del cable. Este aislamiento adicional proporciona una protección extra frente a posibles contactos accidentales con partes metálicas del vehículo, que podrían provocar descargas eléctricas.

El positivo de alto voltaje y negativo de alto voltaje se realizan por cables separados para todos los componentes de alta tensión, la carrocería no se usa para masa.



10.1. CONECTORES DE CORRIENTE CONTINUA

Los conectores de **corriente continua (CC)** se utilizan principalmente en:

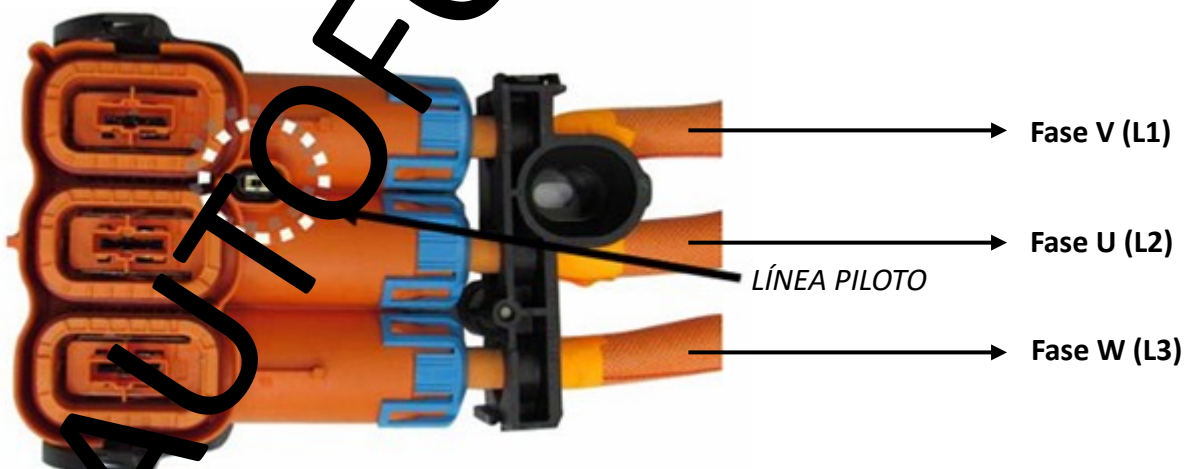
- **Batería → Inversor:** Suministro de energía al sistema de tracción
- **Batería → Convertidor DC/DC:** Alimentación de sistemas auxiliares (12V)
- **Carga rápida (CC):** Conexión directa desde el cargador externo a la batería
- **Batería → Sistemas auxiliares de alta tensión** (calefacción, compresor eléctrico, etc.)

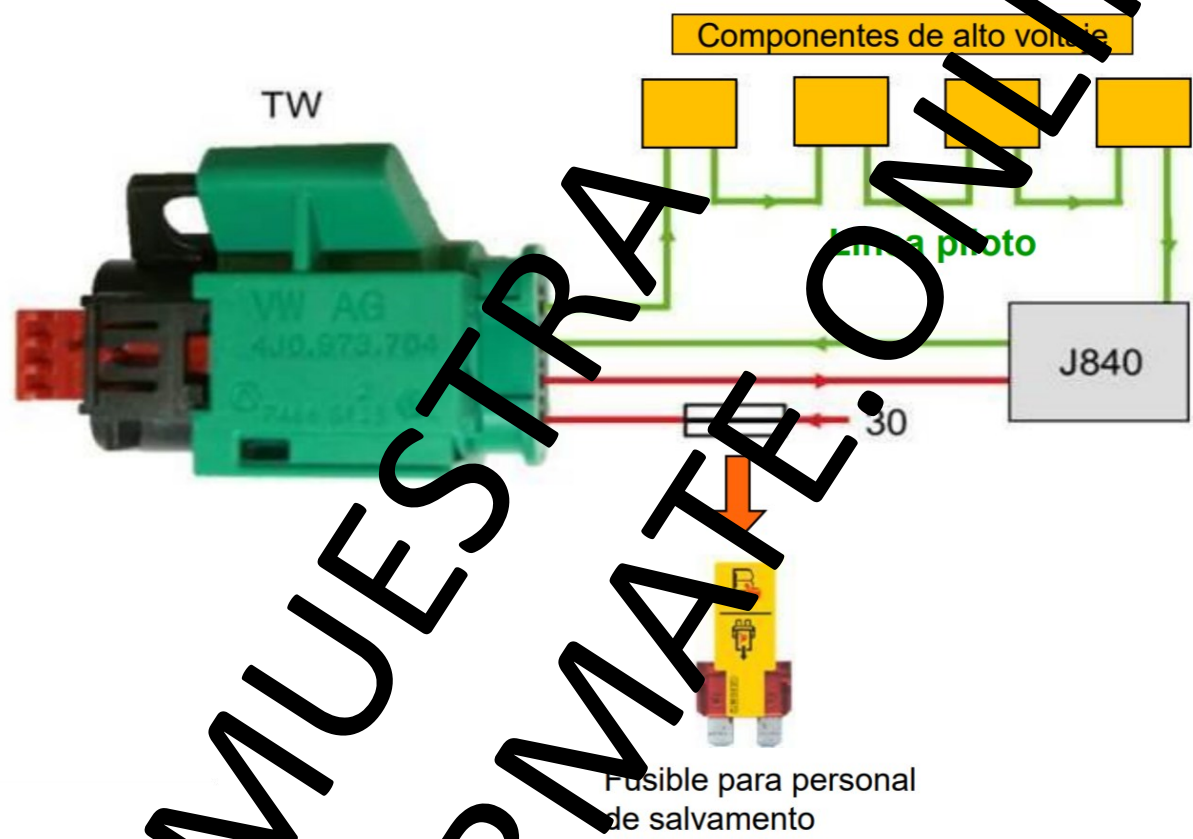


10.2. CONECTORES DE CORRIENTE ALTERNA

La **corriente alterna (CA)** se utiliza principalmente en el motor eléctrico y en la carga convencional.

