

MAHLE



Climatización del vehículo

Guía compacta para el taller

BEHR[®]

¿Qué es la gestión térmica?

La gestión térmica hace referencia a una temperatura óptima del motor en todas las condiciones de servicio, así como a la calefacción y la refrigeración del habitáculo. Por tanto, un sistema de gestión térmica moderno incluye componentes de la refrigeración del motor y del sistema de climatización.

Los componentes de ambos grupos, que ejercen una influencia recíproca, a menudo forman una unidad. En este folleto le presentamos sistemas de climatización modernos en su contexto tecnológico. En este sentido, también abordamos el funcionamiento, las causas de avería, las particularidades y las opciones de diagnóstico.



➤ ¿Lo sabía? MAHLE es uno de los fabricantes líderes del mundo de equipos originales de refrigeración del motor y climatización del vehículo.

Índice

Principios básicos de la climatización

Revisión y mantenimiento de la climatización	04
Unidad de refrigeración y climatización	05
Circuito de climatización	06
Componentes del sistema de climatización	07
Reparación y mantenimiento	14
Instrucciones de desmontaje y montaje	15
Diagnóstico de fallos	18

Compresores de A/C

Sinopsis e indicaciones importantes	20
Proceso de trabajo para el análisis de fallos y la sustitución	22
Daños en el compresor de A/C	26
Ruido	28
Compresores de A/C sin acoplamiento magnético	30
Tipos de compresor de A/C	34
Llenado de aceite de compresores de A/C	36

Mantenimiento y reparación

Lavado del sistema de climatización	39
Técnicas de detección de fugas	44
Reparación de tuberías y mangueras	46

Consejos técnicos

Refrigerantes del A/C R12, R134a, R1234yf	47
Sensores de temperatura de habitáculo	48
Sellantes	49

Gestión térmica innovadora

Gestión innovadora de la climatización y el confort	50
Gestión térmica en vehículos híbridos y eléctricos	54

Aceites para compresores de A/C

Aceites PAG y PAO	62
Comparativa de aceites para compresores de A/C	66
Desde el tipo de aceite hasta el tipo de compresor de A/C	68
Sinopsis de productos	70

Equipamiento para taller

Equipamiento para taller de MAHLE Service Solutions	72
---	----

Revisión y mantenimiento de la climatización

La revisión y el mantenimiento de la climatización se diferencian por su alcance, es decir, como una inspección menor y mayor.

➤ MAHLE recomienda en turismos: cada 12 meses una revisión y cada 2 años un mantenimiento de la climatización

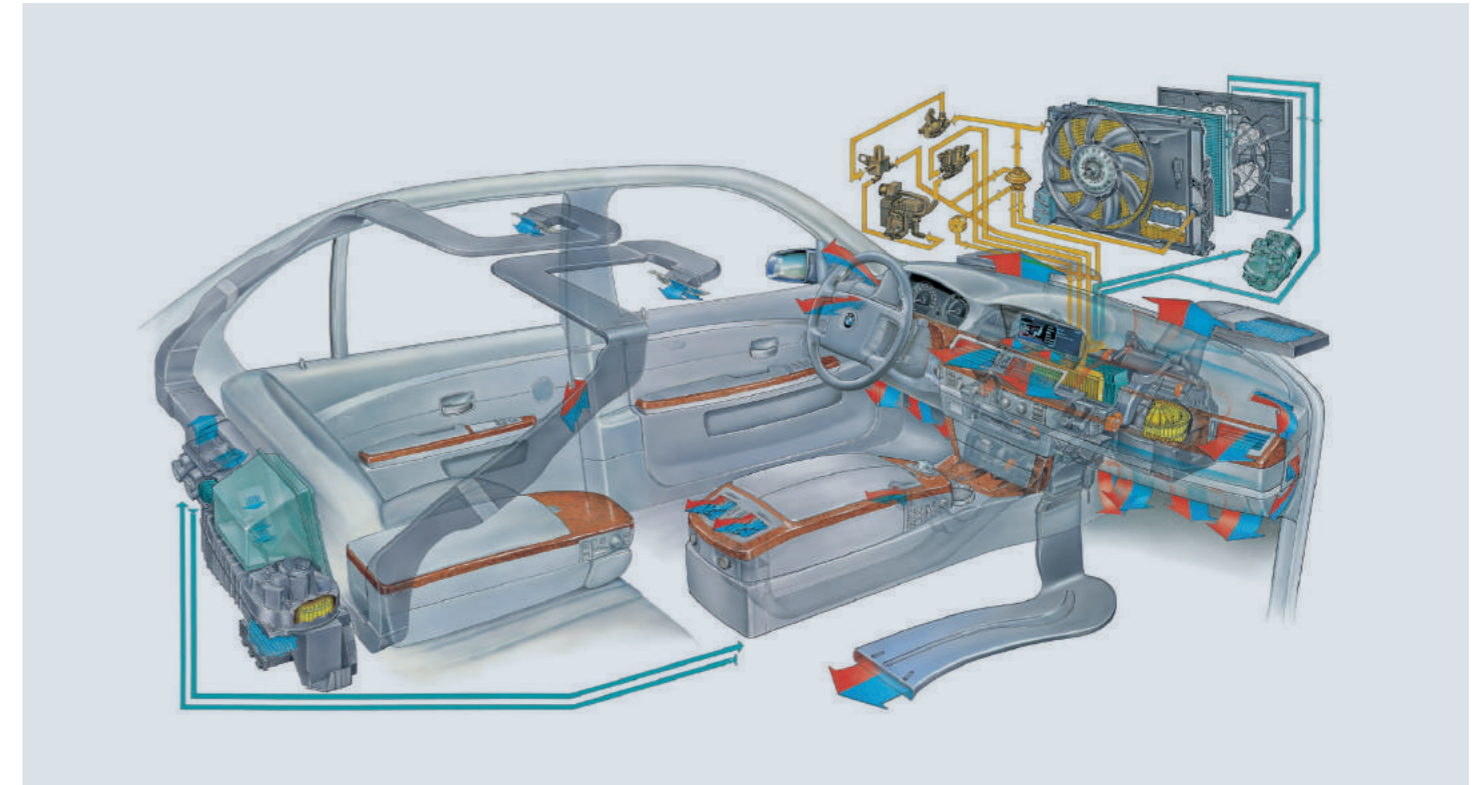
Alternancia entre revisión y mantenimiento

¿Qué hacer y cuándo?

¿Qué?	Revisión de la climatización
¿Cuándo?	En turismos, cada 12 meses
¿Por qué?	El filtro de habitáculo filtra del aire el polvo, el polen y las partículas de suciedad antes de que entre limpio y refrigerado en el habitáculo. Como ocurre con cualquier filtro, su capacidad de absorción es limitada. Todos los sistemas de climatización cuentan con un evaporador en cuyas lamas se forma agua condensada. En esta proliferan con el tiempo bacterias, hongos y microorganismos. Por eso es necesario desinfectar el evaporador de manera periódica.
¿Qué se hace?	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Comprobación visual de todos los componentes ▪ Sustitución del filtro del habitáculo ▪ Comprobación del funcionamiento y el rendimiento ▪ Si procede, desinfección del evaporador

¿Qué hacer y cuándo?

¿Qué?	Mantenimiento del sistema de climatización
¿Cuándo?	En turismos, cada 2 años
¿Por qué?	Incluso un sistema de climatización nuevo pierde cada año hasta un 10 % del refrigerante del A/C. Es un proceso normal, pero que se traduce en una reducción de la potencia frigorífica y en posibles daños en el compresor de A/C. Gracias al filtro desecador se eliminan del refrigerante la humedad y las impurezas.
¿Qué se hace?	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Comprobación visual de todos los componentes ▪ Cambio del refrigerante del A/C ▪ Comprobación del funcionamiento y el rendimiento ▪ Prueba de estanquidad ▪ Sustitución del filtro desecador ▪ Sustitución del filtro del habitáculo ▪ Si procede, desinfección del evaporador



Unidad de refrigeración y climatización

La refrigeración y la climatización vistas en conjunto

Aunque el sistema de climatización y el sistema de refrigeración del motor son dos sistemas independientes, se influyen mutuamente, porque el funcionamiento de la climatización supone una carga adicional para el sistema de refrigeración del motor y hace que se incremente la temperatura del refrigerante del motor.

Los aditivos contenidos en el refrigerante del motor no solo protegen contra la congelación, sino también contra el sobrecalentamiento del motor. La composición correcta del refrigerante del motor incrementa el punto de ebullición del fluido por encima de 120 °C. Una reserva de potencia enorme. Esto es especialmente importante en verano, cuando tanto el sistema de climatización como el sistema de refrigeración del motor sufren una fuerte carga debido a la temperatura ambiente y a los viajes largos. Por esta razón, durante el mantenimiento del sistema de climatización lo ideal es comprobar también el refrigerante del motor.

Circuito de climatización

Funcionamiento del sistema de climatización con válvula de expansión

Para el control de la climatización en el habitáculo del vehículo se requiere tanto el circuito de refrigerante del A/C como el de refrigerante del motor. Una mezcla de aire frío y caliente permite generar las condiciones de climatización deseadas de forma totalmente independiente de las circunstancias exteriores. Por tanto, el sistema de climatización es un factor esencial para la seguridad y el confort durante la marcha.

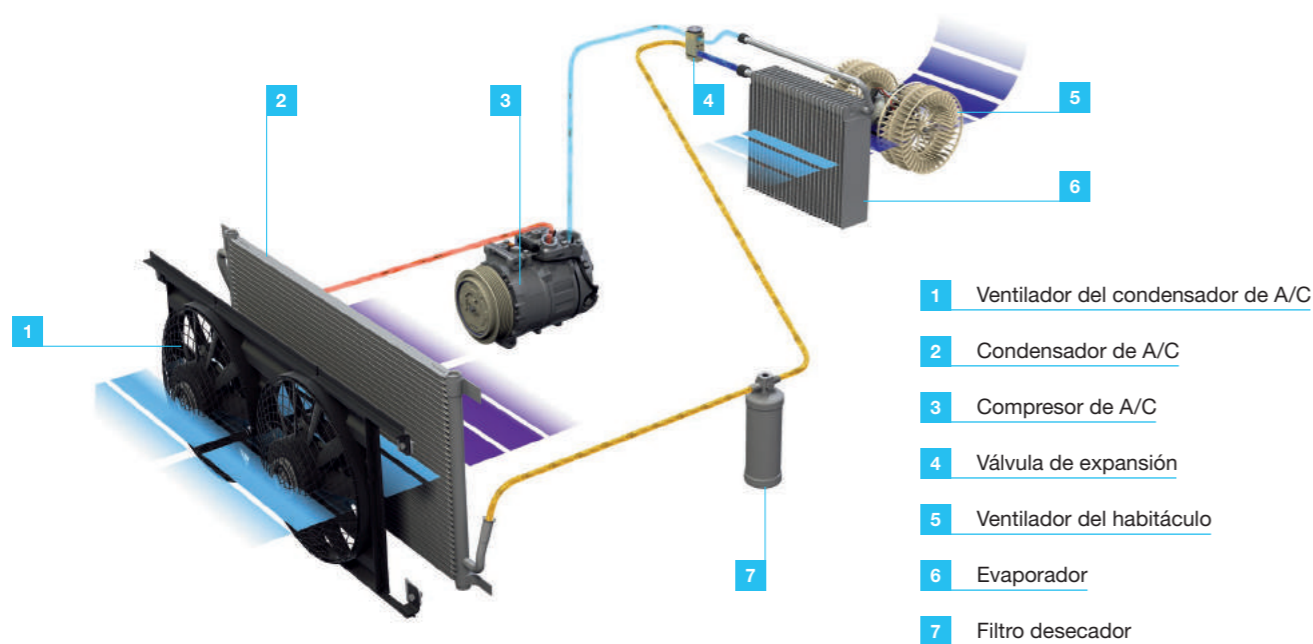
Los distintos componentes del circuito de refrigerante del A/C están conectados mediante mangueras y/o conducciones de aluminio y constituyen así un sistema cerrado. Dentro del sistema circulan el refrigerante del A/C y el aceite de refrigerante del A/C, impulsados por el compresor de A/C. El circuito se divide en dos partes:

- La parte que hay entre el compresor de A/C y la válvula de expansión se conoce como «lado de alta presión» (rojo/amarillo).
- Entre la válvula de expansión y el compresor de A/C hablamos de «lado de baja presión» (azul).

