

**MAHLE**



Gestión térmica  
en vehículos eléctricos  
e híbridos

**BEHR**<sup>®</sup>

# Índice

## Introducción

¿Qué importancia tienen las tecnologías eléctricas e híbridas para el taller?	04
-------------------------------------------------------------------------------	----

## Visión general de las tecnologías híbridas

Una comparación	05
-----------------	----

## Sistemas de alto voltaje en vehículos eléctricos

Funcionamiento	07
Descripción de componentes	10

## Normas básicas para trabajar con vehículos eléctricos e híbridos

Consejos prácticos	14
--------------------	----

## Climatización del habitáculo

Principios básicos	15
--------------------	----

## Compresores de aire acondicionado de alto voltaje

Funcionamiento	16
----------------	----

## Gestión térmica de la batería

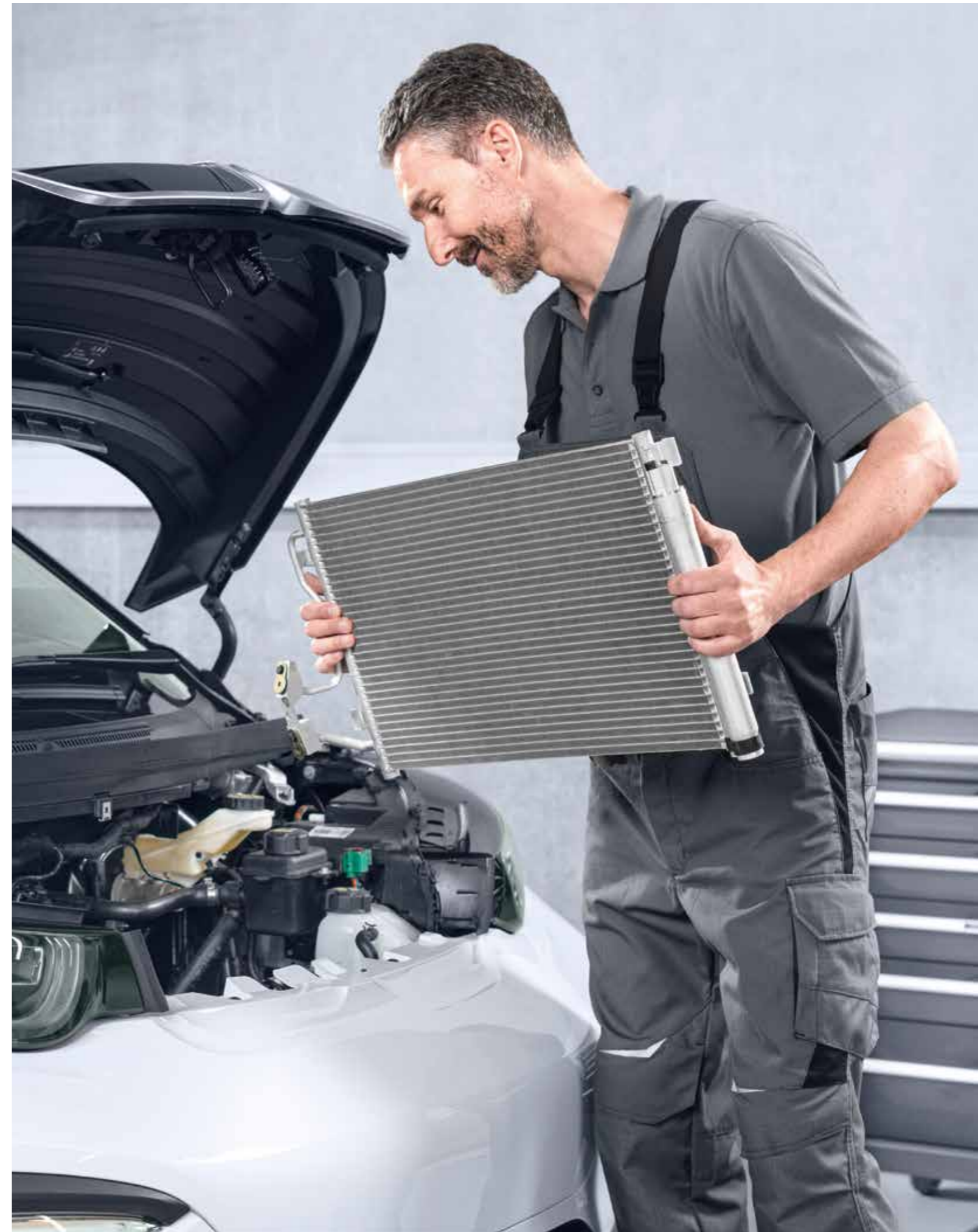
Una comparación	17
-----------------	----

## Formación adicional para la reparación de vehículos eléctricos e híbridos

Lo que hay que saber	20
----------------------	----

## Consejos para el taller

Mantenimiento de vehículos eléctricos e híbridos	21
Asistencia en averías, remolque y rescate de vehículos eléctricos e híbridos	21



## Introducción

### ¿Qué importancia tienen las tecnologías eléctricas e híbridas para el taller?

En todo el mundo se vendieron en 2018 más de 2,1 millones de vehículos eléctricos e híbridos enchufables, con lo que las ventas superaron por primera vez los dos millones. Así, su cuota de mercado ha aumentado a un 2,4 por ciento de todas las nuevas matriculaciones, con tendencia continua al alza (fuente: Center of Automotive Management). ¡En Noruega la cuota de mercado alcanza ya cerca del 50 %!

Según la Agencia Internacional de la Energía (AIE), el crecimiento de la movilidad eléctrica e híbrida es impulsado en particular mediante programas gubernamentales como incentivos de ventas, prohibiciones de circulación a nivel local destinadas a automóviles con motor de combustión interna o normativas para mantener el aire limpio. La Agencia considera que los vehículos eléctricos son una de las diversas tecnologías de propulsión actuales que pueden ser útiles para alcanzar los objetivos de sostenibilidad a largo plazo para la reducción de emisiones.

Según un estudio de la consultora PricewaterhouseCoopers, en 2030 uno de cada tres vehículos nuevos matriculados podría ser eléctrico. Así pues ya no cabe duda sobre si los vehículos con tecnologías eléctricas, híbridas o incluso de hidrógeno realmente se impondrán en el mercado, sino que pronto formarán parte de la imagen cotidiana de nuestras calles.

Estos vehículos también necesitarán trabajos de mantenimiento y reparación y, en este sentido, el tema de la gestión térmica será cada vez más complejo. El atemperamiento de la batería y la electrónica de potencia desempeña en este contexto un papel igual de importante como el calentamiento y la refrigeración del habitáculo del vehículo.

Los componentes de la climatización también se requieren en este tipo de accionamientos, siendo incluso cada vez más importantes, ya que el sistema de climatización a menudo tiene una influencia directa o indirecta en la refrigeración de las baterías y de la electrónica.

Así pues el «mantenimiento de la climatización» será un tema que en el futuro desempeñará un papel aún más importante que hoy en día.

## Visión general de las tecnologías híbridas

### Una comparación

*El término «híbrido» como tal significa mezcla o combinación. En la ingeniería de automoción significa que en un vehículo se ha combinado un motor de combustión con tecnología de accionamiento convencional con los elementos de un vehículo eléctrico.*

*La tecnología híbrida es técnicamente cada vez más sofisticada: desde la tecnología «Micro Hybrid» o microhíbrida hasta la «Full Hybrid» o híbrida pura pasando por la «Mild Hybrid» o híbrida suave. Pese a las diferencias técnicas, todas las tecnologías tienen en común que la batería utilizada se recarga mediante la recuperación de la energía de frenado.*

- Microhíbridos**  
 Suelen estar equipados con un motor de combustión convencional con sistema automático de arranque y parada, así como con un sistema de recuperación de la energía de frenado.
- Híbridos enchufables**  
 Tienen la posibilidad de recargar la batería durante la noche, por ejemplo. El efecto secundario positivo de este tipo de vehículo es que, al mismo tiempo, el habitáculo puede alcanzar la temperatura deseada, incluso antes de iniciar el trayecto. Esto significa que el vehículo está ya listo para su uso a la mañana siguiente. El híbrido enchufable es una forma de híbrido puro o Full Hybrid.
- Híbridos suaves**  
 Los híbridos suaves, por el contrario, están equipados adicionalmente con un pequeño motor eléctrico y una batería más potente. El accionamiento eléctrico auxiliar se utiliza exclusivamente como apoyo durante el arranque y para un mayor desarrollo de la potencia durante los adelantamientos, también llamada función «boost».
- Híbridos puros**  
 No solo incrementan la potencia, sino que también son capaces de conducir en modo puramente eléctrico. Para ello, están equipados con una cadena cinemática eléctrica completa. Esta, sin embargo, requiere una batería mucho más potente que un híbrido suave.