- **Inversor → Motor eléctrico:** Convierte la CC de la batería en CA para mover el motor.
- **Frenada regenerativa:** El motor genera CA que el inversor convierte en CC para recargar la batería.
- **Carga en corriente alterna (AC).**
 - **Red eléctrica → Carga por a bordo (OBC).**





11. EL CARGADOR A BORDO

El **OBC (On-Board Charger)** o **cargador a bordo** es un componente clave en los coches híbridos enchufables (**PHEV**) y eléctricos (**EV**). Su función principal es convertir la corriente alterna (**AC**) de la red eléctrica en corriente continua (**DC**) para cargar la batería de alto voltaje del vehículo.

La fuente de alimentación comercial de tipo **CA 100V/240V** se convierte en **CC 260 a 410V** para cargar la **batería Li-ion**.



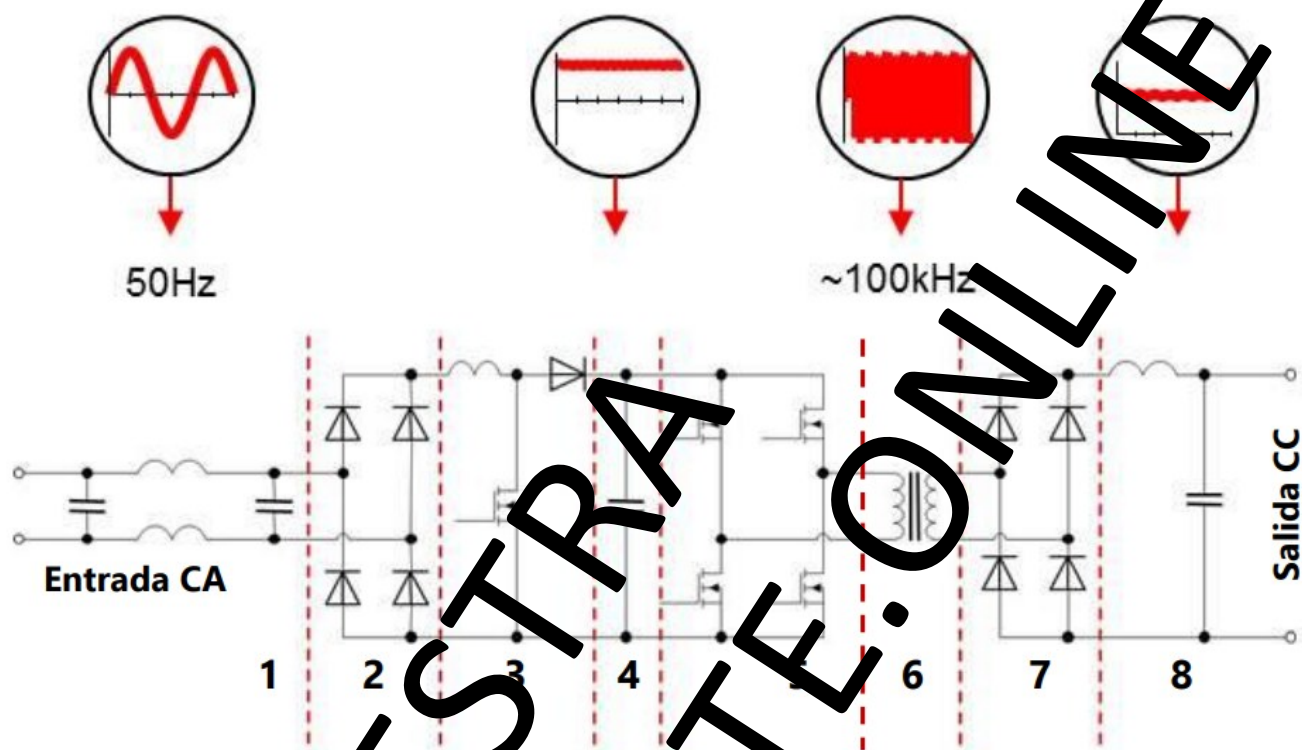
FUNCIONES DEL OBC	
CONVERSIÓN DE CORRIENTE	Transforma la corriente alterna (AC) de la toma de carga en corriente continua (DC) para la batería.
GESTIÓN DE CARGA	Controla la velocidad y eficiencia del proceso de carga, optimizando la entrega de energía.
PROTECCIÓN DEL SISTEMA	Regula la entrada de energía para evitar sobrecargas, sobrecalentamientos o daños en la batería.
COMUNICACIÓN CON LA RED Y EL VEHÍCULO	Permite la conexión con estaciones de carga y gestiona parámetros como el estado de la batería y la capacidad de carga.

El usuario enchufa el coche a una fuente de energía **AC** (como un cargador doméstico o público). El OBC convierte esta corriente alterna en continua y la regula según el estado de carga de la batería.

Los sensores y el software interno aseguran que la carga sea eficiente y segura, evitando daños en el sistema eléctrico. Cuando la batería alcanza su carga óptima, el OBC detiene la carga o la reduce a un modo de mantenimiento.

Su capacidad de carga varía según el modelo, generalmente entre **3.3 kW y 22 kW**.

En **carga rápida DC**, el OBC se **omite**, ya que la corriente llega directamente a la batería sin necesidad de conversión.



El circuito de entrada en el lado de la red (1) contiene un filtro de red para la supresión de perturbaciones desde y hacia la red de abastecimiento, como prescribe la ley.

La conexión de rectificador en puente (2) después del filtro de red transforma pasivamente las tensiones alternas de la red (CA) en una tensión continua (CC).

El convertidor resonante situado inmediatamente a continuación (3) mantiene la tensión del circuito intermedio en el condensador de circuito intermedio conectado a continuación (4) a un nivel constante de 400 V CC durante el proceso de carga, a fin de proporcionar energía para la conexión de controlador en puente en H (5).

La conexión de controlador en puente en H (5) transforma la tensión continua (400 V) en tensión alterna de forma rectangular (CA) con 100 kHz. Esto es necesario para poder transmitir energía a través del transformador separador.

El transformador separador situado a continuación (6) separa galvánicamente la red de abastecimiento CC de la red de AV del vehículo (CC). Se trata de un dispositivo de seguridad similar al empleado en la electrónica de potencia, en el circuito del convertidor CC/CC que alimenta el sistema de alimentación del vehículo de 12 V.

En el lado de salida del transformador separador (6) hay conectado un rectificador de puente integral (7) para la rectificación de la tensión.

Un condensador (8) situado después de la rectificación se ocupa de aplanar e igualar la corriente.