El compresor de A/C comprime el gas refrigerante (con lo que se calienta a alta temperatura) y lo empuja a través del condensador bajo alta presión. Aquí se extrae el calor del refrigerante, lo que hace que se condense y que su estado cambie de gaseoso a líquido.

El filtro desecador —la siguiente estación— separa las impurezas y las burbujas de aire del refrigerante del A/C, que ya se encuentra en estado líquido, y le extrae la humedad. Así se garantiza la eficacia del sistema y se protegen los componentes frente a los posibles daños debidos a las impurezas.

A continuación, se pasa del filtro desecador a la válvula de expansión. Dicha válvula puede considerarse algo similar a una presa. Antes de la presa, se encarga de conservar una presión homogénea mientras que, después de la presa, esta presión puede reducirse mediante el aumento del volumen. Puesto que la válvula de expansión está montada justo antes del evaporador, la expansión del refrigerante del A/C pasa al interior del evaporador. Al evaporar —es decir, al cambiar el estado agregado de líquido a gaseoso— se libera frío de evaporación. A continuación, el sistema de ventilación sopla este frío liberado al habitáculo del vehículo, donde garantiza el bienestar de los pasajeros. En el lado de baja presión, el recorrido del refrigerante —que ya se encuentra de nuevo en estado gaseoso— regresa al compresor de A/C, donde se inicia el ciclo desde el principio.



Circuito de refrigerante del A/C con válvula de expansión

Componentes del sistema de climatización

Compresores de A/C

Por regla general, el compresor de A/C es accionado por el motor mediante una correa trapezoidal o en V. El compresor de A/C comprime y transporta el refrigerante del A/C dentro del sistema. Hay distintos tipos de compresor de A/C.

El refrigerante del A/C se aspira en estado gaseoso a baja presión y a baja temperatura tras salir del evaporador. A continuación se conduce al condensador de A/C a alta temperatura y a alta presión en estado gaseoso.

Las dimensiones del compresor de A/C se deben adaptar al tamaño del sistema. Para la lubricación, el compresor utiliza un aceite especial del que una parte circula con el refrigerante frigorígeno dentro del sistema de climatización.

Los compresores de A/C se describen en detalle a partir de la página 20.



Una lubricación insuficiente, causada por fugas y la consecuente pérdida de aceite y refrigerante del A/C, así como un mantenimiento deficiente pueden provocar la avería del compresor de A/C (retén de árbol no estanco, junta de carcasa no estanca, daños en cojinete, asiento firme del pistón, etc.).



Condensadores de A/C

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

Modo de funcionamiento

El gas refrigerante caliente fluye hacia el condensador de A/C en la parte superior y transfiere calor al medio ambiente a través de la tubería y las lamas. Debido al enfriamiento, el refrigerante del A/C sale del condensador en estado líquido a través de la toma inferior.

Consecuencias en caso de avería

Un condensador de A/C defectuoso puede presentar los siguientes síntomas:

- Potencia frigorífica deficiente
- Avería del sistema de climatización
- Ventilador del condensador A/C en funcionamiento permanente

Las causas de la aparición de fallos pueden ser:

- Fugas en las conexiones o por daños
- Intercambio de calor deficiente por suciedad

Búsqueda de fallos

Pasos de comprobación para la solución del fallo:

- Comprobar si el condensador A/C presenta suciedad
- Comprobar si existen fugas
- Comprobación de las presiones de los lados de alta y baja presión

Filtro desecador

Los elementos filtrantes del sistema de climatización se denominan filtro desecador o acumulador, en función del tipo de sistema. El filtro desecador tiene la misión de eliminar los cuerpos extraños del refrigerante del A/C y extraer de él la humedad.

Modo de funcionamiento

El refrigerante del A/C penetra en el filtro desecador, atraviesa un elemento seco higroscópico y vuelve a salir del filtro desecador en estado líquido. Su parte superior sirve al mismo tiempo de área de compensación, mientras que la inferior ejerce como depósito de refrigerante, a fin de compensar oscilaciones de presión.

Por su diseño, el filtro desecador solo puede extraer una determinada cantidad de humedad. Entonces el elemento desecador está saturado y no es capaz de aglutinar más humedad.

Consecuencias en caso de avería

Una avería del filtro desecador puede presentar los siguientes síntomas:

- Potencia frigorífica deficiente
- Avería del sistema de climatización

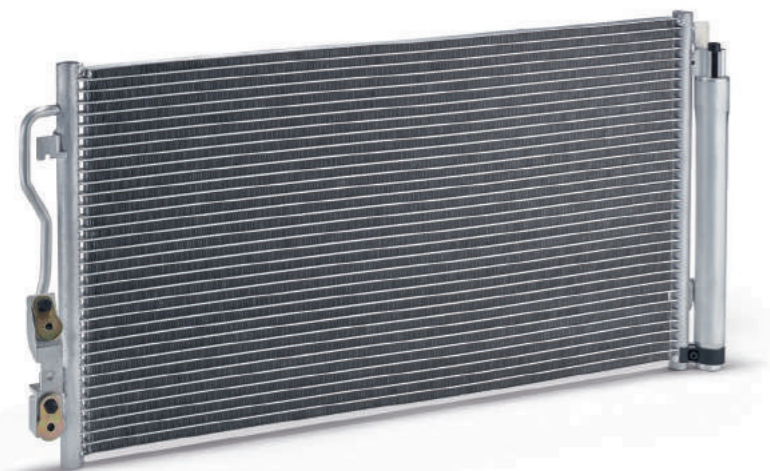
Las causas de la avería del filtro desecador pueden ser:

- Envejecimiento
- Almohadilla del filtro estropeada en el interior
- Fugas en las conexiones o por daños

Búsqueda de fallos

Para la búsqueda de fallos se deben tener en cuenta los siguientes pasos:

- Comprobar los intervalos de mantenimiento (en turismos, cada 2 años)
- Comprobación de la estanquidad/asiento correcto de las conexiones/daños
- Comprobación de las presiones de los lados de alta y baja presión



Debido al lugar especial de montaje, la suciedad o el impacto de piedras pueden causar averías por circunstancias ambientales. Las roturas debido a accidentes con colisión frontal son especialmente frecuentes.



Por esta razón, en turismos normalmente se debe renovar el filtro desecador cada 2 años o cada vez que se abra el circuito de refrigerante del A/C. Un envejecimiento del filtro desecador puede originar defectos considerables en el sistema de climatización. Los filtros desecadores pueden estar integrados en el condensador. No siempre existe la posibilidad de sustituir el filtro desecador por sí solo.

Válvula de estrangulación/expansión

La válvula de expansión es el punto de separación entre las áreas de alta y de baja presión en el circuito de A/C. Está montado delante del evaporador. A fin de alcanzar la potencia frigorífica óptima en el evaporador, la válvula de expansión regula el flujo de refrigerante del A/C en función de la temperatura. De este modo se garantiza una evaporación completa del refrigerante líquido, para que solo llegue al compresor de A/C refrigerante en estado gaseoso. Las válvulas de expansión se distinguen entre sí por su diseño.

Modo de funcionamiento

El refrigerante del A/C líquido que pasa por el filtro desecador procedente del condensador de A/C fluye a través de la válvula de expansión y se inyecta en el evaporador. Debido a la evaporación del refrigerante se libera frío de evaporación. De este modo

se reduce la temperatura. A fin de alcanzar una potencia frigorífica óptima en el evaporador, la válvula de expansión regula el flujo de refrigerante en función de la temperatura. Al final del evaporador, el refrigerante es conducido a través de la válvula de expansión hacia el compresor. Si se incrementa la temperatura del refrigerante al final del evaporador, se dilatará la válvula de expansión. Esto hace que aumente el flujo de refrigerante (volumen inyectado) hacia el evaporador. Si desciende la temperatura del refrigerante al final del evaporador, disminuirá el volumen en la válvula de expansión. Entonces, la válvula de expansión reduce el flujo de refrigerante hacia el evaporador.

Consecuencias en caso de avería

Una válvula de expansión se puede detectar por los siguientes indicios:

- Potencia frigorífica deficiente
- Avería del sistema de climatización

Las averías pueden tener diferentes causas:

- Problemas de temperatura por sobrecalentamiento o congelamiento
- Suciedad en el sistema
- Fugas en componentes o en las tuberías de empalme

Búsqueda de fallos

En caso de funcionamiento defectuoso se deberán realizar los siguientes pasos de comprobación:

- Comprobación visual
- Comprobación acústica
- Comprobar el asiento firme y correcto de las tuberías de empalme
- Comprobar la estanquidad del componente y de las conexiones
- Medición de temperatura en el sistema de tuberías
- Medición de presión con compresor de A/C conectado y motor en marcha



La humedad y la suciedad en el sistema de climatización pueden afectar gravemente a la funcionalidad de válvulas de expansión/estranguladoras y causar anomalías en el funcionamiento. Por eso es importante el mantenimiento regular.



Encontrará el equipamiento de taller de MAHLE Service Solutions necesario para ello a partir de la página 72.

Evaporador

El evaporador sirve para el intercambio de calor entre el aire ambiente y el refrigerante del sistema de climatización.

Modo de funcionamiento

El refrigerante del A/C líquido sometido a alta presión se inyecta en el evaporador a través de la válvula de expansión o estranguladora. El refrigerante se destensa. El frío de evaporación que se genera de esta forma se libera al entorno a través de la gran superficie del evaporador y es conducido por el flujo del soplador al habitáculo del vehículo.

Consecuencias en caso de avería

Un evaporador estropeado presenta los siguientes síntomas:

- Déficit de potencia frigorífica
- Avería del sistema de climatización
- Potencia de soplador deficiente

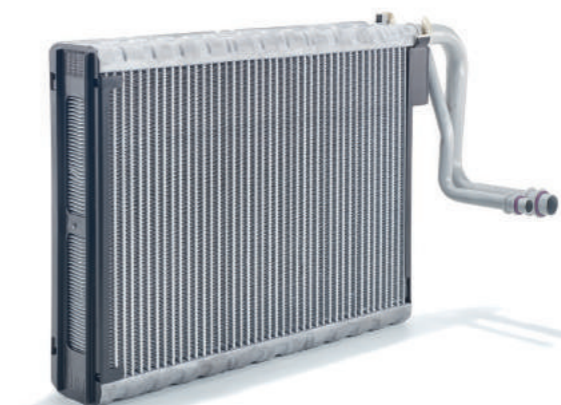
Las causas de la avería del evaporador pueden ser:

- Tuberías del evaporador atascadas
- Evaporador no estanco (en conexiones, por daños)
- Evaporador sucio (caudal de aire interrumpido)

Búsqueda de fallos

Para la búsqueda de fallos conviene tener en cuenta los siguientes pasos:

- Comprobar si el evaporador presenta suciedad
- Comprobar si el evaporador presenta daños
- Comprobar el asiento correcto de las tuberías de empalme
- Prueba de estanquidad
- Medición de presión con compresor de A/C conectado y motor en marcha
- Medición de la temperatura en la tubería de entrada y la salida



En el evaporador se pueden producir defectos debido a problemas de temperatura, suciedad, humedad y un mantenimiento deficiente. Para evitar esto, se debe realizar con regularidad el mantenimiento o la desinfección del sistema de climatización.

Presostatos y sensores

Los presostatos y sensores tienen la misión de proteger el sistema de climatización contra daños por presiones demasiado altas o demasiado bajas. Se distingue entre presostato de baja presión, presostato de alta presión e interruptor trinario. El interruptor trinario contiene el presostato de alta presión y de baja presión, así como un contacto conmutador adicional para el ventilador del condensador.

Modo de funcionamiento

El presostato (interruptor por caída de presión) normalmente está montado en el lado de alta presión del sistema de climatización. En caso de una presión demasiado alta (aprox. entre 26 y 33 bares), desconecta la alimentación de corriente hacia el acoplamiento del compresor de A/C y la vuelve a conectar en caso de caída de presión (aprox. 5 bares). En caso de presión demasiado baja (aprox. 2 bares) también se interrumpe la alimentación de corriente a fin

de evitar daños en el compresor por una lubricación deficiente. El tercer contacto conmutador en el interruptor trinario controla el soplador eléctrico del condensador de A/C para garantizar una condensación óptima del refrigerante del A/C en el condensador.