Actualmente, los representantes por excelencia de vehículos híbridos puros son el Toyota Prius, el BMW ActiveHybrid X6 (E72) o el VW Touareg Hybrid. Por el contrario, el BMW ActiveHybrid 7 y el Mercedes S400 (F04) son ejemplos de un híbrido suave.

Función	Microhíbridos	Híbridos suaves	Híbridos puros
<b>Potencia del motor eléctrico/alternador</b>	2- 3 KW (recuperación de fuerza de frenado mediante el alternador)	10 - 15 KW	> 15 KW
<b>Rango de tensiones</b>	12 V	42 – 150 V	> 100 V
<b>Ahorro de combustible alcanzable en comparación con un vehículo de propulsión convencional</b>	<10 %	<20 %	> 20 %
<b>Funciones que contribuyen al ahorro de combustible</b>	Función de arranque y parada Recuperación	Función de arranque y parada Función Boost Recuperación	Función de arranque y parada Función Boost Recuperación Conducción eléctrica

Como se puede ver en la sinopsis, cada una de las tecnologías dispone de varias funciones que contribuyen al ahorro de combustible. Estas cuatro funciones se describen brevemente a continuación.

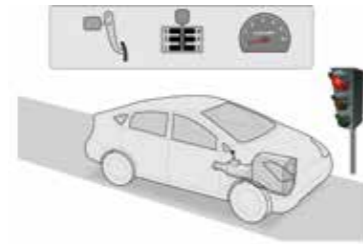


## Advertencia de seguridad importante

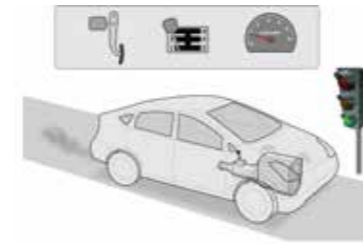
La siguiente información técnica y consejos prácticos han sido recopilados para proporcionar un apoyo profesional a los talleres de automóviles. La información ofrecida aquí solo debe ser utilizada por personal cualificado.

### Función de arranque y parada

Si el vehículo se detiene, por ejemplo en un semáforo o en un atasco, el motor de combustión se apaga. Si se acciona el embrague para poner en marcha el vehículo y se pone la primera marcha, el motor de combustión arranca automáticamente. Esto significa que está inmediatamente disponible para continuar el viaje.



El vehículo se detiene: el motor se apaga automáticamente.



Se acciona el embrague, se pone la marcha: el motor arranca automáticamente.

### Recuperación

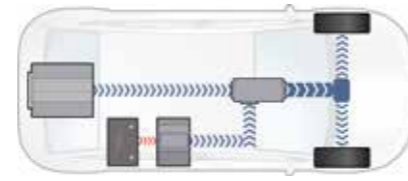
La recuperación es la tecnología con la que se recupera parte de la energía de frenado. Normalmente, esta energía al frenar se perdería en forma de energía térmica. En la recuperación, en cambio, el alternador del vehículo se utiliza como freno de motor, además de los frenos de rueda normales. La energía generada por el alternador durante la desaceleración se alimenta al acumulador (batería). Este proceso aumenta específicamente el par de arrastre del motor y, por lo tanto, ralentiza el vehículo.



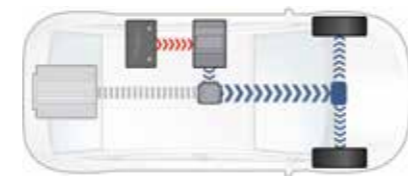
Vehículo frenando: carga de la batería con mayor potencia

### Función Boost

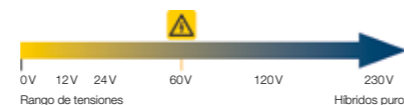
Durante la fase de aceleración se suman los pares motor disponibles del motor de combustión y del motor eléctrico. Esto significa que un vehículo híbrido puede acelerar más rápido que un vehículo convencional equiparable. La función boost proporciona apoyo durante el arranque y un mayor desarrollo de potencia en los adelantamientos. Esta energía es generada por un accionamiento auxiliar eléctrico que la produce exclusivamente para estos dos fines. Ejemplo: en el VW Touareg Hybrid esto significa un aumento de potencia de 34 KW.



Función Boost: el motor de combustión y el motor eléctrico impulsan el vehículo



Conducción eléctrica: el motor eléctrico como único accionamiento



### Conducción eléctrica

Si se requiere una fuerza motriz baja, como por ejemplo en el tráfico urbano, únicamente el motor eléctrico ejerce de unidad de accionamiento. El motor de combustión está apagado. Las ventajas de este tipo de propulsión: no hay consumo de combustible ni emisiones. Estas tecnologías en el vehículo también traen consigo cambios en las condiciones que usted deberá tener en cuenta en su trabajo diario.

### Tensión eléctrica en la red de a bordo del vehículo

Los requisitos y las prestaciones que debe cumplir el accionamiento eléctrico de un vehículo eléctrico/híbrido no pueden efectuarse con los rangos de tensión de 12 y 24 voltios, respectivamente. Para ello se requieren rangos de tensión significativamente más altos. Los vehículos con sistemas de alto voltaje son vehículos que funcionan con tensiones de 30 a 1.000 voltios CA (corriente alterna) o de 60 a 1.500 voltios CC (corriente continua), accionamiento y grupos periféricos. Esto se aplica a la mayoría de los vehículos eléctricos e híbridos.

# Sistemas de alto voltaje en vehículos eléctricos

## Función

Por definición, un vehículo eléctrico es un vehículo accionado por un motor eléctrico. La energía eléctrica necesaria para moverlo se obtiene de una batería de accionamiento (acumulador), es decir, no de una pila de combustible o de un extensor de autonomía (range extender). Dado que el vehículo eléctrico no emite ningún contaminante relevante durante su funcionamiento, está clasificado como un vehículo libre de emisiones.

En un vehículo eléctrico, las ruedas son accionadas por motores eléctricos. La energía eléctrica se almacena en acumuladores en forma de una o más baterías de accionamiento o de alimentación. Los motores eléctricos de control electrónico pueden suministrar su par motor máximo incluso con el motor parado. A diferencia de los motores de combustión, por lo general no requieren una caja de cambios manual y son capaces de acelerar con fuerza en el rango de velocidades más bajo. Los motores eléctricos son más silenciosos que los motores de gasolina o diésel, están prácticamente exentos de vibraciones y no emiten gases de escape nocivos. Con más del 90 %, su grado de eficacia es muy alto.