12. SISTEMA DE REFRIGERACIÓN BATERÍAS

La **refrigeración de baterías en vehículos eléctricos (VE)** es un elemento clave para garantizar tanto el rendimiento como la seguridad del sistema.

Las baterías, normalmente basadas en tecnologías de iones de litio, generan calor durante los procesos de carga y descarga debido a pérdidas internas y reacciones electroquímicas. Si ese calor no se controla adecuadamente, puede provocar degradación acelerada, pérdida de capacidad e incluso situaciones críticas como el *thermal runaway* (fuga térmica).

En un vehículo eléctrico, la batería no solo almacena energía, sino que también define gran parte de la autonomía, la potencia y la vida útil del vehículo. Para que funcione correctamente, debe mantenerse dentro de un rango de temperatura óptimo (generalmente entre 20 °C y 40 °C). Fuera de este rango:



BAJAS TEMPERATURAS
DISMINUYE LA CAPACIDAD Y EFICIENCIA.



ALTAS TEMPERATURAS
AUMENTA EL DESGASTE Y EL RIESGO DE FALLO.

Por eso, los vehículos eléctricos incorporan sistemas de **gestión térmica**, cuyo objetivo es:

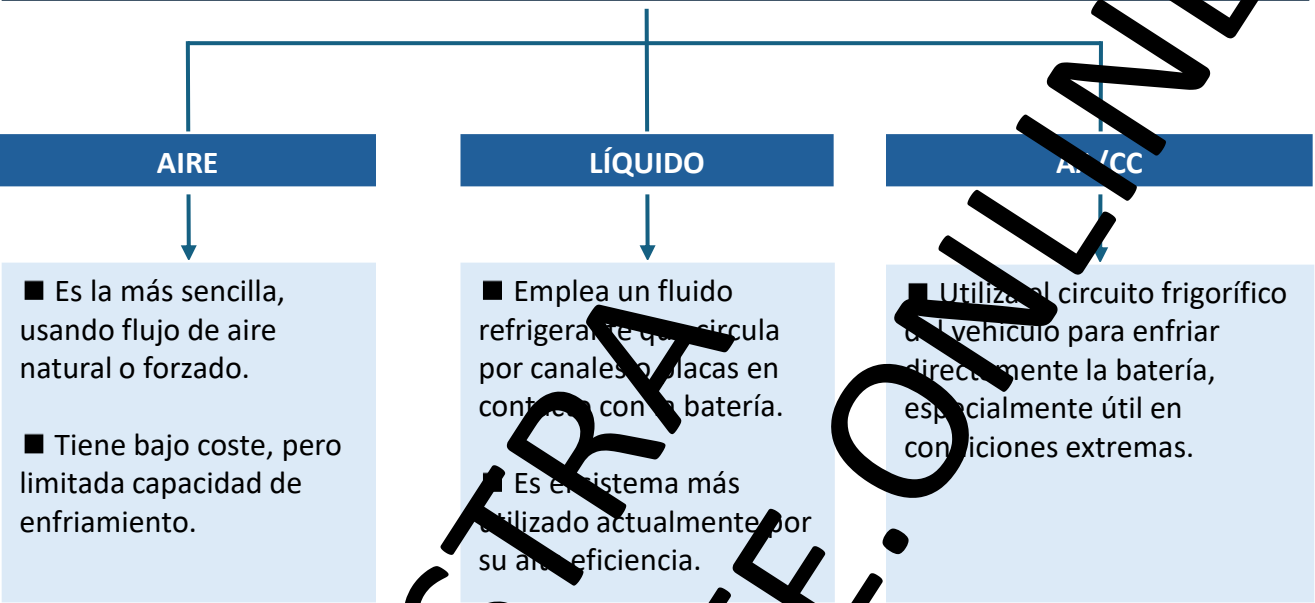
- Disipar el calor generado.
- Mantener una temperatura uniforme entre celdas.
- Permitir un funcionamiento seguro en distintas condiciones ambientales.

El sistema de refrigeración no solo afecta a la seguridad, sino también a:

- La autonomía del vehículo.
- La velocidad de carga.
- La durabilidad de la batería.
- La eficiencia energética global.

12.1. TIPOS DE SISTEMAS DE REFRIGERACIÓN BATERÍAS

TIPOS DE REFRIGERACIÓN DE BATERÍAS



VENTAJAS	DESVENTAJAS
■ Bajo coste ■ Diseño sencillo ■ Poco peso	■ Baja eficiencia térmica ■ Dificultad para controlar temperatura uniforme ■ Depende del clima exterior
VENTAJAS	DESVENTAJAS
■ Alta eficiencia ■ Temperatura uniforme ■ Control preciso	■ Mayor complejidad ■ Riesgo de fugas ■ Coste más alto
VENTAJAS	DESVENTAJAS
■ Muy buena capacidad de enfriamiento ■ Ideal para climas cálidos	■ Alto consumo energético ■ Sistema complejo