Consecuencias en caso de avería

Un presostato averiado o defectuoso se puede detectar por los siguientes indicios:

- Déficit de potencia frigorífica
- El sistema de climatización no funciona
- Conexión/desconexión frecuente del acoplamiento del compresor de A/C

Una avería del sistema de climatización puede tener diferentes causas:

- Fallo de contacto en conexiones eléctricas
- Suciedad en el sistema
- Daños en la carcasa por vibración o accidentes

Búsqueda de fallos

Pasos de comprobación para el diagnóstico de fallos:

- Comprobación visual
- Comprobar el asiento correcto de los conectores
- Comprobar si el componente presenta daños
- Medición de presión con compresor de A/C conectado y motor en marcha
- Comprobación del componente desmontado con botella de nitrógeno, manorreductor y multímetro

Ventilador

El ventilador sirve para la ventilación del turismo. Garantiza una buena visibilidad y un agradable ambiente interior, una condición esencial para la seguridad y el confort de viaje.



➤ La avería del ventilador causa un ambiente desagradable en el habitáculo y perjudica la concentración del conductor. Esto constituye una considerable pérdida de seguridad. Además, la falta de ventilación puede dar lugar al empañamiento del parabrisas. Una visibilidad reducida es un gran riesgo para la seguridad.

Ventilador del condensador de A/C

El ventilador del condensador de A/C contribuye a una licuefacción óptima del refrigerante del A/C en cualquier estado operativo del vehículo. Se monta como ventilador adicional o combinado delante o detrás del condensador de A/C o del radiador del motor.



➤ Los ventiladores de condensador de A/C se pueden averiar por daños eléctricos o mecánicos. Por esta razón ya no se licúa lo suficiente el refrigerante del A/C. Se produce la pérdida de potencia del sistema de climatización.



Los presostatos y sensores pueden averiarse debido a problemas de contacto o suciedad. Un mantenimiento regular del sistema previene la avería. La gama se complementa con otros interruptores del sistema de climatización como interruptores de conexión/desconexión.

Reparación y mantenimiento

Instrucciones de seguridad/ manipulación de refrigerantes del A/C

- ¡Use siempre gafas de protección y guantes de protección! En el caso de temperaturas ambiente y presión atmosférica normales, el refrigerante del A/C líquido se evapora tan de repente que, al entrar en contacto con la piel o los ojos, se puede producir el congelamiento del tejido (peligro de ceguera).
- Si se ha producido el contacto, las partes afectadas se deben lavar con abundante agua fría. No frotar. ¡Avisar a un médico de inmediato!
- Al trabajar en el circuito de refrigerante del A/C, el puesto de trabajo debe estar bien ventilado. En caso de respirar altas concentraciones de gas refrigerante existe peligro de mareo y asfixia. Los trabajos en el circuito de refrigerante del A/C no se deben efectuar desde fosos. Puesto que el gas refrigerante es más pesado que el aire, pueden acumularse en ellos grandes concentraciones.
- ¡No fumar! El refrigerante del A/C puede descomponerse en sustancias tóxicas debido a la brasa del cigarrillo.
- No deje que el refrigerante entre en contacto con llamas abiertas o metal caliente. Se pueden generar gases tóxicos.
- Bajo ningún concepto se debe liberar refrigerante del A/C a la atmósfera. Si se abre el depósito de refrigerante o el sistema de climatización, el contenido se escapará a alta presión. El nivel de la presión depende de la temperatura. Cuanto más alta sea la temperatura, mayor será la presión.

- Evite cualquier efecto de calor sobre los componentes del sistema de climatización. Los vehículos no deben calentarse a más de 75 °C (horno de secado) después de los trabajos de pintura. De lo contrario, el sistema de climatización se deberá vaciar antes.
- Al desmontar las mangueras de servicio del vehículo, las bocas no se deben orientar hacia el propio cuerpo. Todavía pueden salir restos de refrigerante.
- Al limpiar el vehículo, el chorro de vapor no debe estar dirigido directamente sobre las piezas del sistema de climatización.
- Nunca se deberá modificar el ajuste de fábrica del tornillo regulador en la válvula de expansión.

Instrucciones de desmontaje y montaje

Sistema de climatización

Antes de desmontar o montar una pieza de recambio, es necesario comprobar si son idénticas las conexiones, las fijaciones y otras características relevantes para el montaje.

Al cambiar componentes siempre se deberán usar juntas tóricas nuevas, apropiadas para el refrigerante del A/C.

El aceite para compresor de A/C tiene un potente efecto higroscópico. Por eso, el sistema debe mantenerse lo más cerrado posible o llenar el aceite justo antes de cerrar el circuito de refrigerante del A/C.

Antes del montaje, las juntas tóricas y las demás juntas se deberán engrasar con aceite de refrigerante del A/C o lubricantes espe-

ciales a fin de facilitar el montaje. Para ello no se deben utilizar otras grasas o spray de silicona ya que, de lo contrario, el nuevo refrigerante se contamina enseguida.

Cada vez que se abre el circuito de refrigerante del A/C es necesario renovar el filtro desecador debido a su potente efecto higroscópico. Si no se renueva regularmente el filtro desecador o acumulador puede ocurrir que la almohadilla de filtrado se descomponga y las partículas de silicato se distribuyan por todo el sistema y causen daños graves.

Nunca se deben dejar abiertas durante un tiempo prolongado las conexiones del sistema, sino que se deben tapar de inmediato con capuchones o tapones. De lo contrario, junto con el aire penetrará humedad en el sistema.

Para que no se dañen las tuberías de empalme o componentes, al soltar y al fijar las conexiones siempre se deberá trabajar con dos llaves.

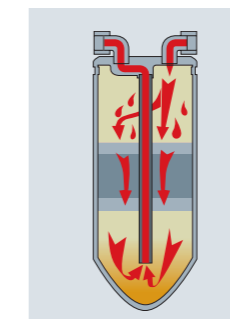
Al instalar mangueras y cables es necesario comprobar que estos no puedan sufrir daños debido a cantos del vehículo u otros componentes móviles.

Al sustituir un componente del sistema de climatización, se deberá comprobar la cantidad correcta de aceite del sistema. En su caso, se deberá rellenar o vaciar aceite.

Antes de volver a llenar el sistema, se deberá comprobar la estanquidad. A continuación se deberá evacuar el sistema lo suficiente (aprox. 30 minutos) para asegurar que se ha eliminado por completo la humedad.



Los trabajos en los sistemas de climatización solo deberán ser realizados por personal técnico cualificado (certificado de cualificación). Se deberán observar los reglamentos de la UE pertinentes (307/2008, 517/2014, 2006/40).



Filtro desecador



Manómetro



Detector de fugas electrónico



Aceite PAO 68



Después de llenar la cantidad de refrigerante del A/C prescrita por el fabricante automovilístico, se deberá comprobar el funcionamiento y la estanquidad correctas (detector de fugas electrónico) del sistema. Al mismo tiempo se deberán observar los valores de alta y baja presión mediante manómetros y compararse con los valores prescritos. Compare la temperatura del flujo de salida en la boquilla central con los valores prescritos por el fabricante.

Después de cerrar las conexiones de mantenimiento con las caperuzas protectoras, se deberá indicar la fecha de mantenimiento con una pegatina en el soporte transversal delantero colocando una etiqueta de servicio técnico.

Indicaciones para el montaje de compresores de A/C

Asegúrese de que se han eliminado del circuito de refrigerante del A/C toda la suciedad y las partículas extrañas. Para ello es necesario lavar el sistema antes de montar el nuevo compresor de A/C. Para dicho lavado se pueden usar, en función del grado de suciedad, los refrigerantes del A/C R134a y R1234yf o bien una solución de lavado especial. Los compresores de A/C, los filtros desecadores (acumuladores) y las válvulas de expansión o estrangulación no se pueden lavar. Si existe un defecto en el compresor, se debe presuponer un ensuciamiento del sistema (abrasión, virutas) o al menos no se puede descartar, por lo que es absolutamente imprescindible el lavado del sistema al sustituir dicho componente. Asegúrese de que no queden restos de solución de lavado en el sistema. Seque el circuito de refrigerante del A/C, en su caso, con nitrógeno.

Sustituya el filtro desecador o acumulador y la válvula de expansión o estranguladora (termostática).

Puesto que un mismo compresor de A/C se puede usar para distintos vehículos o sistemas, es imprescindible comprobar la cantidad de llenado y la viscosidad del aceite antes del montaje del compresor y, si procede, corregirlas en función de los datos del fabricante. Para ello es necesario vaciar y recoger todo el aceite. A continuación, el compresor se deberá llenar de nuevo con toda la cantidad de aceite especificada por el fabricante del vehículo (cantidad de aceite del sistema).



➤ Encontrará todos los productos representados en las ilustraciones y mucho más en la gama de MAHLE o de MAHLE Service Solutions.

El vaciado y llenado del aceite se efectúa a través del tornillo de purga de aceite previsto para ello. Si el compresor de A/C carece de dicho tornillo, el aceite se vacía a través de las conexiones de alta y baja presión y se llena a través de la conexión de baja presión. Para ello, el árbol del compresor se deberá girar varias veces.

Para que el aceite se distribuya uniformemente, hay que girar el compresor a mano 10 veces antes del montaje. Durante el montaje de la correa de accionamiento se debe prestar atención a que esta esté a ras. Algunos compresores de A/C están diseñados para las denominadas «aplicaciones múltiples». Esto significa que se pueden montar en distintos vehículos. Excepto por el número de ranuras del acoplamiento magnético, hay una coincidencia del cien por cien con la «pieza antigua».

Después del montaje del compresor de A/C y el nuevo llenado del circuito de refrigerante del A/C, primero se debe arrancar el motor y dejar que funcione unos minutos al ralentí.

Se deberán tener en cuenta las demás especificaciones (folletos, instrucciones del fabricante, instrucciones de llenado).

➤ En los compresores de A/C Denso 5SE/5SL y Hanon VS16 no se puede vaciar el aceite debido a su diseño. Estos se han llenado previamente con la cantidad de aceite necesaria para el sistema. Tenga en cuenta las indicaciones específicas de producto y montaje.

Diagnóstico de fallos

Comprobación de la potencia frigorífica

Además de las herramientas especiales y de verificación, el taller también necesitará los conocimientos adecuados que se adquieren p. ej. mediante cursillos de formación. Esto se refiere en particular a los sistemas de climatización. Debido a la variedad de sistemas, el presente manual solo puede servir de guía orientativa.



Es especialmente importante la valoración correcta del indicador del manómetro. Algunos ejemplos:

Sistemas de climatización con válvula de expansión			
Baja presión	Alta presión	Temperatura de salida en la boquilla central	Posibles causas
Alta	Alta	Más alta, hasta la temperatura ambiente	Motor sobrecalentado, condensador sucio, ventilador del condensador defectuoso, sentido de giro erróneo, llenado excesivo del sistema
Entre normal y baja, por momentos	Alta, por momentos	Más alta, con posibles oscilaciones	Válvula de expansión atascada, cerrada por momentos
Normal	Alta	Levemente más alta	Filtro desecador envejecido, condensador sucio
Alta	Entre normal y alta	Más alta, según estrangulamiento	Estrechamiento de la línea del compresor de A/C a la válvula de expansión
Normal	Normal	Más alta	Exceso de aceite de refrigerante en el sistema
Normal, pero irregular	Normal, pero irregular	Más alta	Humedad en el sistema, válvula de expansión estropeada
Oscilante	Oscilante	Oscilante	Válvula de expansión o compresor de A/C defectuoso
Entre normal y baja	Entre normal y baja	Más alta	Evaporador sucio, déficit de refrigerante del A/C
Alta	Baja	Más alta, casi hasta la temperatura ambiente	Válvula de expansión atascada, abierta; Compresor de A/C estropeado
Baja	Baja	Más alta, hasta la temperatura ambiente	Déficit de refrigerante del A/C
Baja presión y alta presión iguales	Baja presión y alta presión iguales	Temperatura ambiente	Déficit de refrigerante del A/C, compresor de A/C estropeado, fallo en la instalación eléctrica

Sistema de climatización con válvula estranguladora/termostática			
Baja presión	Alta presión	Temperatura de salida en la boquilla central	Posibles causas
Alta	Alta	Más alta, hasta la temperatura ambiente	Motor sobrecalentado, condensador de A/C sucio, ventilador de condensador de A/C estropeado o sentido de giro erróneo, exceso de llenado del sistema
Entre normal y alta	Alta	Más alta	Exceso de llenado del sistema, condensador de A/C sucio
Normal	Entre normal y alta	Oscilante	Humedad en el sistema, válvula estranguladora obstruida temporalmente
Alta	Normal	Más alta	Válvula estranguladora estropeada (sección)
Normal	Normal	Más alta	Exceso de aceite de refrigerante en el sistema
Entre normal y baja	Entre normal y baja	Más alta	Déficit de refrigerante del A/C
Baja presión y alta presión iguales	Baja presión y alta presión iguales	Temperatura ambiente	Déficit de refrigerante del A/C, compresor de A/C estropeado, fallo en la instalación eléctrica

Sinopsis e indicaciones importantes

Cuestiones generales

El compresor de A/C suele ser accionado por el motor del vehículo a través de una correa trapezoidal o en V. Comprime y transporta el refrigerante en el sistema. Hay diversos tipos de compresor de A/C.