## Climatización y refrigeración en vehículos eléctricos

Para que un vehículo eléctrico funcione con un grado de eficacia particularmente alto, es necesario mantener la temperatura del motor eléctrico, de la electrónica de potencia y de la batería dentro de un rango de temperatura óptimo para el grado de eficacia. Para garantizar esto, se requiere un sofisticado sistema de gestión térmica:

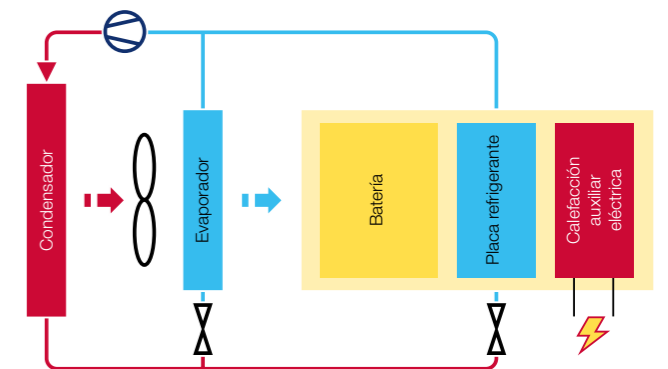
### Sistema de refrigerante (o refrigeración directa de baterías)

El circuito del sistema de refrigerante consta de los siguientes componentes principales: condensador, evaporador y unidad de batería (celdas de batería, placa de refrigeración y calefacción auxiliar eléctrica). Es alimentado por el circuito de refrigerante del sistema de climatización y controlado por separado por válvulas y sensores de temperatura. La descripción del funcionamiento de cada uno de los componentes se encuentra en la explicación a la representación del sistema de medio refrigerante y de refrigerante.

El ahorro de peso debido a la eliminación de los distintos componentes (motor, caja de cambios, depósito) del motor de combustión se ve neutralizado por el peso relativamente alto de los acumuladores. Por lo tanto, los vehículos eléctricos suelen ser más pesados que los vehículos correspondientes con motores de combustión. La capacidad de la(s) batería(s) influye en gran medida en el peso del vehículo y en el precio.

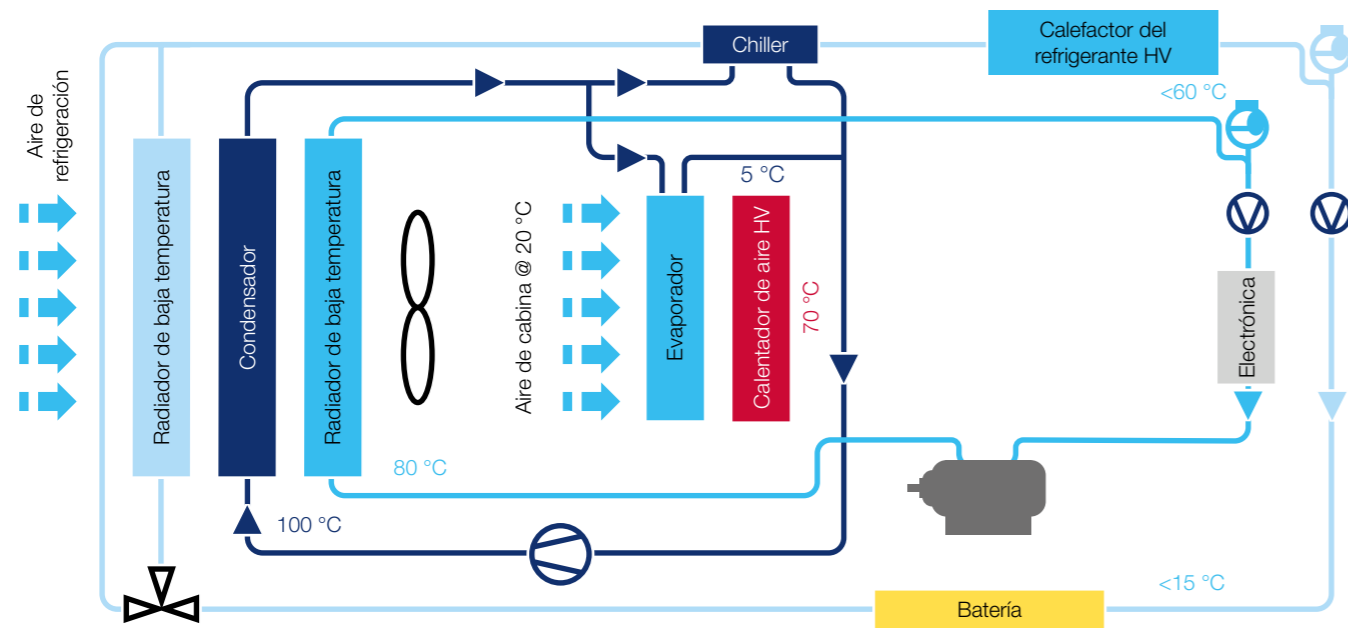
En el pasado, los vehículos eléctricos tenían poca autonomía con una carga de la batería. Recientemente, sin embargo, está aumentando el número de vehículos eléctricos que pueden alcanzar distancias de varios cientos de kilómetros, por ejemplo: Tesla Model S, VW e-Golf, Smart electric drive, Nissan Leaf, Renault ZOE, BMW i3.

Para aumentar aún más la autonomía de vehículos eléctricos, a veces se utilizan dispositivos adicionales (normalmente en forma de motor de combustión) para generar electricidad. Esto se denomina «extensor de autonomía» o «Range Extender».



Circuito de refrigerante

## Circuito de medio refrigerante y de refrigerante (o refrigeración indirecta de la batería)



Cuanto más potentes sean las baterías, más lógico resulta el uso de un circuito de medio refrigerante y de refrigerante igual de complejo. El sistema de refrigeración en conjunto está dividido en varios circuitos, cada uno con su propio radiador (radiador de baja temperatura), una bomba de refrigerante, termostato y válvula de cierre del refrigerante. El circuito de refrigerante del sistema de climatización también está integrado mediante de un intercambiador de calor especial (chiller). Un calefactor de medio refrigerante de alto voltaje garantiza un atemperamiento suficiente de la batería en el caso de bajas temperaturas exteriores.

La temperatura del medio refrigerante para el motor eléctrico y la electrónica de potencia se mantiene por debajo de 60 °C en un circuito separado (circuito interior del diagrama) mediante un radiador de baja temperatura. Para garantizar la máxima potencia y una larga vida útil, es necesario mantener en todo momento la temperatura del medio refrigerante de la batería

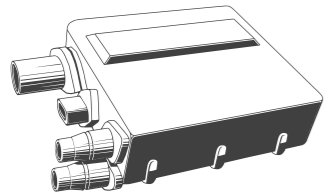
entre aprox. 15 °C y 30 °C. Si la temperatura es demasiado baja, el medio refrigerante se calienta con una calefactor auxiliar de alto voltaje. Si la temperatura es demasiado elevada, se enfría con un radiador de baja temperatura. Si esto no resulta suficiente, el medio refrigerante se enfría aún más mediante un chiller (intercambiador de medio refrigerante/refrigerante), integrado tanto en el circuito del medio refrigerante como en el circuito de refrigerante. El refrigerante del sistema de climatización fluye a través del chiller y continúa enfriando el medio refrigerante, que también fluye a través del chiller. Todo el proceso es controlado por diversos termostatos, sensores, bombas y válvulas.



## Descripción de componentes

### Chiller

El chiller es un intercambiador de calor especial conectado tanto al circuito de medio refrigerante como al de refrigerante, lo que permite reducir aún más la temperatura del medio refrigerante mediante el refrigerante del sistema de climatización. Esto permite la refrigeración indirecta adicional de la batería mediante el sistema de climatización en caso necesario. Para ello, el medio refrigerante de un circuito secundario fluye a través de las placas de refrigeración de la batería. Después de la absorción de calor, el medio refrigerante se enfría en un chiller a la temperatura inicial. El descenso de temperatura en el chiller se produce mediante la evaporación de otro refrigerante, que circula en un circuito primario.



### Calefacción auxiliar de medio refrigerante de alto voltaje

Si la temperatura es demasiado baja, el medio refrigerante se calienta con una calefacción auxiliar de alto voltaje. Esta se encuentra incorporada en el circuito de refrigeración.



### Radiador de baja temperatura

La temperatura del medio refrigerante para el motor eléctrico y la electrónica de potencia se mantiene por debajo de 60 °C en un circuito de refrigeración separado mediante un radiador de baja temperatura.