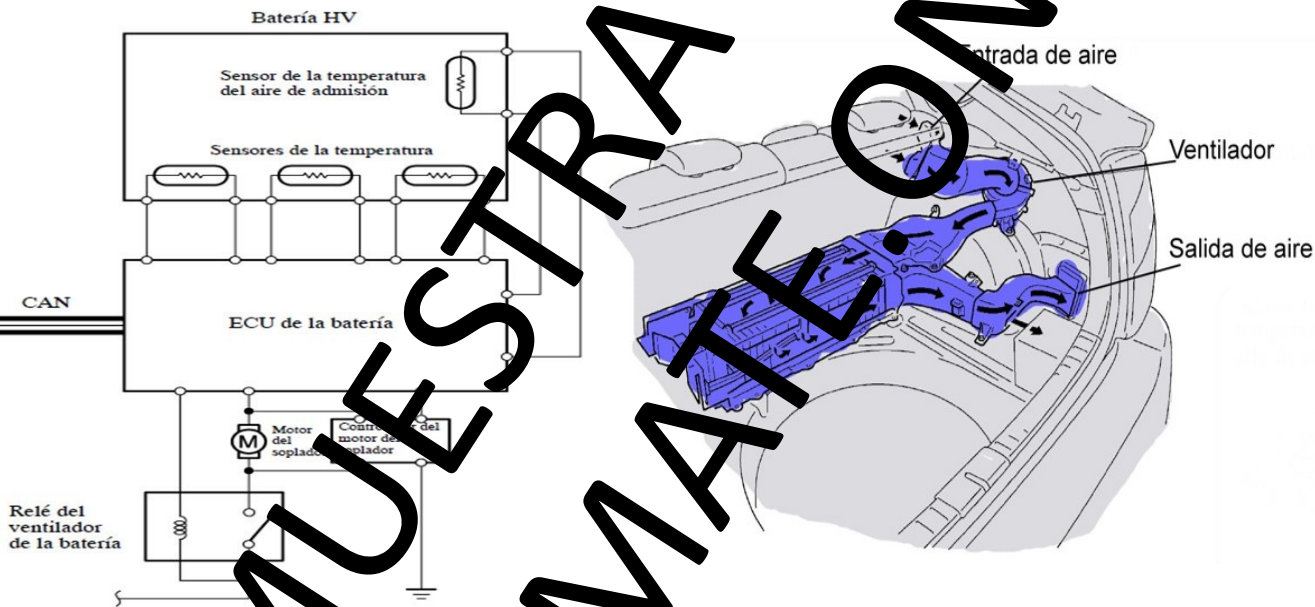


12.1.2. CIRCUITO DE REFRIGERACIÓN DE LA BATERÍA DE ALTA TENSIÓN TOYOTA

Para asegurar el rendimiento adecuado de la batería HV mientras genera calor durante los ciclos repetitivos de carga y descarga, se ha adoptado un sistema de refrigeración exclusivo.

El circuito refrigera por impulsión de aire a través de un ventilador, montado al lado derecho del portaequipajes.

La UCE de la batería gestiona el funcionamiento del ventilador, con el análisis de un sensor de temperatura montado en la batería un sensor de temperatura de aire en el colector de entrada al ventilador.



Para forzar la circulación del aire a través de la batería híbrida la ECU de batería activa un ventilador soplador situado en el lateral de la batería.

El aire entra por un registro hacia el ventilador y de ésta a la batería, atravesándola y saliendo después hacia la parte trasera del vehículo.

CONSECUENCIAS MAL FUNCIONAMIENTO	
Cuando el aire no circula o el ventilador no funciona	POA88 (AIRE INSUFICIENTE, TEMPERATURA ALTA BATERÍA)"
Sensor de temp. Por encima de 70ºC	AVERÍA SISTEMA HÍBRIDO
Sensores de temp. De celdas por encima de 40ºC	EL VENTILADOR SE ENCIENDE

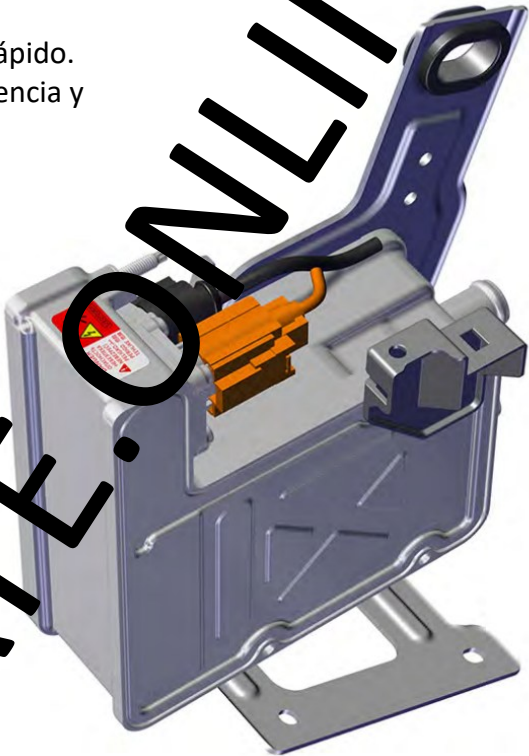
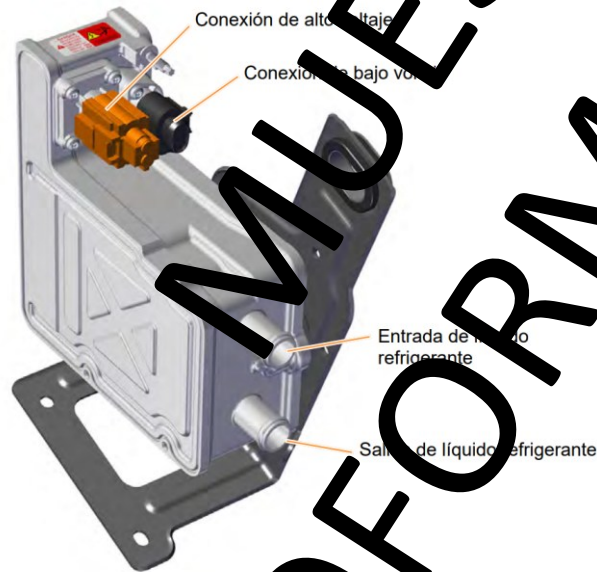
12.1.3. ELEMENTO CALEFACTOR PTC

El elemento calefactor **PTC** en un vehículo eléctrico es un sistema de calefacción basado en un material con **coeficiente de temperatura positivo** (*Positive Temperature Coefficient*). Su función principal es generar calor para el habitáculo —y a veces para la batería— sin usar un motor térmico tradicional.

- **Cuando está frío** → deja pasar más corriente y calienta rápido.
- **Cuando alcanza cierta temperatura** → aumenta la resistencia y reduce automáticamente la corriente.
- Se autorregula.
- Evita sobrecalentamientos.
- No necesita tantos sistemas de control externos.

En los vehículos eléctricos, el PTC suele emplearse para:

- Calentar el habitáculo en invierno.
- Desempañar cristales.
- Ayudar al sistema térmico de la batería.
- Complementar la bomba de calor en temperaturas muy bajas.



VENTAJAS	DESVENTAJAS
■ Calentamiento rápido. ■ Diseño simple y fiable. ■ Seguridad alta (menor riesgo de sobrecalentamiento). ■ Funciona incluso con frío extremo.	■ Consume bastante energía de la batería. ■ Reduce la autonomía del vehículo cuando se usa mucho. ■ Menos eficiente que una bomba de calor.