Modo de funcionamiento

El refrigerante del A/C se aspira en estado gaseoso a baja presión y baja temperatura procedente del evaporador, se comprime y a continuación se conduce al condensador de A/C a alta temperatura y alta presión en estado gaseoso.

Consecuencias en caso de avería

Un compresor de A/C defectuoso o averiado se puede detectar por los siguientes indicios:

- Fugas
- Ruido
- Potencia frigorífica defectuosa o nula
- Código de error en el dispositivo de mando de climatización o en la unidad de mando central/del motor

Las averías pueden producirse por distintos motivos:

- Daños en los cojinetes por un dispositivo tensor averiado o por desgaste
- Fugas en el árbol del compresor o en la carcasa
- Daños mecánicos en la carcasa del compresor
- Contactos (conexiones eléctricas)
- Electroválvula reguladora

- Déficit de aceite para refrigerante frigorígeno
- Déficit de refrigerante del A/C
- Materiales sólidos (p. ej. virutas)
- Humedad (corrosión, etc.)
- Elementos tensores o grupos periféricos defectuosos

Búsqueda de fallos

Test de funcionamiento y medición de la presión del sistema:

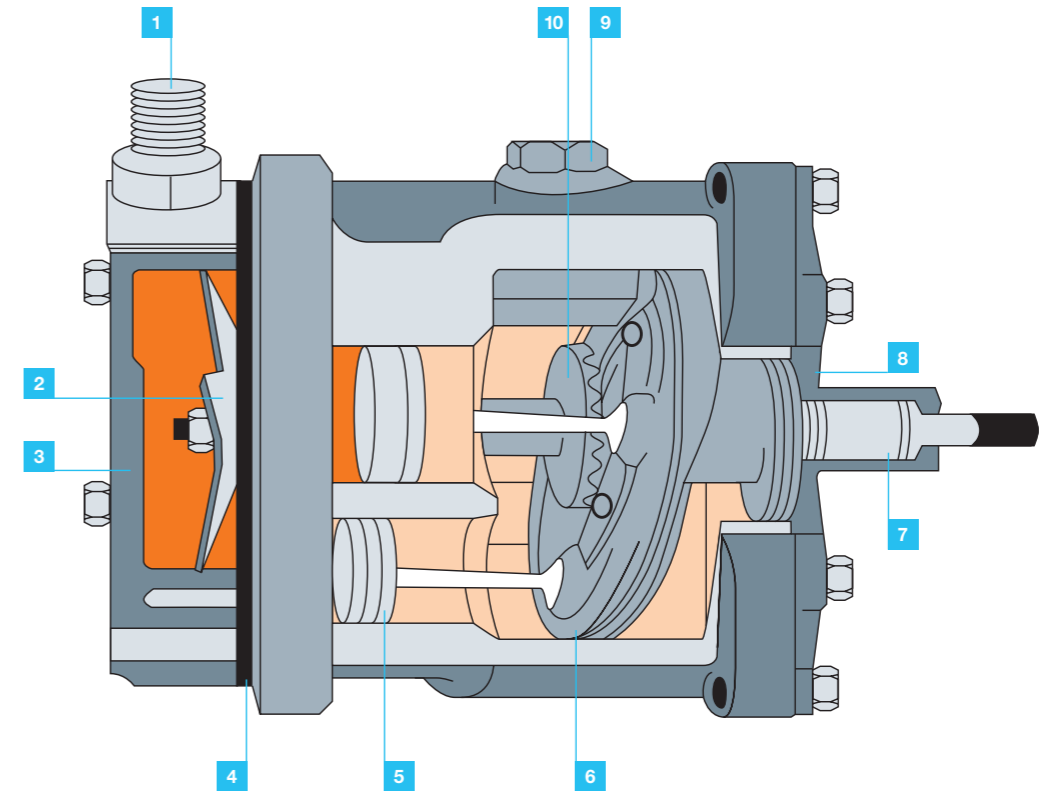
- ¿Se enciende el compresor de A/C? ¿Está firmemente sujeto el conector? ¿Hay tensión?
- Comprobar la electroválvula reguladora y el control
- Comprobar si la correa de transmisión está bien colocada y tensada y si presenta daños
- Comprobación visual de la existencia de fugas
- Comprobar el asiento firme de los conductos de refrigerante
- Comparar las presiones de los lados de alta y baja presión
- Leer la memoria de fallos

Programa de verificación automática de la potencia frigorífica y diagnóstico de fallos

Los equipos ACX 320, ACX 350, ACX 380 y ACX 420, ACX 450 y ACX 480 de MAHLE disponen de un programa de verificación totalmente automático. Si la prueba indica «No OK», el equipo proporciona en su pantalla instrucciones sobre los pasos necesarios a seguir.

Para más información, véase a partir de la página 72, Equipamiento de taller.

Sección del compresor de A/C

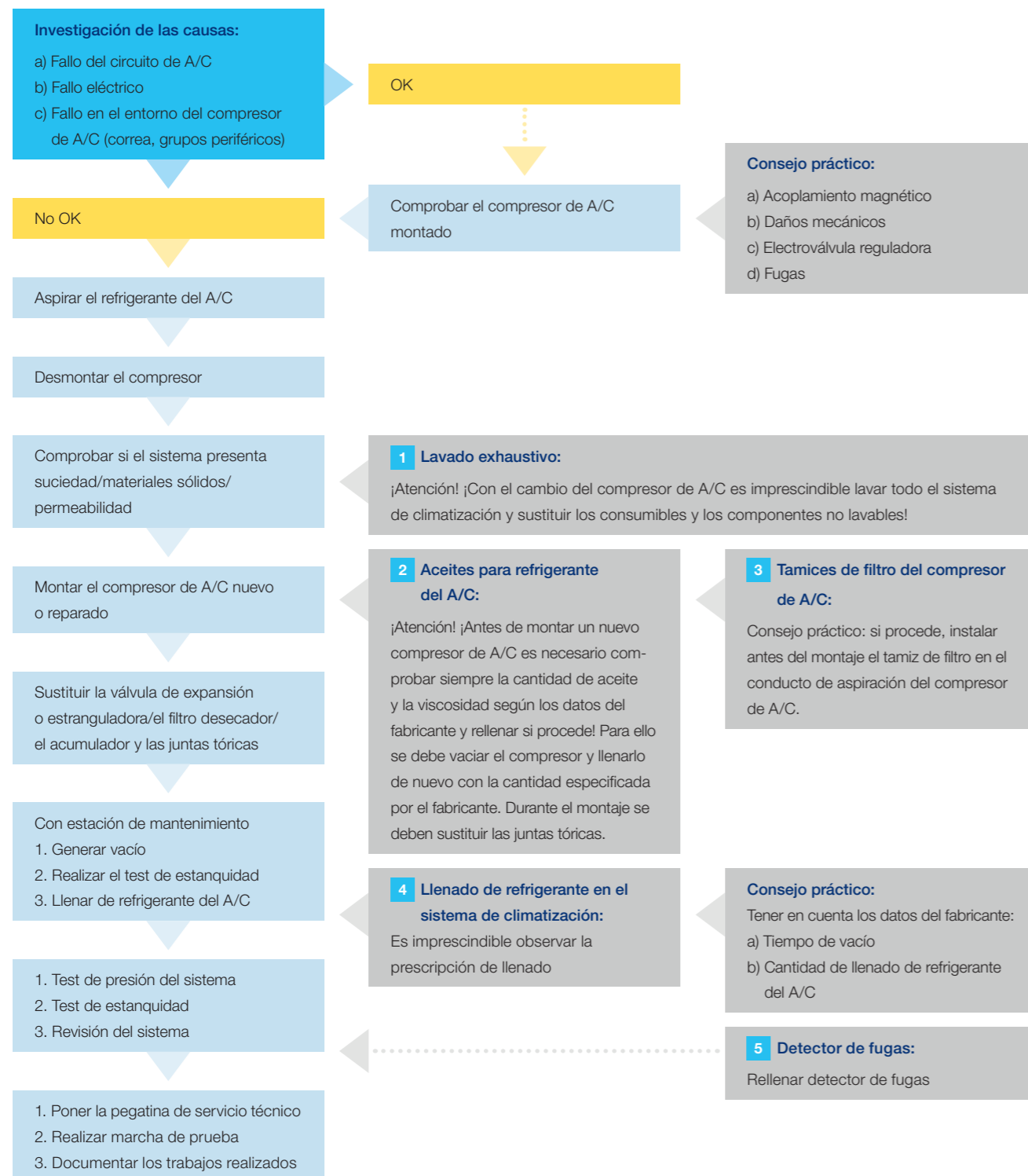


- | | | | |
|---|----------------------------------|----|-----------------|
| 1 | Conexiones atornilladas | 6 | Plato cíclico |
| 2 | Válvula de presión de aspiración | 7 | Eje mando |
| 3 | Junta de culata | 8 | Carcasa |
| 4 | Junta | 9 | Tapa del aceite |
| 5 | Pistones | 10 | Rueda dentada |

Ejemplo mostrado: compresor de A/C de pistón

Proceso de trabajo para el análisis de fallos y la sustitución

¿Está estropeado el compresor de A/C?



1 Lavado exhaustivo

Las partículas de suciedad en el circuito de climatización solo se pueden eliminar realizando un lavado exhaustivo de todo el sistema. Para dicho lavado se pueden usar, en función del grado de suciedad, los refrigerantes R134a y R1234yf o bien una solución de lavado especial. Los compresores de A/C, los filtros desecadores (acumuladores) y las válvulas de expansión o estrangulación no se pueden lavar. Si existe un defecto en el compresor, se debe presuponer un ensuciamiento del sistema (abrasión, virutas) o al menos no se puede descartar, por lo que es absolutamente imprescindible el lavado del sistema al sustituir dicho componente.

2 Aceites para refrigerante del A/C

Se deberán observar los datos del fabricante y el folleto, además de la viscosidad.

2.1 Distribución de la cantidad de aceite

En todos los componentes del sistema de climatización hay aceite para refrigerante del A/C. En caso de una reparación, el aceite se elimina junto con el componente sustituido. Por ello, es imprescindible rellenar de nuevo la cantidad correspondiente de aceite. En el gráfico inferior se representa la distribución media de las cantidades de aceite dentro del sistema.