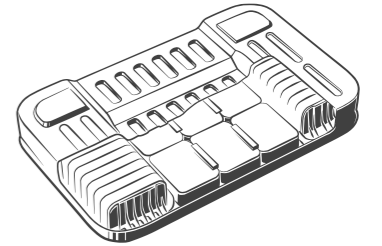
### Termostato

Los termostatos, ya sean eléctricos o mecánicos, mantienen la temperatura del medio refrigerante a un nivel constante.



### Batería de alto voltaje

La batería de alto voltaje (batería HV) es, junto con el motor eléctrico, uno de los componentes clave del vehículo eléctrico. Consiste en módulos de batería interconectados, que a su vez están formados por células. Las baterías se basan generalmente en la tecnología de iones de litio. Disponen de una alta densidad de energía. Debido a una reacción química decreciente, el rendimiento disminuye significativamente a temperaturas inferiores a 0 °C. A temperaturas superiores a 30 °C, el envejecimiento aumenta, y a temperaturas superiores a 40° C pueden producirse daños en la batería. Para lograr una larga vida útil y una máxima eficacia, la batería debe funcionar en un determinado rango de temperaturas.



### Válvula de bloqueo de refrigerante

Las válvulas de cierre de medio refrigerante/refrigerante son controladas eléctricamente y abren/cierran partes del circuito de medio refrigerante/refrigerante según sea necesario o conectan varios circuitos entre sí.



### Electrónica de potencia

Su función en el vehículo es el control de los motores eléctricos, la comunicación con el sistema de control del vehículo y el diagnóstico del accionamiento. Por regla general, la electrónica de potencia se compone de una unidad de mando electrónica, un inversor y un convertidor CC/CC. Para mantener la electrónica de potencia dentro de un determinado rango de temperatura, se conecta al sistema de refrigeración/calefacción del vehículo.



### Refrigerador de baterías

A cada lado de las placas de refrigeración se encuentra un segmento de batería. Los segmentos de batería y las placas de refrigeración forman un módulo de batería firmemente unido. En la refrigeración directa de la batería, el refrigerante del sistema de climatización fluye a través de las placas de refrigeración. En la refrigeración indirecta de la batería, el medio refrigerante fluye a través de las placas de refrigeración. Si la potencia frigorífica no es suficiente para la refrigeración indirecta de la batería, el medio refrigerante se puede enfriar aún más con un chiller. El chiller es un intercambiador de calor especial que se utiliza para la refrigeración indirecta de baterías y está integrado tanto en el circuito de refrigerante como en el de medio refrigerante.



### Calefacción auxiliar eléctrica/ calefacción auxiliar de alto voltaje

Los vehículos eléctricos carecen del calor residual del motor, que se transfiere al medio refrigerante. Por lo tanto, es necesario calentar el habitáculo con la ayuda de una calefacción auxiliar eléctrica situada en el sistema de ventilación.



### Compresor eléctrico de aire acondicionado

El compresor es accionado eléctricamente con alta tensión. Esto también permite climatizar el vehículo cuando el motor está apagado. Además, el sistema de climatización también puede ayudar a enfriar el medio refrigerante.



### Condensador

El condensador es necesario para enfriar el refrigerante calentado por compresión en el compresor. El gas refrigerante caliente fluye hacia el condensador y transfiere calor al medio ambiente a través de la tubería y las aletas. El enfriamiento cambia el estado de agregación del refrigerante de gaseoso a líquido.



### Bomba de agua eléctrica

Las bombas de agua o de medio refrigerante eléctricas con su control electrónico integrado se encienden sin escalonamiento en función de la potencia frigorífica requerida. Pueden utilizarse como bombas principales, de derivación o de circulación y funcionan independientemente del motor y según la demanda.

### Climatización

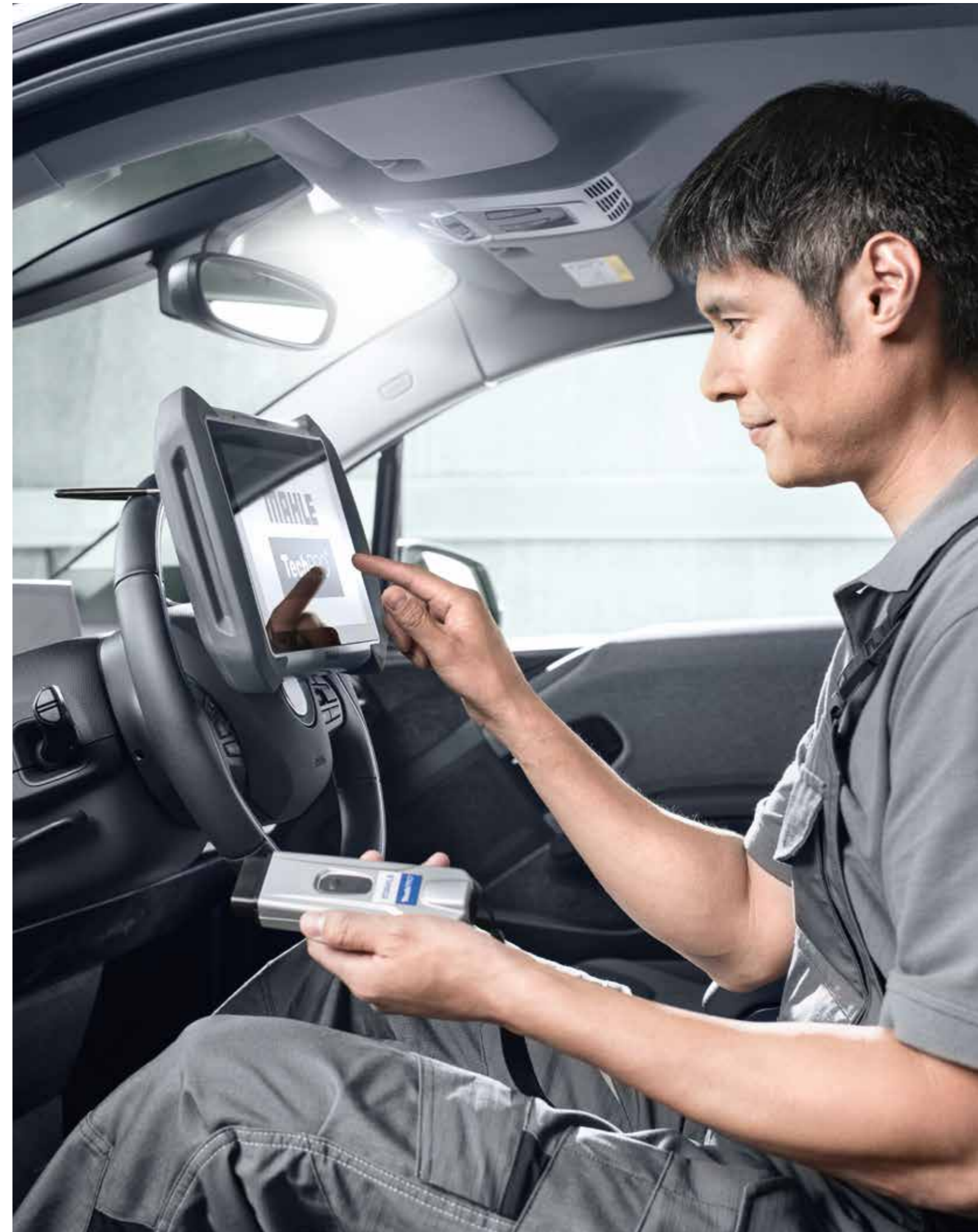
Debido a su elevado grado de eficacia, los accionamientos eléctricos durante su funcionamiento emiten poco calor al medio ambiente y nada de calor cuando están parados. Para calentar el vehículo o descongelar las lunas cuando las temperaturas exteriores son bajas, se necesitan calefacciones adicionales. Estos son consumidores de energía adicionales y son muy importantes debido a su alto consumo de energía. Consumen parte de la energía almacenada en la batería, lo que tiene un efecto considerable en la autonomía, especialmente en invierno. Las calefacciones auxiliares eléctricas integradas en el sistema de ventilación son una forma sencilla y eficaz, pero consumen mucha energía. Por esta razón, ahora también se utilizan bom-