UD3

PRUEBAS DEL SISTEMA POWER TRAIN Y BATERÍA EN UN VEHÍCULO ELÉCTRICO

- Realizar pruebas básicas de diagnóstico en motores eléctricos, inversores y baterías.
- Utilizar herramientas e instrumentos de medición para evaluar el estado del sistema eléctrico.



1. COMPROBACIÓN DE PARÁMETROS CON MÁQUINA DE DIAGNOSIS

La comprobación de parámetros mediante máquina de diagnóstico constituye una de las operaciones fundamentales en el mantenimiento y análisis de averías de vehículos eléctricos de batería (BEV) e híbridos enchufables (PHEV).

Los sistemas de control electrónico integran múltiples unidades de gestión conectadas mediante redes CAN, LIN, FlexRay o Automotive Ethernet, permitiendo monitorizar en tiempo real el estado operativo del sistema de propulsión eléctrica.



La diagnosis avanzada debe realizarse utilizando herramientas compatibles con protocolos OEM y acceso a datos extendido, incluyendo:

- DTC (Diagnostic Trouble Codes).
- Freeze Frame Data.
- Valores en tiempo real.
- Variables adaptativas.
- Parámetros de seguridad de alto voltaje.
- Estados de contacto HVIL (High Voltage Interlock Loop).
- Condiciones técnicas del sistema.
- Variables de control PWM.
- Estados de protección y degradación.

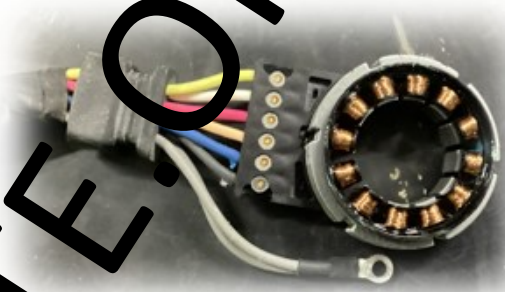
La lectura de parámetros debe efectuarse bajo diferentes condiciones:

- Contacto activado.
- Vehículo READY.
- Aceleración.
- Retención regenerativa.
- Carga AC.
- Carga DC.
- Prueba dinámica en carretera.
- Simulación de carga eléctrica.

3. DIAGNÓSTICO DE LAS MÁQUINAS ELÉCTRICAS

El motor eléctrico transforma energía eléctrica en energía mecánica mediante campos electromagnéticos rotativos.

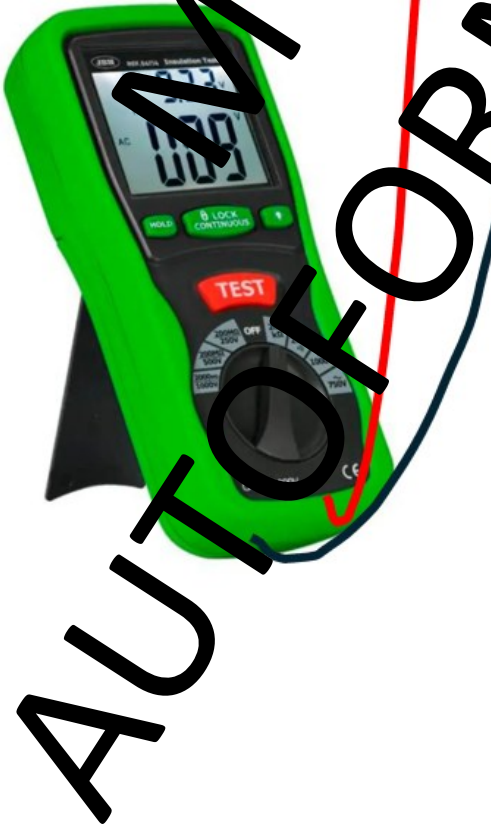
COMPROBACIÓN VELOCIDAD DE ROTACIÓN	CAUSAS VALORES ANÓMALOS
■ Velocidad solicitada. ■ Velocidad real. ■ Velocidad calculada por resolver/encoder.	■ Fallo resolver. ■ Deslizamiento anormal. ■ Problemas de sincronización. ■ Averías mecánicas.

COMPROBACIÓN SENSORES DE POSICIÓN	
■ Señales resolver seno/coseno. ■ Alimentación del resolver. ■ Integridad del encoder. ■ Coherencia angular.	

COMPROBACIÓN CORRIENTE DEL MOTOR	COMPROBACIÓN CORRIENTE DEL MOTOR
■ Corriente RMS. ■ Corriente pico. ■ Simetría trifásica. ■ Armónico.	■ Defecto de devanado. ■ Saturación magnética. ■ Problemas de conmutación. ■ Defecto en el inversor.