2.2 Tener en cuenta la especificación y la cantidad de aceite

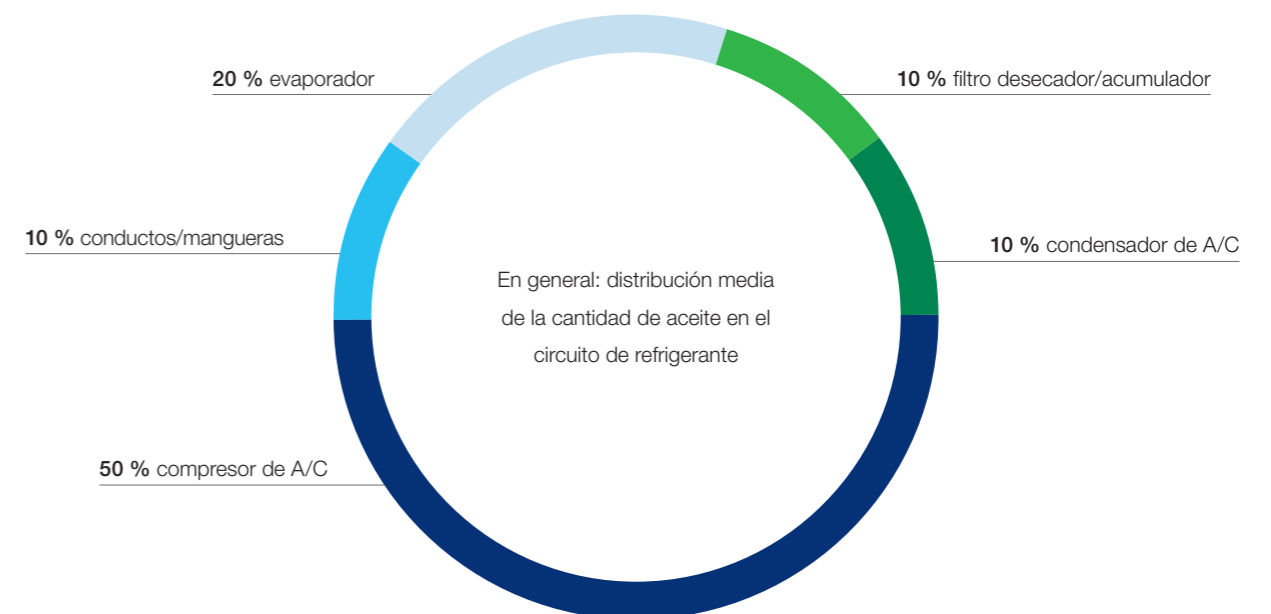
Antes de montar un nuevo compresor de A/C o bien al rellenar aceite para refrigerante, siempre se deberán tener en cuenta la cantidad de aceite y la viscosidad según las indicaciones del fabricante del vehículo.

2.3 La cantidad de aceite del sistema le corresponde al compresor de A/C

Puesto que un mismo compresor de A/C se puede usar para distintos vehículos o sistemas, es imprescindible comprobar la cantidad de llenado de aceite antes del montaje del compresor y, si procede, corregirla. Para ello es necesario vaciar y recoger todo el aceite. A continuación, el compresor se deberá llenar de nuevo con toda la cantidad de aceite especificada por el fabricante del vehículo (cantidad de aceite del sistema). Para que el aceite se distribuya uniformemente, hay que girar el compresor a mano 10 veces antes del montaje. Se deberán observar especialmente las indicaciones específicas del fabricante del vehículo.

3 Tamices de filtro del compresor de A/C

En principio, al cambiar el compresor de A/C hay que lavar cualquier sistema de climatización para eliminar las impurezas y las partículas extrañas. Si a pesar del lavado sigue habiendo impurezas en el circuito, el uso de tamices de filtro en el conducto de aspiración puede servir para evitar daños.



4 Llenado de refrigerante en el sistema de climatización

Prescripción de llenado para el compresor de A/C:

- En principio, el refrigerante del A/C solo se debe llenar a través de la estación de mantenimiento de la climatización mediante la conexión de mantenimiento por el lado de alta presión, a fin de evitar golpes de refrigerante en el compresor de A/C.
- Solo se puede usar el refrigerante correspondiente en la cantidad y con la especificación prescritas por el fabricante del vehículo.
- Ajustar la distribución de aire en la posición «Toberas centrales» y abrir todas las toberas centrales.
- Ajustar el interruptor del ventilador de aire fresco en el nivel medio.
- Ajustar la selección de temperatura a la potencia frigorífica máxima.
- Encender el motor (sin poner en funcionamiento la climatización) y dejar funcionar al ralentí al menos 2 minutos sin interrupción.
- Conectar el sistema de climatización al ralentí durante unos 10 segundos; apagar el sistema de climatización durante unos 10 segundos. Repetir este proceso al menos 5 veces.
- Realizar una revisión del sistema.

5 Detector de fugas

Los daños en el compresor de A/C también se deben a la falta de refrigerante del A/C. Por este motivo se recomienda realizar periódicamente un mantenimiento de la climatización y, si procede, incorporar contraste al sistema. Existen distintos métodos para ello. Documente el uso de contraste en el vehículo. Así se evita un llenado excesivo que, en casos extremos, puede provocar daños en el compresor.

➤ Encontrará el equipamiento de taller de MAHLE Service Solutions necesario para ello a partir de la página 72.



Atención

Siempre se deberán sustituir todas las juntas tóricas y humedecerlas con aceite para refrigerante del A/C antes del montaje. Antes de montar un nuevo compresor de A/C es necesario comprobar siempre la cantidad de aceite y la viscosidad según los datos del fabricante y rellenar si procede. ¡Con el cambio del compresor de A/C es imprescindible lavar todo el sistema de climatización y sustituir los consumibles y los componentes no lavables!



Daños en el compresor de A/C

El sistema de climatización ha dejado de funcionar después de eliminarse una fuga o después del mantenimiento del sistema.

Caso

Después de cambiar componentes del sistema de climatización o después de un mantenimiento normal del sistema ocurre con frecuencia que este ya no funciona correctamente justo después de los trabajos realizados o al cabo de poco tiempo.

¿De qué se queja el cliente?

Los vehículos llegan al taller con la indicación del cliente «El sistema de climatización ya no refrigera correctamente» o «El sistema de climatización ya no refrigera en absoluto».

¿Qué hace el taller?

En estos casos normalmente se comprueba primero la cantidad de llenado de refrigerante del A/C. Se suele constatar que la cantidad de refrigerante en el sistema es insuficiente. Según el tipo de sistema, es posible que se escape del sistema hasta un 10 % del refrigerante en un año. Sin embargo, antes de llenar el sistema de nuevo con refrigerante hay que determinar si el déficit de refrigerante se ha producido debido a una «pérdida natural» o a una fuga. Si hay sospecha de fugas, no se debe llenar de nuevo el sistema con refrigerante del

A/C sin más. Antes se debe efectuar una detección de fugas, p. ej. llenando el sistema de climatización con gas de formación y con un detector de fugas electrónico. En función del resultado se sustituirá un componente no estanco (ilustración 1) del circuito de refrigerante o solo se renovará el elemento del filtro desecador. A continuación, el sistema se evacuará conforme a lo prescrito y se llenará con refrigerante y aceite para compresor de A/C siguiendo las instrucciones del fabricante.

Si el sistema de climatización se vuelve a poner en funcionamiento puede ocurrir que el compresor de A/C ya no dé potencia. Si se observan los valores de presión actuales en la estación de servicio, se constata que los valores en el lado de alta y baja presión son casi idénticos (ilustración 2). Esto permite sospechar que el circuito de refrigerante del A/C no tiene el suficiente flujo de entrada, p. ej. en la válvula de expansión, o que el compresor de A/C está estropeado. Curiosamente también existen casos en los que los valores de alta y baja presión en la comprobación de entrada del sistema de climatización se encuentran en un rango normal, solo la cantidad de refrigerante es insuficiente y los problemas no aparecen hasta después del rellenado prescriptivo. Debido a la evacuación y el rellenado pueden soltarse partículas de suciedad o abrasión metálica y depositarse en la válvula reguladora (ilustración 3) del compresor de A/C o en la válvula de expansión o estrangulación (ilustración 4) y causar así fallos, sobre todo si el filtro desecador está envejecido o si no había suficiente cantidad de refrigerante en el sistema.

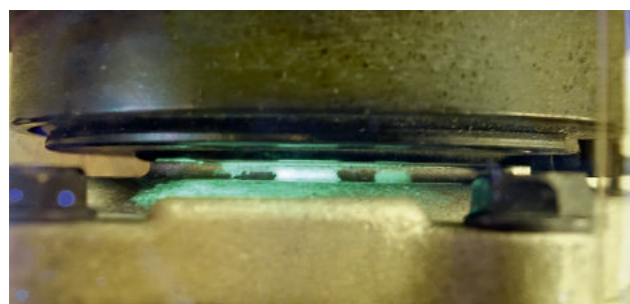


Ilustración 1



Ilustración 2

¿Qué se debe hacer?

En caso de problemas es necesario desmontar el compresor de A/C y evacuar el aceite. Si se detecta una «coloración grisácea» (al usar un contraste gris-verde o gris-amarillo) del aceite en el que también se encuentran las partículas metálicas finas (ilustración 5), el circuito de refrigerante se deberá lavar debidamente a causa de las partículas extrañas, sustituir la válvula de expansión y el filtro desecador, así como evacuar de nuevo el circuito según lo prescrito y volver a llenar con refrigerante del A/C y aceite. A continuación, el sistema debería volver a funcionar sin problemas.

¿Está el cliente suficientemente informado?

Puesto que el taller le ha presentado previamente al cliente solo un presupuesto de la detección de la fuga y, en su caso, la sustitución de los componentes no estancos o de un mero mantenimiento del sistema, se verán en dificultades a la hora de argumentar ante el cliente. Este a menudo no está dispuesto a asumir los considerables costes adicionales del cambio del compresor de A/C y del lavado. Por eso es especialmente importante una conversación detallada con el cliente en la que se aborden la situación técnica y los riesgos.

¿Dónde está la causa de la avería del compresor de A/C?

El compresor de A/C contiene los únicos componentes móviles del circuito de refrigerante del A/C y por tanto debe llenarse con la cantidad suficiente de aceite. Otra función del aceite en el circuito de refrigerante del A/C es la refrigeración del compresor para evitar su sobrecalentamiento. Si un compresor de A/C funciona



Ilustración 3



Ilustración 4



Ilustración 5

durante un tiempo prolongado con una cantidad demasiado baja de refrigerante (p. ej. debido a una fuga), se producirán una disipación de calor y una lubricación insuficientes de los componentes del compresor, porque el aceite se debe transportar a través del sistema de climatización junto con el refrigerante. Debido a la sobresolicitación de los componentes del compresor se forma una abrasión metálica en dichas piezas que puede provocar que se obstruya en parte o por completo la válvula reguladora que se encuentra en el interior. El bloqueo de la válvula reguladora impide el funcionamiento correcto del compresor de A/C. El daño solo se puede solventar mediante la sustitución profesional del compresor, lo cual también incluye el lavado del sistema. Por cierto, una lubricación deficiente causa daños en todos los tipos de compresor. Sin embargo, los compresores de A/C regulados por potencia reaccionan de manera especialmente sensible a un déficit de refrigerante del A/C o aceite.

Instrucciones para el taller y el cliente de la reparación

En el caso de que el cliente traiga al taller un vehículo para su reparación debido a una potencia frigorífica insuficiente, se debe indicar la posible necesidad de sustituir el compresor de A/C. Esto se debe a que pueden haberse producido daños previos debido a un posible déficit de refrigerante del A/C y, por tanto, a la consecuente falta de lubricación. En caso de duda, siempre se debe desmontar el compresor de A/C y, si el aceite se ha ensuciado, se debe lavar el sistema antes de sustituir el compresor. Si el cliente deseara otra forma de proceder, resultará ventajoso para el taller indicar esto en la factura o hacer que el cliente lo confirme por escrito.

Ruido

Instrucciones para la búsqueda de fallos en caso de ruidos y para la sustitución del compresor de A/C

A la hora de buscar fallos por fuentes de ruido y antes de cualquier sustitución del compresor, se deberán tener en cuenta las siguientes indicaciones:

- Compruebe todos los estribos de soporte y puntos de fijación por si presentan roturas o grietas, así como la posible ausencia de pernos o tuercas. Cada vibración que se produzca por esta causa puede dar lugar a ruidos excesivos en el compresor. Preste atención a si los ruidos cambian cuando se aplica fuerza, p. ej. con una palanca de montaje, sobre los estribos de soporte o puntos de fijación (ilustración 1). Si se produce un cambio, es probable que no sea el compresor el que genera los ruidos.
- Revise las mangueras y tuberías para determinar si las vibraciones del motor o el refrigerante del A/C pulsante alcanzan el habitáculo del vehículo. Para ello, sujételas con la mano y preste atención a si se producen cambios en los ruidos (ilustración 2).

- Compruebe la marcha suave, el juego y la alineación de la correa trapezoidal, el dispositivo tensor, las poleas tensoras, la rueda libre del alternador y las poleas de correa. Unas tolerancias excesivas debido a piezas desgastadas pueden causar ruidos.
- Una alta presión excesiva (ilustración 3) puede originar ruidos inusuales en el compresor. Si la conexión de mantenimiento de alta presión se encuentra detrás de una obstrucción en el sistema, la alta presión real puede ser superior a la indicada en el manómetro. Para diagnosticar un problema de este tipo resulta de gran ayuda medir las temperaturas en el condensador de A/C.
- El exceso de refrigerante o un refrigerante sucio causan una alta presión excesiva que puede provocar a su vez ruidos en el compresor. Lo mismo es aplicable al refrigerante del A/C con una proporción demasiado elevada de gases no condensables (aire).