### Gestión de carga y descarga

Para los acumuladores se utilizan diferentes sistemas de gestión, que se encargan del control de carga y descarga, la supervisión de la temperatura, la estimación de la autonomía y el diagnóstico. La durabilidad depende en gran medida de las condiciones de uso y del cumplimiento de los límites de funcionamiento. Los sistemas de gestión de batería, incluida la gestión térmica, evitan sobrecargas o descargas profundas de los acumuladores, que son perjudiciales e incluso pueden comprometer la seguridad, así como condiciones de temperatura críticas. La supervisión de cada célula de la batería permite reaccionar antes de que se produzca un fallo o un daño en otras células. La información de estado también puede almacenarse para fines de mantenimiento y, en caso de fallo, pueden enviarse los mensajes correspondientes al conductor.

bas de calor energéticamente eficientes. En verano, también se pueden utilizar como sistema de climatización para la refrigeración. Los calefactores de los asientos y las lunas calefactadas llevan el calor directamente a los lugares que se deben calentar y, por lo tanto, también reducen la necesidad de calefacción en el habitáculo. Los vehículos eléctricos a menudo pasan sus tiempos de inactividad en las estaciones de carga. Allí, el vehículo puede precalentarse antes del inicio del trayecto sin necesidad de sobrecargar la batería. Así durante el trayecto se requiere mucha menos energía para calentar o enfriar. Ahora también existen aplicaciones para teléfonos inteligentes para el control remoto del sistema de calefacción.

En principio, la capacidad de la batería de la mayoría de los vehículos eléctricos de hoy en día resulta suficiente para la mayoría de trayectos de corta y media distancia. Un estudio publicado en 2016 por el Massachusetts Institute of Technology llegó a la conclusión de que la autonomía de los vehículos eléctricos que hoy en día se consideran estándar resulta suficiente para el 87 % de todos los trayectos. Sin embargo, los niveles de autonomía fluctúan considerablemente. La velocidad del vehículo eléctrico, la temperatura exterior y, sobre todo, el uso de la calefacción y la climatización traen consigo una reducción significativa del radio de autonomía. Sin embargo, los tiempos de carga cada vez más cortos y la constante expansión de la infraestructura de carga permiten aumentar aún más el radio de acción de los coches eléctricos.



# Normas básicas para trabajar con vehículos eléctricos e híbridos

## Consejos prácticos

En vehículos eléctricos e híbridos es inevitable la instalación de componentes de alto voltaje. Estos se identifican mediante señales de advertencia unificadas. Además, todos los cables de alto voltaje de todos los fabricantes son de color naranja brillante.

**¡Aténgase siempre a las especificaciones del fabricante del automóvil y nuestros consejos para el taller!**

*¿A qué tengo que prestar atención en calidad de (empleado de) taller?*

### Arranque y desplazamiento del vehículo:

Para poder conducir un vehículo con un sistema de alto voltaje, aunque solo sea desde o hasta el taller, se debe instruir a la persona correspondiente.

### Servicio técnico y mantenimiento:

Los trabajos de servicio técnico y mantenimiento (cambio de ruedas, trabajos de inspección) en vehículos de alto voltaje solo podrán ser realizados por personas que hayan sido previamente informadas de los peligros de estos sistemas de alto voltaje e instruidas sobre los mismos por un «experto para trabajos en vehículos de alto voltaje intrínsecamente seguros».

### Sustitución de componentes de alto voltaje:

Las personas que sustituyan componentes de alto voltaje, como un compresor de aire acondicionado, deberán estar debidamente cualificadas (expertos para trabajos en vehículos de alto voltaje intrínsecamente seguros).

Al realizar trabajos en vehículos con sistemas de alto voltaje se debe proceder del siguiente modo:

1. **Desconectar la tensión**
2. **Asegurar contra reconexión**
3. **Comprobar que no hay tensión**

### Sustitución de la batería:

La reparación o sustitución de componentes de alto voltaje bajo tensión (batería) requiere una cualificación especial.

### Asistencia en carretera/Remolque/Rescate:

Toda persona que preste asistencia en caso de avería en vehículos con sistemas de alto voltaje o que los remolque o rescate, deberá haber sido instruida acerca de la estructura y el funcionamiento de los vehículos y sus sistemas de alto voltaje. Asimismo, se deberán tener en cuenta de antemano las instrucciones respectivas del fabricante del automóvil. Si los componentes de alto voltaje (baterías) están dañados, consulte a los bomberos.

# Climatización del habitáculo

## Principios básicos

En los conceptos de propulsión convencionales con motores de combustión, la climatización del habitáculo depende directamente del funcionamiento del motor debido al compresor de accionamiento mecánico. Los compresores con transmisión por correa también se utilizan en vehículos que en círculos especializados se denominan microhíbridos y que solo tienen una función de arranque/parada. El problema es que la temperatura en la salida del evaporador del sistema de climatización aumenta después de solo 2 segundos cuando el vehículo está parado y el motor apagado. El consiguiente incremento lento de la temperatura de expulsión de aire y el aumento de la humedad del aire son percibidos como molestos por los ocupantes del vehículo.

Para contrarrestar este problema, se pueden utilizar acumuladores de frío de reciente desarrollo, los llamados evaporadores acumuladores. El evaporador acumulador consta de dos bloques: un bloque evaporador y un bloque acumulador. El refrigerante fluye a través de ambos bloques durante la fase de arranque o mientras el motor está en marcha. Un medio latente contenido en el evaporador se enfría hasta el punto en que se congela. Esto lo convierte en un acumulador de frío.



Evaporador acumulador

En la fase de parada, el motor se apaga y, por lo tanto, el compresor no es accionado. El aire caliente que pasa por el evaporador se enfría y se produce un intercambio de calor. Este intercambio tiene lugar hasta que el medio latente se ha fundido por completo. Una vez que se reanuda el trayecto, el proceso comienza de nuevo, de modo que el evaporador acumulador vuelve a ser capaz de enfriar el aire después de un minuto.

En vehículos sin evaporador acumulador con tiempo muy caluroso es necesario volver a arrancar el motor después de un breve tiempo de parada. Solo así se podrá mantener refrigerado el habitáculo. La climatización de habitáculo del vehículo también incluye la calefacción del compartimiento de pasajeros si es necesario.

En los vehículos híbridos puros, el motor de combustión se apaga durante la fase de conducción eléctrica. El calor residual disponible en el circuito de agua solo es suficiente para calentar el habitáculo durante un corto periodo de tiempo. Como apoyo, las calefacciones auxiliares de aire de alto voltaje se conectan para asumir la función de calefacción. El modo de funcionamiento es similar al de un secador de pelo: el aire aspirado por el ventilador de aire del habitáculo se calienta al pasar por los elementos calefactores y a continuación fluye al habitáculo.

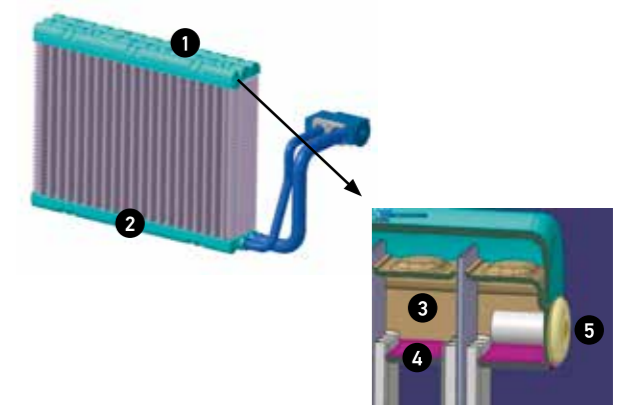


Diagrama del evaporador acumulador: (1) bloque evaporador de 40 mm de profundidad, (2) bloque acumulador de 15 mm de profundidad, (3) refrigerante, (4) medio latente, (5) remache ciego



# Compresores de aire acondicionado de alto voltaje

## Función

Los vehículos con tecnología híbrida pura utilizan compresores eléctricos de alto voltaje que no dependen del funcionamiento del motor de combustión. Este innovador concepto de propulsión permite realizar funciones que aumentan aún más el confort en el ámbito de la climatización de vehículos.