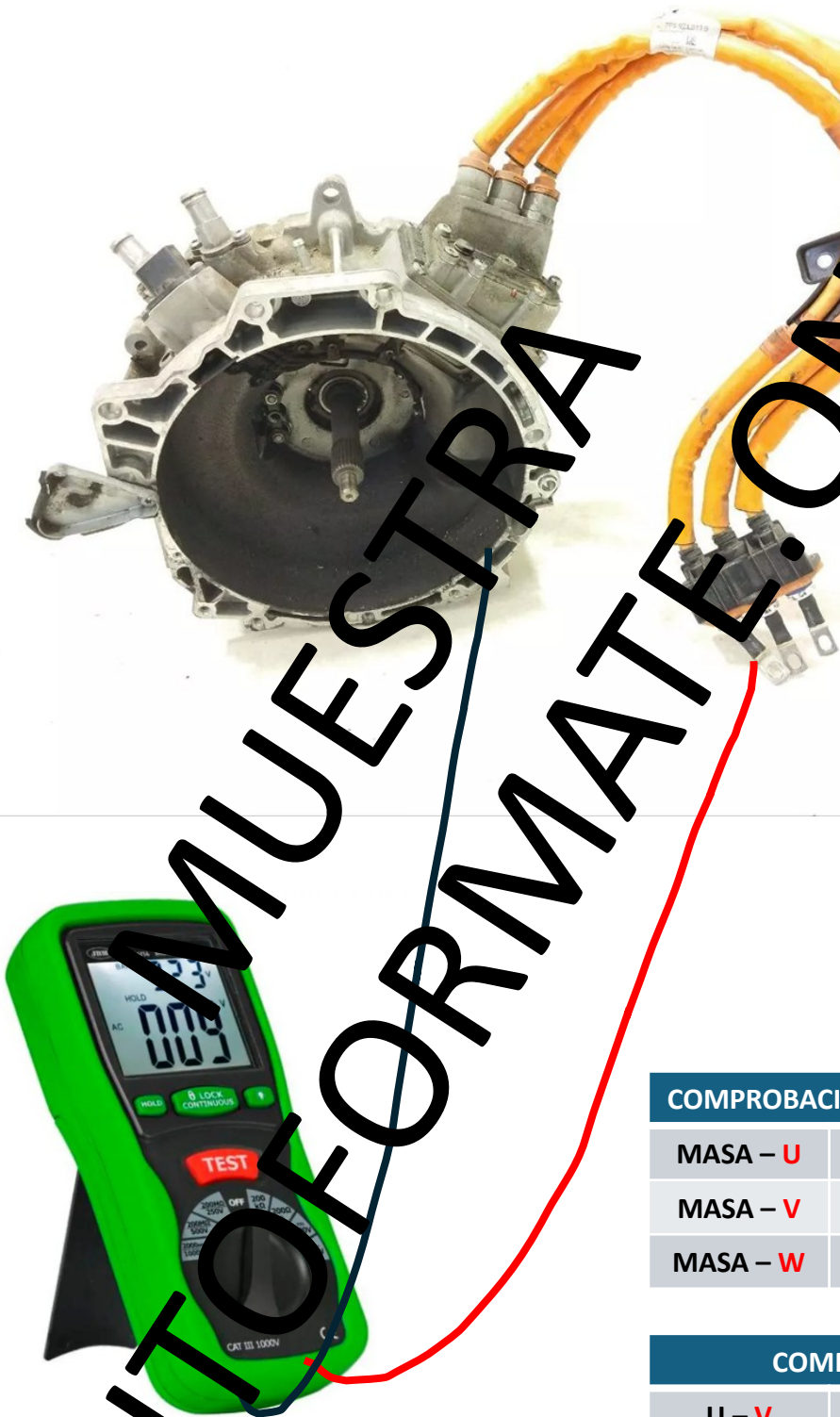
COMPROBACIÓN PAR MOTOR	CAUSAS VALORES ANÓMALOS
■ Par solicitado. ■ Par entregado. ■ Limitaciones activas.	■ Sobretemperatura. ■ Baja tensión HV. ■ Fallos de aislamiento. ■ Estrategias de protección del BMS.

COMPROBACIÓN TEMPERATURAS INTERNAS	CAUSAS VALORES ANÓMALOS
■ Bobinado del estator. ■ Rotor. ■ Rodamientos. ■ Refrigerante.	■ Cortocircuito parcial. ■ Sobrecarga. ■ Refrigeración insuficiente. ■ Desequilibrio magnético.



COMPROBACIÓN AISLAMIENTO	
MASA – U	1MΩ o según fabricante
MASA – V	1MΩ o según fabricante
MASA – W	1MΩ o según fabricante