- El condensador de A/C también puede considerarse como causa de ruidos inusuales. Si el flujo de aire a través del condensador es insuficiente, no será posible condensar suficientemente el refrigerante y la alta presión se incrementará en exceso. Esto puede causar ruidos inusuales. Por eso, compruebe si el ventilador o ventiladores impelen suficiente aire a través del condensador. Compruebe también la posible suciedad de las aletas del condensador y del radiador (ilustración 4).
- Con frecuencia, los ruidos también pueden estar causados por válvulas de expansión (ilustración 5) o válvulas estranguladoras sucias. Esta suciedad puede proceder p. ej. de abrasión metálica. Esto reduce el flujo de refrigerante del A/C y se produce una alta presión excesiva. Por ejemplo, las válvulas de expansión «defectuosas» pueden generar diversos ruidos de traqueteo, silbidos o resonancias que también son perceptibles en el habitáculo.



Ilustración 1



Ilustración 2



Ilustración 3



Ilustración 4



Ilustración 5

Compresores de A/C sin acoplamiento magnético

Cuestiones generales

Desde hace algunos años se emplean compresores de A/C variables, con control externo y sin acoplamiento. Todos los fabricantes importantes de compresores de A/C emplean los tipos básicos más diversos. Los modelos más habituales en el mercado incluyen: Denso con los modelos 6SEU y 7SEU; Sanden con los modelos PxE 13 y PxE 16. MAHLE también está representada por la serie CVC7, que es muy similar al tipo de compresor de A/C V5. Casi todos los fabricantes automovilísticos utilizan esta generación de compresores de A/C. «Control externo» significa que la cilindrada del compresor de A/C se determina a través de una válvula reguladora integrada, controlada por el dispositivo de mando de climatización en función de los parámetros de sistema más diversos, como la temperatura exterior/deseada, la alta o baja presión, el número de revoluciones y la carga del motor. «Sin acoplamiento» significa que el compresor de A/C ya no cuenta con un acoplamiento electromagnético. Es decir, que el compresor es accionado permanentemente por la polea y también funciona cuando el sistema de climatización está apagado. No obstante, la potencia se reduce a un porcentaje mínimo.

Funcionamiento

La unidad de polea del compresor se compone, por ejemplo, de un disco de arrastre y de la polea propiamente dicha (plano). El disco de arrastre se compone de un elemento de caucho y establece la comunicación entre la polea y el árbol del compresor de A/C. Por un lado actúa como amortiguador de vibraciones y además protege el compresor, o los demás grupos accionados, contra la sobrecarga y los daños. Si por ejemplo se bloqueara el compresor, en la zona del elemento de caucho aumentarían considerablemente las fuerzas de transmisión entre la polea y el disco de arrastre.

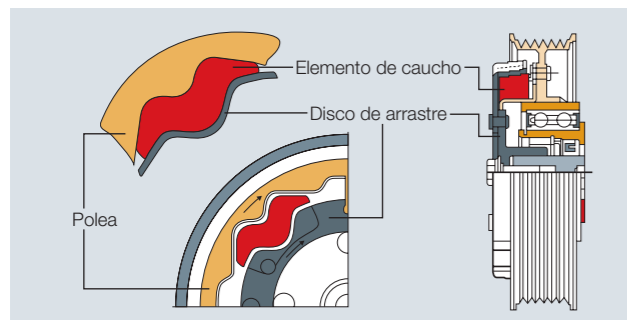
En función del fabricante o del tipo de compresor de A/C, la comunicación se interrumpe debido a la deformación del elemento de caucho o la activación de la «protección contra sobrecarga». Entonces la correa solo marcha en vacío. De este modo se previene un daño de la correa y de otros grupos accionados por la correa.

La válvula reguladora (ilustración 1) se encuentra en el compresor de A/C y recibe sus señales moduladas por amplitud de impulsos (PWM) del dispositivo de mando de climatización. La corriente que el dispositivo de control conduce hacia la válvula reguladora y en último extremo determina la potencia del compresor se puede indicar con la ayuda de un equipo de diagnóstico como bloque de mediciones. Los compresores de A/C sin acoplamiento cuentan también con una válvula de seguridad (ilustración 2) que debe proteger el compresor y los demás componentes del sistema contra un exceso de presión. La válvula se suele activar a una presión de entre 35 y 45 bares (en función del fabricante del compresor). La válvula solo se abre hasta que se haya reducido la sobrepresión. Después se vuelve a cerrar, para no emitir toda la cantidad de refrigerante del A/C al ambiente. Si la membrana de la válvula está dañada, se puede presuponer que la válvula se ha «activado».

Diagnóstico

Las poleas y los elementos de caucho dimensionados como «protección contra sobrecarga» presentan diferentes diseños en función del modelo de compresor. La formas de comprobar si se ha activado la «protección contra sobrecarga» varían entre un tipo y otro:

1. En la parte interna de la correa se pueden ver partículas abrasivas de caucho (ilustración 3). El árbol del compresor de A/C ha dejado de accionarse. Si el compresor de A/C se puede girar con facilidad es posible sustituir la correa o el elemento de caucho.
2. La protección contra sobrecarga ha activado el disco de arrastre (ilustración 4). El disco de arrastre y el elemento de caucho se pueden sustituir por separado. Requisito: que el compresor de A/C se pueda girar fácilmente.
3. Un limitador de par motor activado no siempre se detecta a simple vista. Para comprobar si se ha activado el limitador es necesario sujetar el árbol del compresor de A/C con una herramienta apropiada (ilustración 5) y, al mismo tiempo, girar la polea hacia la izquierda. Si la polea se puede girar hacia la izquierda, el limitador se ha activado, y es necesario sustituir el compresor. En los modelos de compresor de A/C Sanden PxE 13 y PxE 16 no es posible sustituir el limitador de par motor.



Ejemplo de funcionamiento

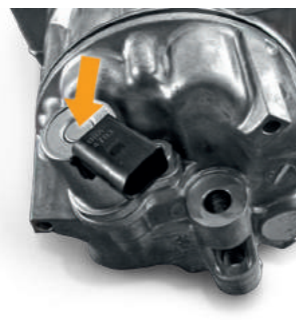


Ilustración 1



Ilustración 2



Ilustración 3

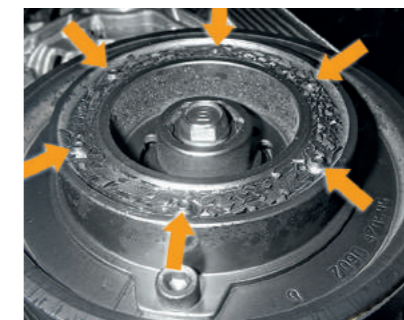


Ilustración 4



Ilustración 5

La corriente máxima que fluye desde la unidad de control a la válvula reguladora es, por ejemplo en el Audi A3, de aprox. 0,65 A con el ajuste de temperatura más bajo. En este caso, el compresor de A/C también alcanza su máxima potencia. El flujo medio de corriente en régimen normal es de 0,3 A. Sin embargo, la problemática en automóviles nuevos radica en que muchos equipos de pruebas aún no permiten efectuar un diagnóstico fuera del ámbito de la gestión térmica del motor. En este caso es ideal el empleo de un osciloscopio. Con la ayuda de unas puntas de comprobación adecuadas se puede registrar la señal PWM en la conexión de enchufe del compresor de A/C. Para ello conviene ajustar el osciloscopio a 5 V/div y 0,5 ms/div. Ahora, con el motor en marcha, se pueden visualizar en la pantalla del osciloscopio los diferentes modos de servicio. Con el ajuste de temperatura más bajo («Low») aparece una señal rectangular con un ciclo de trabajo de aprox. el 75 % (ilustración 7). El ciclo de trabajo resulta de la relación entre la amplitud de impulso -B- y la distancia entre señales -C- (en este caso 75 % de duración de la conexión, 25 % de duración de la desconexión).

Al mismo tiempo, con la ayuda de las divisiones de voltios (A = 5 V) se puede leer la tensión de a bordo (aprox. 13,5 V). El valor de tensión indicado en forma de cifra (9,8 V) solo es un valor medio. La amplitud de impulso depende de la potencia frigorífica deseada y de la tensión de a bordo. A lo largo del recorrido de la zona -B- se «regula» la corriente desde la unidad de control hasta la válvula reguladora. En función del ajuste de la unidad de mando y las influencias del entorno (p. ej. la temperatura exterior) se modifica la amplitud del

impulso de la señal rectangular o se controla la válvula reguladora de forma que se genere la potencia necesaria del compresor de A/C para alcanzar la temperatura deseada. La ilustración 8 muestra cómo se regula a la baja el compresor de A/C con el ajuste de temperatura alta «High». La ilustración 9 se tomó en el modo «Econ» (compresor de A/C apagado) y no muestra ninguna señal. Este método permite determinar hasta qué punto la unidad de control cambia la señal. Si se produce una variación plausible de las señales pero no varía la temperatura de expulsión ni hay una reducción de la temperatura del habitáculo, es posible que exista un defecto en el compresor de A/C.

Además, en el mercado existen equipos de diagnóstico con los que es posible generar una señal PWM con unas duraciones de impulso diferentes. De esta forma se puede determinar si una activación del compresor de A/C cambia la presión del refrigerante del A/C. Esto sirve de base para poder sacar una conclusión de hasta qué punto sigue funcionando correctamente el compresor.

También se puede efectuar una prueba funcional mediante señal PWM con un generador de funciones (ilustración 10). Sin embargo, para ello es imprescindible conectar una «carga» en el lado de la unidad de control del sistema de climatización que se corresponda con la de una válvula reguladora electrónica. De lo contrario, la unidad de control detecta un fallo en el sistema y lo guarda en la memoria de fallos. Esto puede causar fallos de funcionamiento o la avería del sistema. En este caso, se deberá consultar la memoria de fallos y borrarla mediante un equipo de diagnóstico.

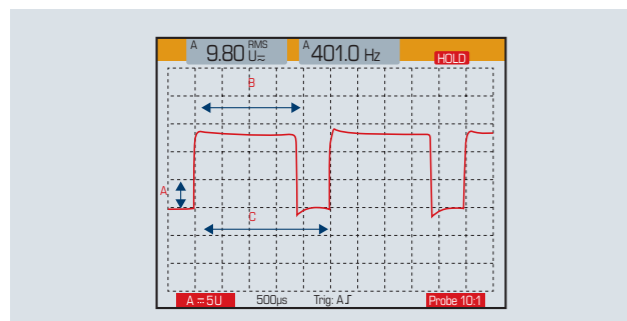


Ilustración 7

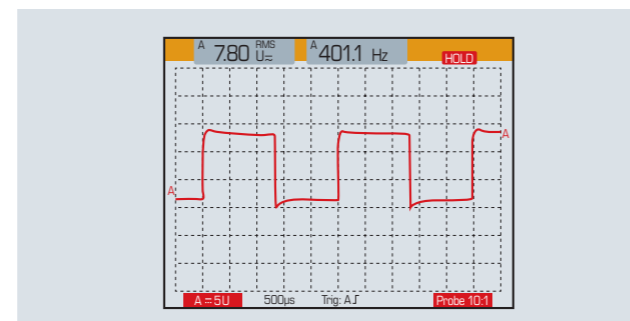


Ilustración 8

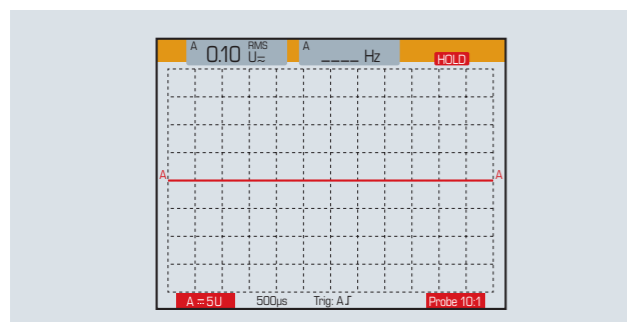


Ilustración 9



Ilustración 10

Es frecuente que se atribuyan de manera precipitada a los compresores de A/C los ruidos y otros problemas del sistema de climatización. Al final, en muchos casos resulta que el compresor está en buen estado o que la causa del defecto no proviene del propio compresor. Por esta razón conviene incluir como posibles causas del fallo todos los componentes del sistema. Los ruidos pueden estar causados no solo por el compresor de A/C, sino también por la fijación de este, el accionamiento, la válvula de expansión o las tuberías. Una cantidad errónea de refrigerante del A/C también puede ser la responsable de diversos ruidos.