Es posible refrigerar previamente el habitáculo caldeado a la temperatura deseada antes de iniciar el viaje. La activación es posible por control remoto.

Esta refrigeración de estacionamiento solo puede tener lugar en función de la capacidad disponible de la batería. Para ello, el compresor se activa con la menor potencia posible, teniendo en cuenta los requisitos de la climatización.

Con los compresores de alto voltaje actualmente en uso, la regulación de potencia se realiza mediante el correspondiente ajuste de velocidad en pasos de 50 min<sup>-1</sup>, por lo que se puede prescindir de una regulación de potencia interna.

A diferencia del principio del plato cíclico, que se utiliza principalmente en compresores de correa, en compresores de alto voltaje

se utiliza el principio scroll para comprimir el refrigerante. Las ventajas son un ahorro de peso de aprox. el 20 % y una reducción de la cilindrada en la misma cantidad sin perder potencia.

Para generar el correspondiente par motor elevado para el accionamiento del compresor eléctrico, se utiliza una tensión continua de más de 200 voltios, una tensión muy alta en el sector de la automoción. El inversor integrado en la unidad del motor eléctrico convierte esta tensión continua en la tensión alterna trifásica requerida por el motor eléctrico sin escobillas. La disipación de calor necesaria del inversor y de los devanados del motor es posible gracias al flujo de retorno del refrigerante hacia el lado de aspiración.

# Gestión térmica de la batería

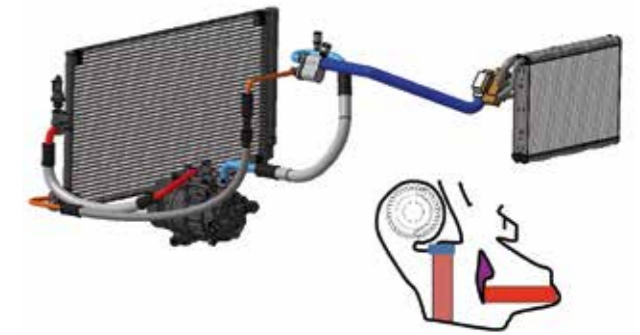
## Una comparación

### Gestión térmica de la batería

La batería es esencial para el funcionamiento de vehículos eléctricos e híbridos. La batería debe proporcionar de forma rápida y fiable la considerable cantidad de energía necesaria para el accionamiento. La mayoría son baterías híbridas de alta tensión de iones de litio y níquel-metal. De esta manera se reduce aún más el tamaño y el peso de las baterías de los vehículos híbridos.

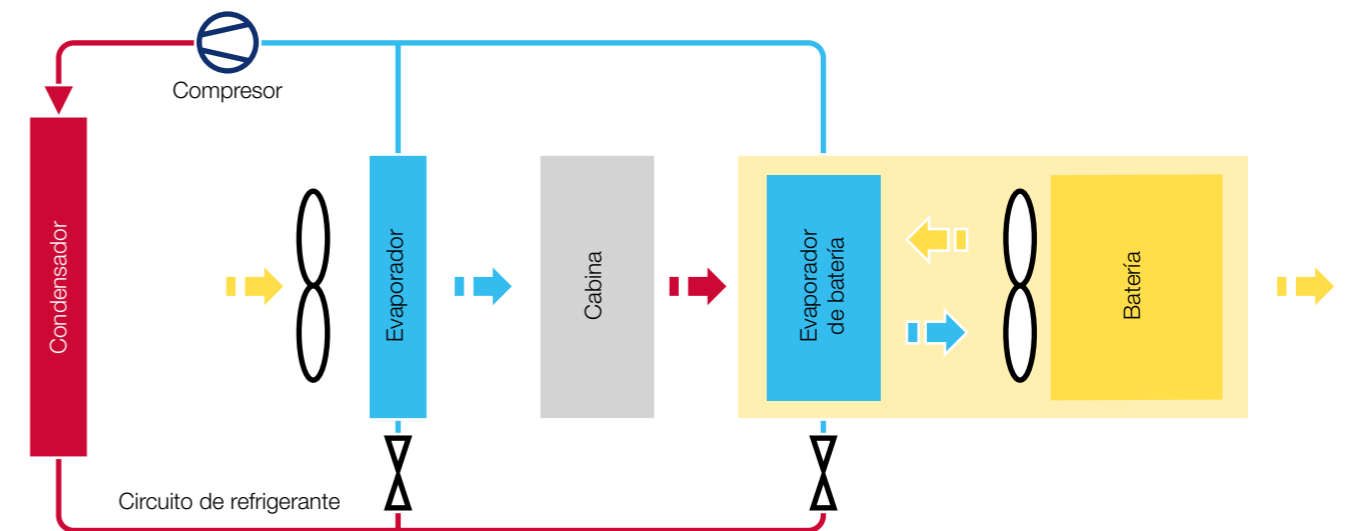
Es imprescindible que las baterías utilizadas funcionen dentro de una ventana de temperatura determinada. A partir de una temperatura de funcionamiento de +40 °C se reduce la vida útil, mientras que por debajo de 0 °C disminuye el grado de eficacia y la potencia. Además, la diferencia de temperatura entre cada una de las células no debe superar un valor determinado.

Las cargas pico de breve duración, junto con las altas corrientes, como la recuperación y el aumento de potencia, traen consigo un calentamiento considerable de las células. Además, las altas



temperaturas exteriores en los meses de verano contribuyen a que la temperatura alcance rápido el valor crítico de 40 °C. La consecuencia de superar la temperatura es un envejecimiento más rápido y el consiguiente fallo prematuro de la batería. Los fabricantes automovilísticos aspiran a una duración calculada de la batería equivalente a la vida de un automóvil (aprox. 8-10 años). Por lo tanto, el proceso de envejecimiento solo puede ser contrarrestado con una adecuada gestión térmica. Hasta la fecha se han utilizado tres opciones diferentes de gestión térmica:

### Opción 1



El aire se aspira del habitáculo climatizado del vehículo y se utiliza para enfriar la batería. El aire frío aspirado desde el habitáculo del

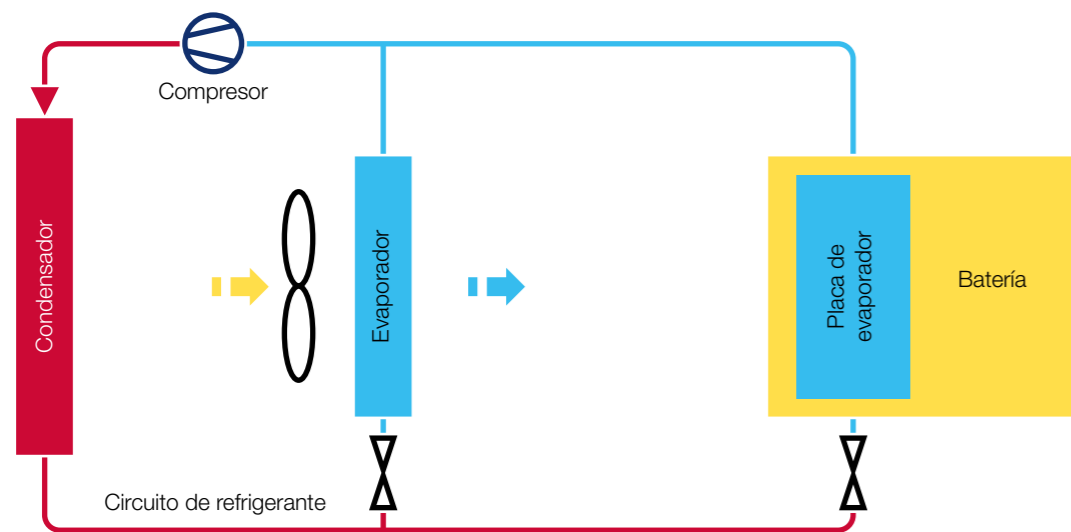
vehículo tiene una temperatura inferior a 40 °C. Este aire se utiliza para enfriar las áreas de libre acceso del paquete de baterías.