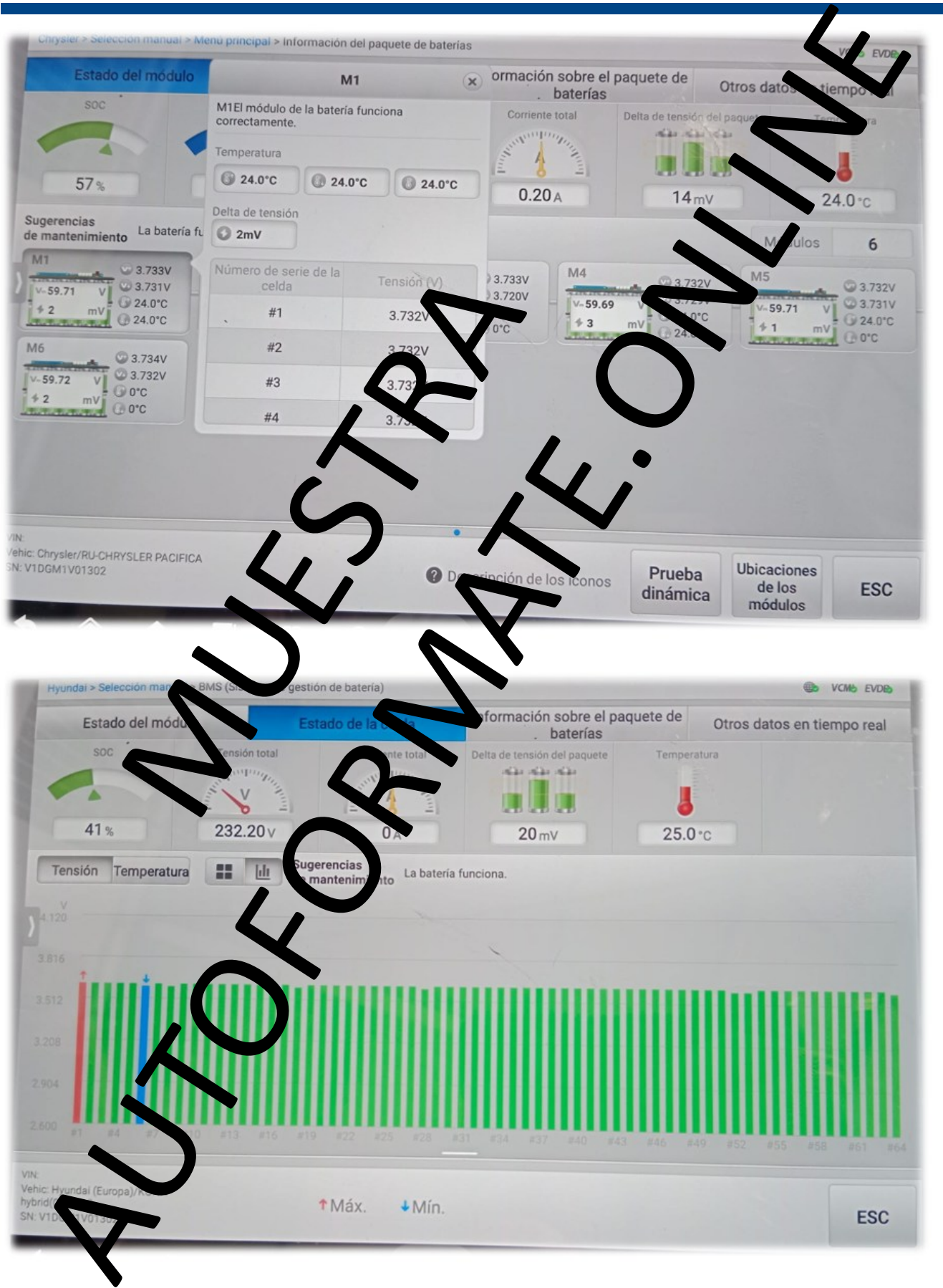




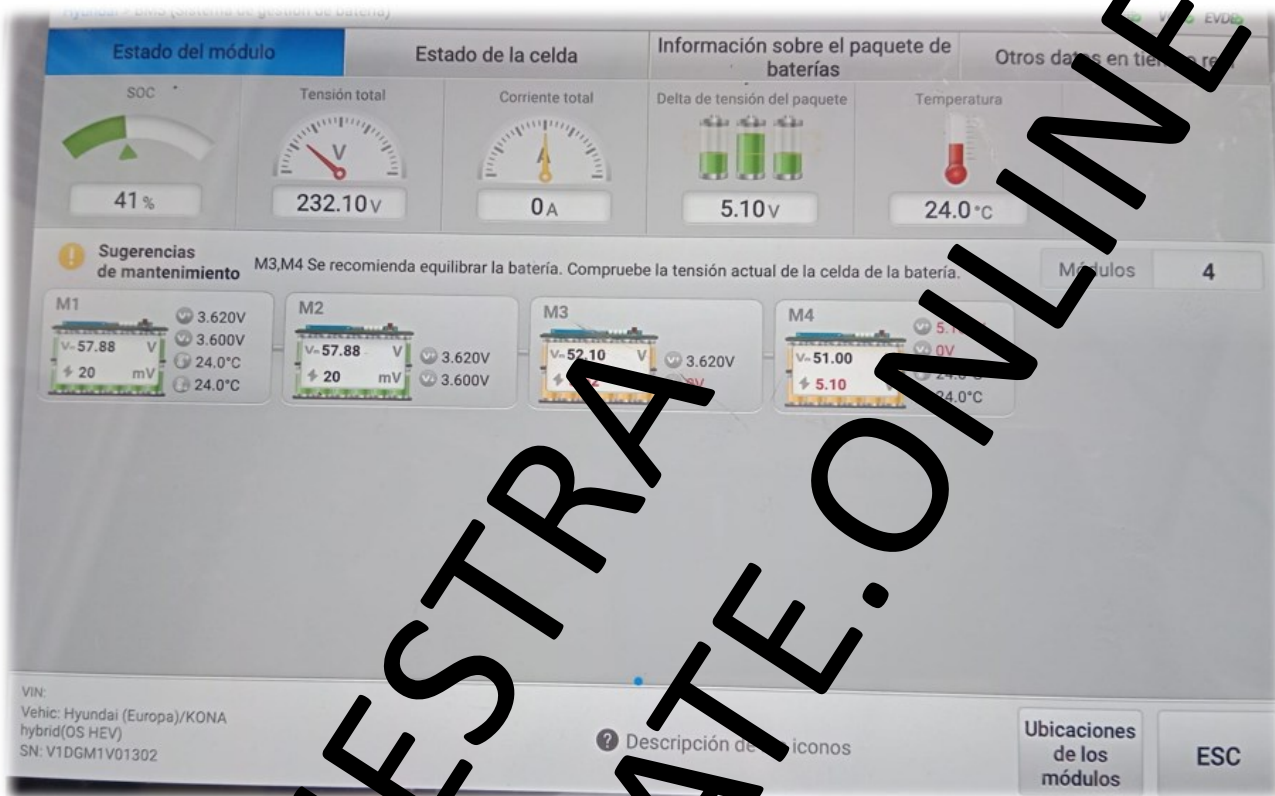
COMPROBACIÓN AISLAMIENTO a 1000V	
MASA – U	1MΩ o según fabricante
MASA – V	1MΩ o según fabricante
MASA – W	1MΩ o según fabricante

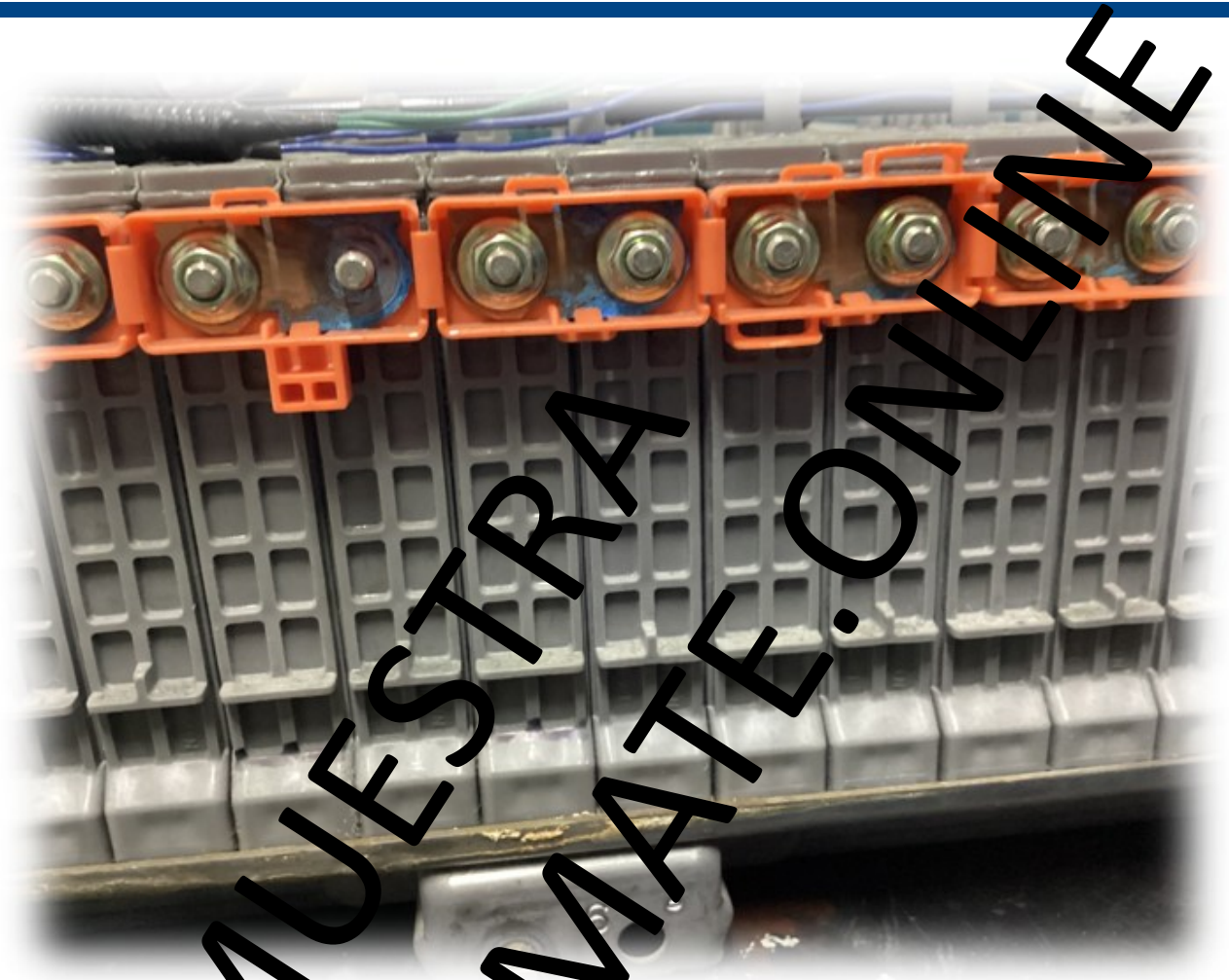
COMPROBACIÓN FASES	
U – V	0Ω o cercano a 0Ω
V – W	0Ω o cercano a 0Ω
W – U	0Ω o cercano a 0Ω