Además, el aceite proporciona importante información sobre posibles daños:

- Si el aceite en el compresor de A/C o en el sistema adquiere una coloración roja, esto se puede deber a un exceso de humedad.
- El aceite ennegrecido es indicio de un compresor de A/C defectuoso.
- En un aceite con coloración gris plateada se debe comprobar la presencia de virutas metálicas. La coloración marrón indica la presencia de abrasión metálica.

Puesto que las cantidades de aceite del sistema se reducen cada vez más (en parte solo 80 ml) es muy importante supervisar y atenerse a la cantidad de aceite especificada (p. ej. con ocasión del mantenimiento del sistema y la sustitución de componentes).

Las posibilidades de reparar compresores de A/C sin acoplamiento son limitadas. En cualquier caso, esta reparación se deberá efectuar con la ayuda de las herramientas y la información apropiadas para la reparación.

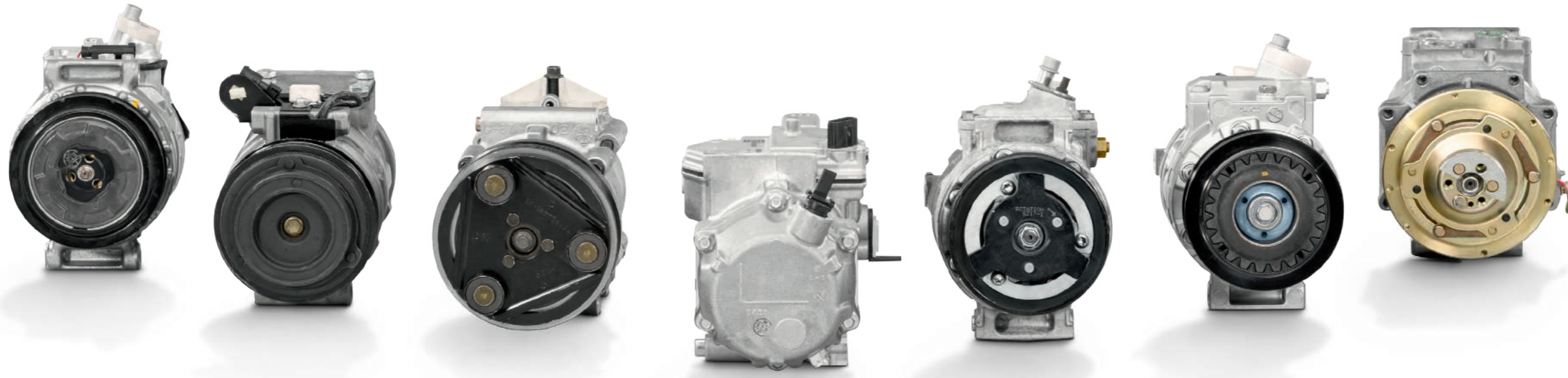
Es obvio que en el diagnóstico reviste una especial importancia la valoración de las presiones de sistema. Para ello se deben consultar los valores prescritos por el fabricante automovilístico. Esto es asimismo aplicable a la temperatura de expulsión.

➤ A menudo se atribuyen al compresor de A/C ruidos que no son causados por el propio compresor. Por esta razón conviene incluir en la causa del fallo su accionamiento y fijación, así como todos los demás componentes del sistema.

En la siguiente tabla figuran los criterios para valorar las presiones de sistema:

Valoración de las presiones del sistema				
Alta presión	Baja presión	Síntomas	Posible causa	Solución
Normal	Normal	<ul style="list-style-type: none"> ■ El aire saliente no se enfría 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Exceso de aceite en el sistema de climatización ■ Aire o humedad en el sistema de climatización 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Aspirar el sistema de climatización, realizar un lavado y a continuación llenarlo de nuevo con aceite y refrigerante del A/C ■ Aspirar el sistema de climatización, sustituir el filtro desecador y rellenar
Alta	Alta	<ul style="list-style-type: none"> ■ Tubería de baja presión más fría que el evaporador ■ La alta presión se reduce al enfriar el condensador de A/C con agua ■ La alta y la baja presión se compensan en cuanto se apaga el compresor de A/C y varían en cuanto este se conecta 	<ul style="list-style-type: none"> ■ La válvula de expansión está demasiado abierta ■ Exceso de refrigerante en el sistema ■ Condensador de A/C sucio o bloqueado ■ Problemas de ventilador ■ Problema con el compresor de A/C (válvula de escape/sellado) 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Sustituir válvula de expansión ■ Aspirar el sistema de climatización y rellenar ■ Revisar el condensador de A/C, limpiar o sustituir ■ Revisar el ventilador ■ Revisar o en su caso sustituir el compresor de A/C
Baja	Baja	<ul style="list-style-type: none"> ■ El aire saliente no se enfría ■ El conducto de admisión es más frío que el evaporador 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Déficit de refrigerante en el sistema ■ Bloqueo en el lado de admisión 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Aspirar el sistema de climatización y rellenar ■ Revisar la tubería y las conexiones, en su caso sustituir
Alta	Baja	<ul style="list-style-type: none"> ■ Formación de hielo en la tubería de líquidos ■ Formación de hielo en el filtro desecador 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Conducto/filtro desecador bloqueado 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Revisar filtro desecador/conducto, en su caso sustituir

Tipos de compresores de A/C



El modo de funcionamiento del compresor de A/C siempre es el mismo: el gas refrigerante se aspira y se comprime. No obstante, existen diferentes tipos que a menudo se pueden reconocer desde el exterior:



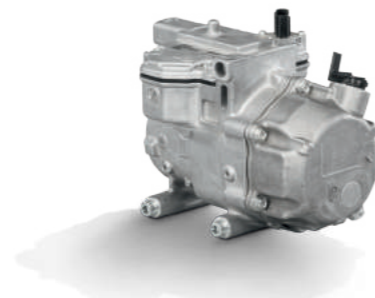
Los compresores de A/C de pistones están ampliamente extendidos y a menudo presentan un diseño alargado. La cantidad de pistones puede variar en función del diseño.



Los compresores de A/C tipo scroll son relativamente compactos y se reconocen por su forma abombada.



Los compresores de A/C rotativos de paletas son muy compactos.



Los compresores de A/C eléctricos se reconocen de inmediato por la ausencia de pulea.

Regulación de la potencia del compresor de A/C

La regulación del compresor de A/C o de la presión del refrigerante del A/C puede efectuarse de muchas maneras. Es clásica la regulación mediante la conexión y desconexión del acoplamiento magnético y de una válvula reguladora mecánica interna. Los tipos más modernos ya no cuentan con un acoplamiento magnético. Se accionan de manera permanente. De la regulación se ocupa una electroválvula reguladora (ilustración 1) que se controla desde el exterior a través de la modulación de la amplitud de impulsos. También existen variantes de compresor que disponen de un acoplamiento y una electroválvula reguladora. La regulación de compresores de accionamiento eléctrico solo se realiza a través del número de revoluciones del compresor.

Válvula de seguridad

La mayoría de compresores de A/C cuentan con una válvula de seguridad de sobrepresión que evacúa refrigerante a unos 35 bares y evita así que el sistema sufra más daños. Las válvulas de sobrepresión pueden disponer de una membrana o de esmalte de sellado (ilustración 2). Si se produce un daño, será el indicio de que se ha evacuado refrigerante debido a un fallo en el sistema de climatización. También existen versiones de la válvula de seguridad sin «sello» (ilustración 3). Si se detectan restos de aceite o de contraste, hay que presuponer que se ha evacuado refrigerante a través de la válvula. Por tanto, en caso de un fallo del sistema también se debe comprobar la válvula.

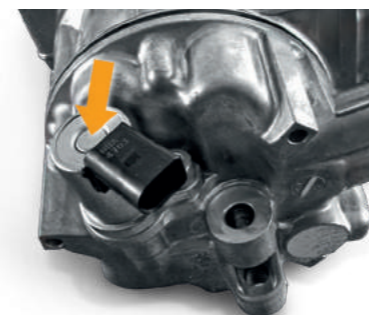


Ilustración 1



Ilustración 2



Ilustración 3

Llenado de aceite de compresores de A/C

En relación con la sustitución de un compresor de A/C se plantean siempre cuestiones:

- ¿Están los nuevos compresores de A/C llenos de aceite?
- ¿Cuánto aceite contienen los nuevos compresores de A/C?
- ¿Cómo compruebo el nivel de aceite en los compresores de A/C?
- ¿Cómo relleno con aceite el nuevo compresor de A/C?

Los compresores de A/C MAHLE están rellenos de una cantidad básica de aceite. Independientemente del estado de entrega de los compresores, siempre se debe comprobar la cantidad de aceite de cada compresor antes de montarlo en el vehículo y, en su caso, corregirlo de acuerdo con las indicaciones del fabricante y la documentación adjunta. La razón para ello radica en que muchos compresores de A/C no solo se emplean en un vehículo, sino en vehículos y versiones de vehículo muy diversos. En cada caso se deberá adaptar la cantidad de aceite correspondiente.

La cantidad de aceite del nuevo compresor de A/C se deberá vaciar a través del orificio del tornillo de llenado/vaciado, que se habrá extraído antes (ilustración 1). Para ello, se deberá girar varias veces el árbol del compresor. A continuación, el compresor se debe llenar de nuevo con la cantidad de aceite del sistema especificada por el fabricante del vehículo. Al mismo tiempo se deberá prestar atención a la elección de la viscosidad de aceite correcta. A fin de garantizar una distribución homogénea del aceite, conviene girar varias veces el árbol del compresor. Finalmente se deberá volver a cerrar el orificio de llenado/vaciado en el compresor de A/C. Se deberán tener en cuenta las especificaciones correspondientes que figuran en la documentación adjunta al compresor de A/C.



Particularidades

Los siguientes modelos de compresor de A/C cuentan con una característica particular:

- Denso 5SL12C/5SEL12C/5SE12C
- Denso 5SA09C/5SE09/5SER09C
- Hanon VS16

Por su diseño, estos compresores de A/C no permiten vaciar el aceite. Carecen de tornillo de vaciado/llenado de aceite y tampoco es posible vaciar el aceite a través de las conexiones de alta o baja presión.

Estos compresores ya contienen toda la cantidad de aceite de sistema. Por tanto, es imprescindible lavar el sistema de climatización antes de montar el compresor nuevo, para eliminar así cualquier resto de aceite.

Los compresores de A/C eléctricos también contienen la cantidad de aceite de sistema correcta. En este caso también se deberá lavar el sistema antes del montaje.



Nota

En compresores sin tornillo de llenado/vaciado, el aceite se deberá vaciar a través de la conexión de baja presión (ilustración 2) del compresor y volver a llenar a través de la conexión de baja presión (ilustración 3). Aquí también se deberá girar el árbol del compresor. Si no es posible llenar el compresor con toda la cantidad de aceite, la cantidad diferencial se puede incorporar en el circuito de refrigerante del A/C a través de la unidad de servicio A/C.



Ilustración 1



Ilustración 2

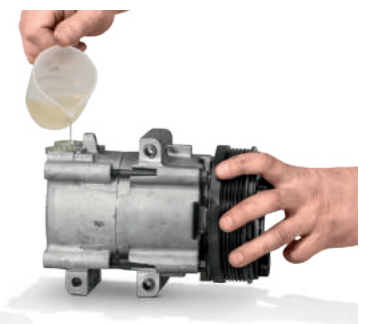


Ilustración 3

➤ Encontrará el equipamiento de taller de MAHLE Service Solutions necesario para ello a partir de la página 72.



Lavado del sistema de climatización

¡El lavado es obligatorio!