**Desventajas de esta opción:**

- Baja eficiencia de refrigeración.
- El aire aspirado procedente del habitáculo no se puede utilizar para reducir la temperatura uniformemente.
- El considerable coste requerido para la conducción del aire.
- Posibles ruidos molestos en el habitáculo debidos al ventilador.

- Los conductos de aire establecen una conexión directa entre el habitáculo y la batería. Esto es problemático por razones de seguridad (por ejemplo, desgasificación de la batería).
- No debe subestimarse el riesgo de que entre suciedad en el paquete de baterías, ya que el aire del habitáculo también contiene polvo. El polvo se deposita entre las células y forma una capa conductora junto con la humedad del aire condensada. Esta capa promueve la formación de corrientes de fuga en la batería.

Para evitar este peligro, el aire aspirado es filtrado. Alternativamente, el aire también puede ser enfriado por una microunidad de climatización independiente, similar a los sistemas de climatización traseros separados en los vehículos de alta gama.

**Opción 2**

Una placa de evaporador especial, encapsulada en la celda de la batería, se conecta al sistema de climatización del vehículo mediante el llamado proceso de división en el lado de alta y baja presión a través de tuberías y una válvula de expansión. Así, el evaporador del habitáculo y la placa de evaporación de la batería, que funciona como un evaporador convencional, están conectados a un mismo circuito.

Las diferentes tareas de los dos evaporadores plantean requisitos diferentes para el flujo de refrigerante. Mientras que la refrigeración del habitáculo debe satisfacer los requisitos de confort de los pasajeros, la batería de alto voltaje debe enfriarse en mayor o menor medida, dependiendo de la situación de conducción y de la temperatura ambiente.

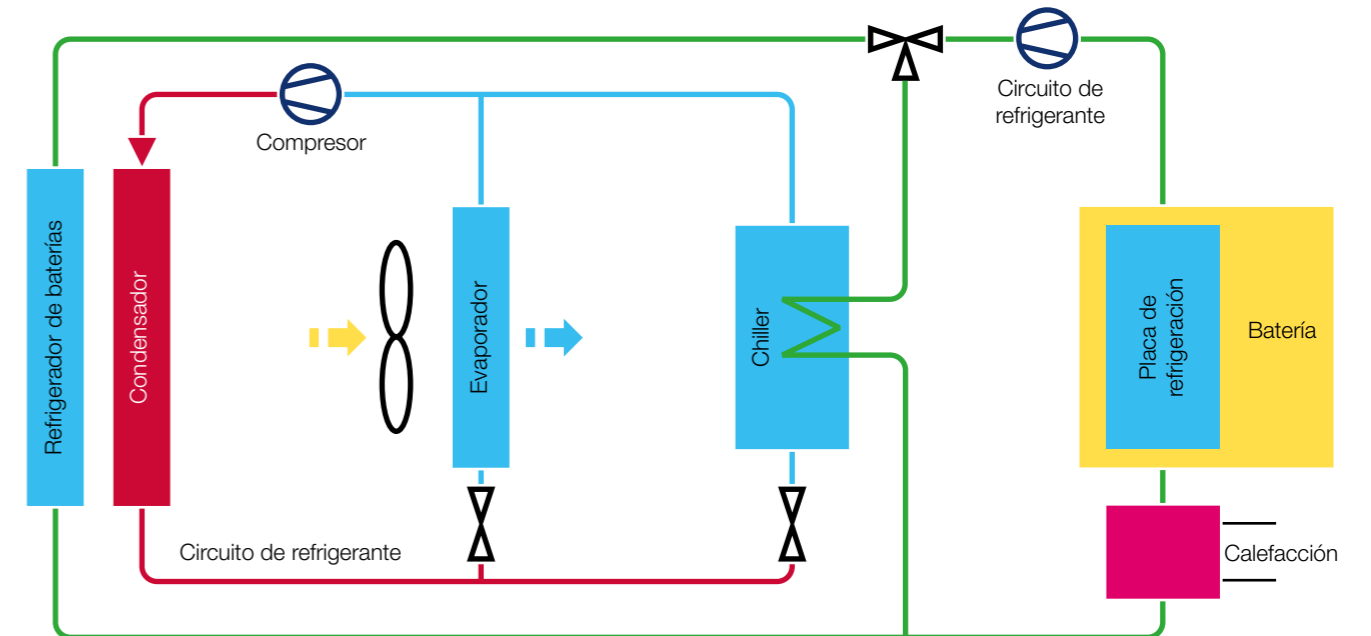
El resultado de estos requisitos es el complejo control de la cantidad de refrigerante evaporado. El diseño especial de la placa de

evaporación y la integración resultante en la batería proporcionan una gran superficie de contacto para el intercambio de calor. Así se garantiza que no se exceda la temperatura máxima superior crítica de 40 °C.

A temperaturas exteriores muy bajas sería necesario un aumento de la temperatura hasta alcanzar la temperatura ideal de la batería de al menos 15 °C. Sin embargo, en esta situación, la placa del evaporador no puede ser de ayuda. Una batería fría es menos eficiente que una bien atemperada y ya apenas puede cargarse a temperaturas muy por debajo del punto de congelación. En el híbrido suave, esto se puede tolerar: en casos extremos, la función híbrida solo está disponible de forma limitada. Sin embargo, es posible conducir con el motor de combustión. En un vehículo puramente eléctrico, por otro lado, será necesario disponer de una calefacción de batería para poder arrancar y conducir en cualquier situación en invierno.

**Nota**

Las placas del evaporador integradas directamente en la batería no se pueden reemplazar individualmente. Por lo tanto, en caso de daños, siempre se debe sustituir toda la batería.

**Opción 3**

En el caso de las baterías de mayor capacidad, el atemperamiento correcto juega un papel fundamental. Por lo tanto, a temperaturas muy bajas, es necesario un calentamiento adicional de la batería para llevarla al rango de temperatura ideal. Solo en este rango se puede lograr una autonomía satisfactoria en el modo de «conducción eléctrica».

Para realizar este calentamiento adicional, la batería está integrada en un circuito secundario. Este circuito garantiza el mantenimiento permanente de la temperatura ideal de funcionamiento de 15 °C - 30 °C. En el bloque de baterías, un medio refrigerante, compuesto por agua y glicol (circuito verde) fluye a través de una placa de refrigeración integrada. A bajas temperaturas, el refrigerante puede ser calentado rápidamente por una calefacción para alcanzar la temperatura ideal. Si se produce un aumento de tem-

peratura en la batería durante el uso de las funciones híbridas, la calefacción se apaga. El refrigerante puede ser enfriado por el refrigerador de batería o el radiador de baja temperatura situado en la parte delantera del vehículo utilizando el aire ambiente.

Si la refrigeración del refrigerador de baterías no es suficiente cuando las temperaturas exteriores son elevadas, el refrigerante fluye a través de un chiller. En este chiller se evapora el refrigerante del sistema de climatización del vehículo. Asimismo, el calor puede transmitirse de forma muy compacta y con alta densidad de potencia desde el circuito secundario al refrigerante en evaporación. Se produce un enfriamiento adicional del refrigerante. Gracias al uso del intercambiador de calor especial, la batería puede funcionar en una ventana de temperatura con un óptimo grado de eficacia.

# Formación adicional para la reparación de vehículos eléctricos e híbridos

## Lo que hay que saber

Para poder mantener y reparar los complejos sistemas de los vehículos eléctricos e híbridos, especialmente también para la gestión térmica, es imprescindible una formación continua. En Alemania, por ejemplo, los empleados que trabajan en sistemas de alto voltaje requieren una formación adicional de 2 días como «expertos para trabajos en vehículos de alto voltaje (HV) intrínsecamente seguros».