4. DIAGNÓSTICO DE LAS BATERÍAS DE ALTA TENSIÓN



4. DIAGNÓSTICO DE LAS BATERÍAS DE ALTA TENSIÓN





SULFATACIÓN DE LOS BORNES DE LAS CELDAS DE BATERÍA

AUTOFORMATE: ONLINE

5. DIAGNÓSTICO FUGA AISLAMIENTO

El vehículo no permite avanzar.En diagnosis vamos a valores reales y observamos que el estado de los contactos está en modo “ABIERTO”,es decir,relés de activación desconectados o abiertos que no permiten que la alta tensión salga de la batería.

Este sistema dispone de 3 puntos de control para el aislamiento siendo correctos en dos puntos excepto en el que nos muestra 0 kohm.

Vehículo: SMART.

Nombre	Valor	Unidad
Estado de contactos	Abierto	
Resistencia a la prueba de aislamiento	activo	
Resistencia de aislamiento de la batería de alta tensión	37500	kohm
Resistencia de aislamiento de la batería de alta tensión del sistema eléctrico a bordo	0	kohm
Resistencia de aislamiento interna	37500	kohm

6. DIAGNÓSTICO FUGA AISLAMIENTO MOTOR ELÉCTRICO

VOLTAJE 500V	RESISTENCIA
FASE 1	2 a 4MΩ
FASE 2	2 a 4MΩ
FASE 3	2 a 4MΩ
Resultado 62kΩ	



7. COMPROBACIÓN CABLES DE ALTA TENSIÓN

Para asegurar que los cables de alta tensión de los vehículos híbridos y eléctricos estén en buen estado, se realizan diversas comprobaciones y pruebas durante el mantenimiento y las reparaciones. Estas verificaciones ayudan a garantizar que los cables continúan funcionando correctamente y no presentan fallos que puedan comprometer la seguridad del vehículo.

COMPROBACIONES DE LOS CABLES DE ALTA TENSIÓN

■ INSPECCIÓN VISUAL

Revisión del aislamiento: Se revisa el aislamiento de los cables para detectar signos de daños visibles, como cortes, desgastes, quemaduras o abrasión. Cualquier daño al aislamiento puede exponer el conductor de alta tensión, lo que podría generar un riesgo eléctrico.

Marcas de desgaste: También se verifica si hay marcas de desgaste en las zonas donde los cables podrían estar en contacto con otras partes del vehículo o con superficies duras.

■ PRUEBA DE RESISTENCIA DE AISLAMIENTO

Este es uno de los métodos más comunes para asegurarse de que los cables de alta tensión están en buen estado. Se utiliza un **megóhmetro** o un **probador de aislamiento** para medir la resistencia entre el cable y tierra. Un aislamiento defectuoso generará una baja resistencia, lo que podría ser peligroso.

La **resistencia mínima de aislamiento** requerida depende del voltaje del sistema. Si la medición indica una resistencia demasiado baja, el cable debe ser reemplazado.

■ PRUEBA DE AISLAMIENTO A ALTA TENSIÓN

En algunos casos, se realiza una **prueba de tensión** o **prueba dieléctrica**, que somete los cables a un voltaje superior al normal para comprobar si el aislamiento soporta correctamente la corriente sin fallar. Esta prueba se hace de manera controlada para verificar que el aislamiento resista sin fugas de corriente.



■ PRUEBAS DE CONTINUIDAD

Se realizan pruebas de **continuidad eléctrica** para verificar que los conductores internos de los cables están intactos y no tienen cortes o fallos. Esto asegura que la corriente pueda fluir sin interrupciones y con la suficiente capacidad para alimentar el motor eléctrico.

8. COMPROBACIÓN DEL SENSOR RESOLVER

El **sensor resolver** es un dispositivo esencial en vehículos eléctricos e híbridos, ya que desempeña un papel crucial en el control del motor eléctrico. Se utiliza para medir con precisión la **posición angular del rotor**, la velocidad y, la dirección de rotación en motores de corriente alterna.

El sensor resolver es un tipo de transductor electromagnético que opera en base a principios de inducción electromagnética.

A medida que una rueda fónica gira (unida al eje del motor eléctrico), induce corrientes en las bobinas de detección. Estas corrientes producen señales de salida proporcionales a la posición angular del rotor.