Los conocimientos adquiridos permiten, por un lado, evaluar los peligros que entraña la realización de los trabajos necesarios en el sistema y, por otro, garantizar que el sistema esté exento de tensión durante la realización de los trabajos. Sin la formación adecuada, está prohibido realizar trabajos en instalaciones de alto voltaje o en sus componentes. La reparación o sustitución de componentes de alto voltaje bajo tensión (batería) requiere una cualificación especial.



## Ofertas de formación sobre gestión térmica de MAHLE:

Aprendices, oficiales, maestros, ingenieros... en la oferta de MAHLE Aftermarket todos pueden encontrar el curso ideal.

Además de cursos teóricos, MAHLE Aftermarket ofrece cursillos prácticos especializados para evitar daños en turismos, camiones y maquinaria agrícola y de construcción.

En MAHLE Aftermarket somos flexibles: usted elige el tema que desea, nos indica cuándo y dónde se debe realizar el curso avanzado y nosotros nos encargamos de todo lo demás. Solo tiene que contactar con su socio comercial de MAHLE Aftermarket o bien escribirnos directamente a través de: [ma.training@mahle.com](mailto:ma.training@mahle.com)

¡Los expertos en tecnología de MAHLE Aftermarket estarán encantados de organizar junto con usted eventos interesantes y atractivos!

- Gestión térmica en el motor de combustión moderno
- Nuevas tecnologías: potencial y problemas de los motores modernos
- Justificante del estado de la climatización

# Consejos para el taller

## Mantenimiento de vehículos eléctricos e híbridos

Los trabajos generales de inspección y reparación (por ejemplo, sistemas de escape, neumáticos, amortiguadores, cambios de aceite, cambios de neumáticos, etc.) también pueden dar lugar a una situación fuera de lo común. Estos trabajos solo pueden ser realizados por empleados que hayan sido informados de los peligros de estas instalaciones de alto voltaje por un «experto para trabajos en vehículos de alto voltaje intrínsecamente seguros» y que hayan sido instruidos al respecto. Además, es imprescindible que se utilicen herramientas que cumplan con las especificaciones de los fabricantes automovilísticos.

Los talleres de automóviles están obligados a instruir a todos los empleados implicados en el funcionamiento, mantenimiento

y reparación de vehículos eléctricos e híbridos. Tenga en cuenta las condiciones específicas de cada país.



Herramientas para trabajar en el sistema de alto voltaje

## Asistencia en averías, remolque y rescate de vehículos eléctricos e híbridos

Los conductores de vehículos con sistemas de alto voltaje (HV) no están expuestos a ningún riesgo eléctrico directo, ni siquiera en caso de avería. Un gran número de medidas adoptadas por los fabricantes automovilísticos protegen el sistema de alto voltaje. La asistencia en caso de avería no resulta peligrosa para los vehículos con sistemas de alto voltaje, siempre y cuando no sea necesaria ninguna intervención en la instalación de alto voltaje para resolver la avería.

Sin embargo, hay peligros en caso de avería o al remolcar vehículos que han sufrido daños en un accidente o que necesitan ser rescatados de la nieve y el agua. Aunque la seguridad intrínseca de los vehículos para la protección contra los riesgos de descarga eléctrica o de formación de arcos eléctricos es muy alta, no existe una seguridad completa o al 100 % para todos los siniestros. En caso de duda, deberá tenerse en cuenta o solicitarse la información pertinente al fabricante del automóvil.

### ¿Cómo saber si el vehículo dispone de un sistema de alto voltaje?

- Por el logotipo en el salpicadero o en el vehículo.
- Por los cables de alto voltaje de color naranja (véase la ilustración). Como regla general: mantenga las manos alejadas de los componentes de alto voltaje y de los cables de color naranja.
- Por la referencia de los componentes de alto voltaje (véase la ilustración).



Componentes de alta tensión en el compartimento del motor

### ¿Quién puede facilitar asistencia en carretera?

La asistencia en caso de averías para vehículos eléctricos e híbridos puede ser facilitada por cualquier persona que haya sido especialmente capacitada para ello. Toda persona que preste asistencia en caso de avería en vehículos con sistemas de alto voltaje o que los remolque o rescate deberá haber sido instruida acerca de la estructura y el funcionamiento de los vehícu-

los y sus sistemas de alto voltaje. Se aplicarán los requisitos y condiciones específicos de cada país para trabajos no electro-técnicos (para Alemania se aplica la información DGUV 200-005 «Cualificación para trabajos en vehículos con sistemas de alto voltaje» (antes BGI 8686). Tenga en cuenta las condiciones específicas de cada país).

### ¿Primeros pasos en la asistencia en carretera?

- Quitar la llave de encendido (atención: los sistemas de transpondedor se encienden automáticamente cuando se acerca el usuario) y, a continuación, tirar del seccionador de la batería de alto voltaje.
- Compruebe visualmente si los componentes de alto voltaje están dañados.
- No realizar trabajos en los componentes de alto voltaje. Estos solo pueden realizarlos personas cualificadas para trabajar en vehículos con sistemas de alto voltaje. Esta norma también se aplicará si los componentes de alto voltaje se dañan o se constatan daños durante el servicio de asistencia en carretera.
- Dependiendo del fabricante, aún puede haber una tensión residual después de que se haya desconectado el sistema de HV durante varios minutos.



Seccionador

### Arranque externo, remolque y rescate: ¿qué se debe tener en cuenta?

#### Arranque externo

Es esencial seguir las instrucciones del fabricante. Solo unos pocos vehículos pueden ser puestos en marcha de forma externa a través de la fuente de alimentación de a bordo de 12/24 V CC. Después de la desconexión, pueden existir tensiones residuales peligrosas que no se descargan a través de la resistencia de descarga continua. Antes de abrir el vehículo, tenga en cuenta las indicaciones del manual de instrucciones y/o la información técnica del fabricante del automóvil.

#### Remolque y rescate

- Los vehículos sin daños se pueden cargar generalmente en una grúa (vehículo de plataforma).
  - Al remolcar con barra o cable, deberán observarse las instrucciones del fabricante.
  - Para recuperar los vehículos de forma segura, se deben tener en cuenta todas las medidas del capítulo «Asistencia segura para vehículos eléctricos».
  - Si el vehículo es remolcado/rescatado con un cabrestante, no debe haber ningún componente de alto voltaje en el área de los puntos de enganche que pueda resultar dañado. Lo mismo se aplica cuando se eleva con un gato o una grúa de carga.
- 
- Si las baterías de alto voltaje o los condensadores de alto voltaje (dispositivos de almacenamiento de energía en vehículos industriales) han resultado dañados o arrancados por un accidente, esto supone un peligro especial. En este caso, se debe llamar a los bomberos o a Protección Civil para pedir ayuda. Al manipular baterías de alto voltaje dañadas, se requiere un equipo de protección individual adecuado (protección facial, guantes de protección para trabajos con tensión).
  - Los líquidos derramados de la batería pueden ser corrosivos o irritantes, dependiendo del tipo de batería. Siempre se debe evitar el contacto. Después de un accidente, no se puede descartar que las baterías de alto voltaje se incendien más tarde debido a reacciones internas. Por lo tanto, los vehículos accidentados no deberán estacionarse en espacios cerrados.

#### Comportamiento en caso de accidente

- En caso de accidente, el sistema de alto voltaje se suele desconectar cuando se activa el airbag. Esto ocurre en casi todos los turismos, pero no necesariamente en los vehículos industriales.
- Para poder trabajar sin riesgos, se deberán tener en cuenta todas las medidas del capítulo «Normas básicas para trabajar en vehículos eléctricos e híbridos».
- Algunos fabricantes recomiendan o exigen que se desconecte el borne negativo de la batería de a bordo de 12/24 V CC (también puede encontrarse más información en las respectivas instrucciones de rescate).



MAHLE Aftermarket GmbH  
Pragstraße 26 - 46  
70376 Stuttgart/Alemania  
Teléfono: +49 711 501-0

[www.mahle-aftermarket.com](http://www.mahle-aftermarket.com)  
[www.mpulse.mahle.com](http://www.mpulse.mahle.com)