El lavado de sistemas de climatización es una de las tareas más importantes en caso de reparación o de algún daño en el compresor de A/C, ya que con él se eliminan del circuito de refrigerante la suciedad y las sustancias nocivas. El lavado es necesario para realizar reparaciones reglamentarias y evitar costosas reparaciones subsiguientes. Además, así se conservan los derechos de garantía respecto a los proveedores y se garantiza la satisfacción del cliente. Sin embargo, los compresores de A/C, las válvulas de expansión o estranguladoras y los filtros desecadores no se pueden lavar, sino que es necesario puentearlos con adaptadores durante el proceso de lavado. Una vez finalizado el lavado, se deben sustituir las válvulas y filtros.

Indicaciones generales sobre el lavado

- Lea atentamente las instrucciones de manejo, folletos, indicaciones de los fabricantes del automóvil, fichas de datos de seguridad, etc.
- Antes y durante el proceso, observe las disposiciones de seguridad pertinentes, entre otras, la información técnica «Manipulación de refrigerantes del A/C» y las «Instrucciones de desmontaje y montaje».
- Los compresores de A/C, los filtros desecadores/acumuladores y las válvulas de expansión o estranguladoras no se pueden lavar, por lo que durante el proceso de lavado es necesario puentearlos con adaptadores.
- Asegúrese de que se han eliminado del circuito de refrigerante del A/C toda la suciedad o partículas de componentes dañados.
- Asegúrese de que en el sistema ya no queden restos de solución de lavado secando los componentes suficientemente con nitrógeno (no con aire comprimido).
- Llene el compresor de A/C con la cantidad/especificación correcta de aceite (para ello es especialmente adecuado el aceite PAO 68 de MAHLE). En este sentido, tenga en cuenta las cantidades para los componentes lavados.

¿Por qué debe lavar el sistema?

1. Es necesario eliminar las impurezas por abrasión metálica en caso de daños en el compresor de A/C.
2. Es necesario eliminar los restos de ácido causados por la entrada de humedad.
3. Es necesario expulsar mediante el lavado las obstrucciones causadas por partículas de elastómero.
4. Es necesario eliminar cualquier residuo de refrigerante del A/C o de aceite para refrigerante contaminado.

- Antes de la puesta en marcha, gire el compresor de A/C 10 veces a mano.
- Sustituya el filtro desecador o acumulador y la válvula de expansión o estranguladora.
- En caso necesario, inserte un tamiz de filtro en el conducto de admisión del compresor de A/C.
- Después de la evacuación prescrita, llene el circuito de refrigerante del A/C con la cantidad especificada de refrigerante.
- Arranque el motor. Espere a la estabilización del ralenti.
- Conecte y desconecte alternativamente el sistema de climatización durante 10 segundos.
- Efectúe una comprobación de la presión del sistema, del funcionamiento y la estanquidad.

Lavado del sistema de climatización y de los componentes

Con el lavado de los sistemas de climatización se eliminan del circuito de refrigerante las impurezas y las sustancias dañinas. La siguiente información debe ayudar al usuario a familiarizarse con la temática del «lavado de sistemas de climatización», respondiendo a preguntas importantes, como por ejemplo:

- Por qué es necesario lavar los sistemas de climatización
- Qué se entiende por el término «lavado» en relación con la climatización del vehículo
- Qué tipos de impurezas se pueden eliminar con el «lavado» o qué efectos pueden tener este tipo de impurezas
- Qué métodos de lavado existen y cómo se aplican



Filtro desecador envejecido

¿Por qué debe lavarse el sistema de climatización de un vehículo?

Debido a componentes del sistema defectuosos (filtro desecador envejecido, tal como muestra la imagen, daños en el compresor, etc.) se pueden distribuir por todo el sistema partículas de suciedad que arrastra consigo el refrigerante del A/C. Si en el caso de daños en el compresor de A/C solo se sustituye por ejemplo el compresor, en poco tiempo se pueden acumular partículas de suciedad en el compresor nuevo y provocar la destrucción de los componentes de sistema recién montados, así como de la válvula de expansión o estranguladora o de componentes Multiflow, lo que da lugar a una costosa reparación subsiguiente. Para evitarlo, después de un daño en un componente que podría desembocar en un ensuciamiento del circuito de refrigerante por virutas metálicas, abrasión de caucho, etc., siempre se deberá lavar el sistema. En la actualidad, muchos fabricantes de vehículos y de compresores de A/C exigen el lavado.

¿Qué se entiende por el término «lavado» en relación con la climatización del vehículo?

Por «lavado» se entiende el proceso de eliminar del circuito de refrigerante del A/C las impurezas o sustancias nocivas. El lavado es necesario para realizar reparaciones reglamentarias y evitar costosas reparaciones subsiguientes, proteger los derechos de garantía frente a proveedores y asegurar la satisfacción del cliente.

¿Qué impurezas se pueden eliminar mediante el lavado o qué consecuencias tienen este tipo de impurezas?

- Abrasión en caso de daños en el compresor de A/C:
Las partículas de material atascan las válvulas de expansión, las válvulas estranguladoras (termostáticas) o los componentes Multiflow (condensador de A/C, evaporador).
- Humedad:
Las válvulas de expansión y termostáticas se pueden congelar. Debido a las reacciones químicas de los refrigerantes del A/C y los aceites para refrigerante con la humedad, pueden formarse ácidos que abren poros en las mangueras y las juntas tóricas. Los componentes del sistema sufren daños por corrosión.
- Elastómeros (caucho):
Las partículas de elastómero atascan las válvulas de expansión, las termostáticas o los componentes Multiflow.
- Refrigerante del A/C o aceite para refrigerante sucio:
El refrigerante sucio o la mezcla de distintos refrigerantes pueden provocar la formación de ácidos. Estos pueden abrir poros en las mangueras y las juntas tóricas. Otros componentes del sistema pueden sufrir daños por corrosión.



Abrasión en caso de daños en el compresor de A/C



Aceite sucio

1. Productos químicos (líquido de aclarado)

Las tuberías de empalme o componentes del sistema se deben lavar por separado. Se lavan con la ayuda de un adaptador universal en una pistola pulverizadora y un producto químico (líquido de aclarado). Después del proceso de lavado es necesario eliminar del circuito de refrigerante los restos del producto de lavado mediante nitrógeno y secarlo. Gracias al uso combinado de líquido de aclarado y nitrógeno se consigue un buen resultado. Mediante el lavado con líquido de aclarado (en combinación con aire comprimido) primero se eliminan también partículas adheridas y sedimentos endurecidos. A continuación, al insuflar nitrógeno, el circuito de refrigerante del A/C o los componentes se vuelven a secar. Hay que prestar atención para que la presión máxima no supere los 12 bares durante el soplado.

Desventaja

Los costes del producto de limpieza químico y su eliminación reglamentaria, así como costes de montaje adicionales en el montaje y desmontaje de las tuberías y componentes. Además, los fabricantes automovilísticos no han autorizado este método de lavado.

2. Refrigerante del A/C

Las unidades de servicio A/C con función de lavado integrada permiten un lavado rápido y económico de sistemas de climatización con los refrigerantes del A/C R134a y/o R1234yf. Para ello se debe usar un equipo de lavado externo y partes de un kit de lavado, ambos disponibles por separado. Una vez iniciada la función en el equipo, el sistema de climatización del vehículo se lava con refrigerante líquido a alta presión y a continuación se vuelve a aspirar. Este ciclo se debe realizar tres veces para conseguir el efecto de limpieza más óptimo posible.

Desventaja

La estación de servicio A/C no está disponible para otros vehículos durante el proceso. El elemento filtrante del equipo de lavado se debe sustituir periódicamente.

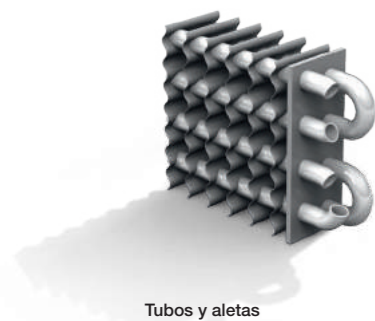
Nota

Mientras que los componentes de tubos y aletas y de serpentín suelen limpiarse muy bien, con frecuencia no es posible limpiar los componentes en la tecnología (de flujo paralelo) «Multiflow». Si en este tipo de componentes existen dudas sobre el éxito de la limpieza, se deberá sustituir el componente. Si se ha lavado el circuito de refrigerante del A/C, siempre se deberá rellenar una cantidad suficiente de aceite nuevo.

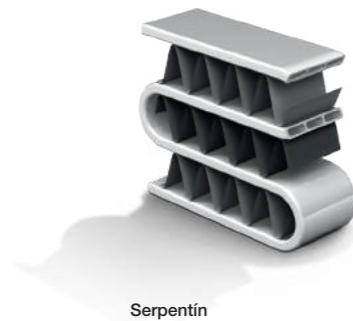
Los siguientes datos (% de la cantidad de aceite total) servirán de referencia:

- Condensador de A/C: 10 %
- Filtro desecador/acumulador: 10 %
- Evaporador: 20 %
- Mangueras/tuberías: 10 %
- Si no se cumplen los puntos antes mencionados existe el peligro de que se extinga la garantía

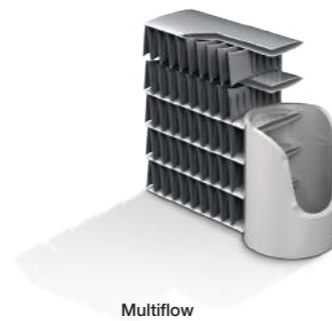
➤ Encontrará el equipamiento de taller de MAHLE Service Solutions necesario para ello a partir de la página 72.



Tubos y aletas



Serpentín



Multiflow

Ventajas y desventajas de ambos métodos de lavado

Líquido de aclarado

Método de lavado

Los componentes del sistema se lavan en sentido contrario a la dirección de flujo del refrigerante mediante un dispositivo de lavado adicional y una solución química. Los restos del medio de lavado se deben eliminar con nitrógeno y, además, el sistema también se debe secar con nitrógeno.

Ventaja

- Elimina las partículas sueltas y adheridas y el aceite

Desventajas

- Costes del medio de lavado
- Costes de eliminación del medio de lavado
- No está autorizado por los fabricantes de vehículos

Refrigerante del A/C

Método de lavado

Los componentes del sistema se lavan en sentido contrario a la dirección de flujo del refrigerante mediante la unidad de servicio A/C y un dispositivo de lavado adicional con filtros y adaptadores (ambos disponibles por separado).

Ventajas

- Se evitan los costes de un medio de lavado por separado, ya que el refrigerante existente se utiliza como tal
- Se evitan los costes de la eliminación del medio de lavado
- Elimina las partículas de suciedad sueltas y el aceite
- El método está autorizado por diversos fabricantes de vehículos

Desventajas

- El elemento filtrante del equipo de lavado se debe sustituir periódicamente
- La unidad de servicio A/C no está disponible para otros usos durante el proceso

Técnicas de detección de fugas

Una de las causas más frecuentes de fallos de funcionamiento del sistema de climatización son las fugas en el circuito de refrigerante del A/C. Imperceptiblemente provocan un descenso de la cantidad de llenado y por tanto mermas en la potencia hasta la avería total. Precisamente en el caso del refrigerante R134a se sabe que este se escapa por las mangueras de caucho y las uniones. Puesto que el especialista en climatización no puede saber enseguida si existe una fuga o una pérdida de refrigerante normal causada por el kilometraje, es obligatorio realizar una detección de fugas.

Se deberán revisar:

- Todas las conexiones y tuberías
- Compresor de A/C
- Condensador de A/C y evaporador
- Filtro desecador
- Presostato
- Conexiones de mantenimiento
- Válvula de expansión

Se recomiendan 3 métodos para la detección de fugas:

- 1 Contraste y lámpara UV
- 2 Detector de fugas electrónico
- 3 Detección de fugas con gas de formación

1 Detección de fugas con contraste

Contraste

El contraste se añade al refrigerante del A/C mediante diferentes métodos (p. ej. contraste de «spotgun» o pistola de manchas, cartuchos de tinta, etc.).

Spotgun/Pro-Shot

Con la prensa de cartuchos de spotgun o el sistema Pro-Shot se inyecta la cantidad de contraste precisa que se requiere. Otra ventaja: el contraste se puede introducir con el sistema lleno.

Lámparas de detección de fugas

La lámpara de ultravioleta visibiliza el contraste derramado.

➤ Encontrará el equipamiento de taller de MAHLE Service Solutions necesario para ello a partir de la página 72.

2 Detección de fugas con tester electrónico/con nitrógeno/mediante la formación de espuma

Detector de fugas electrónico

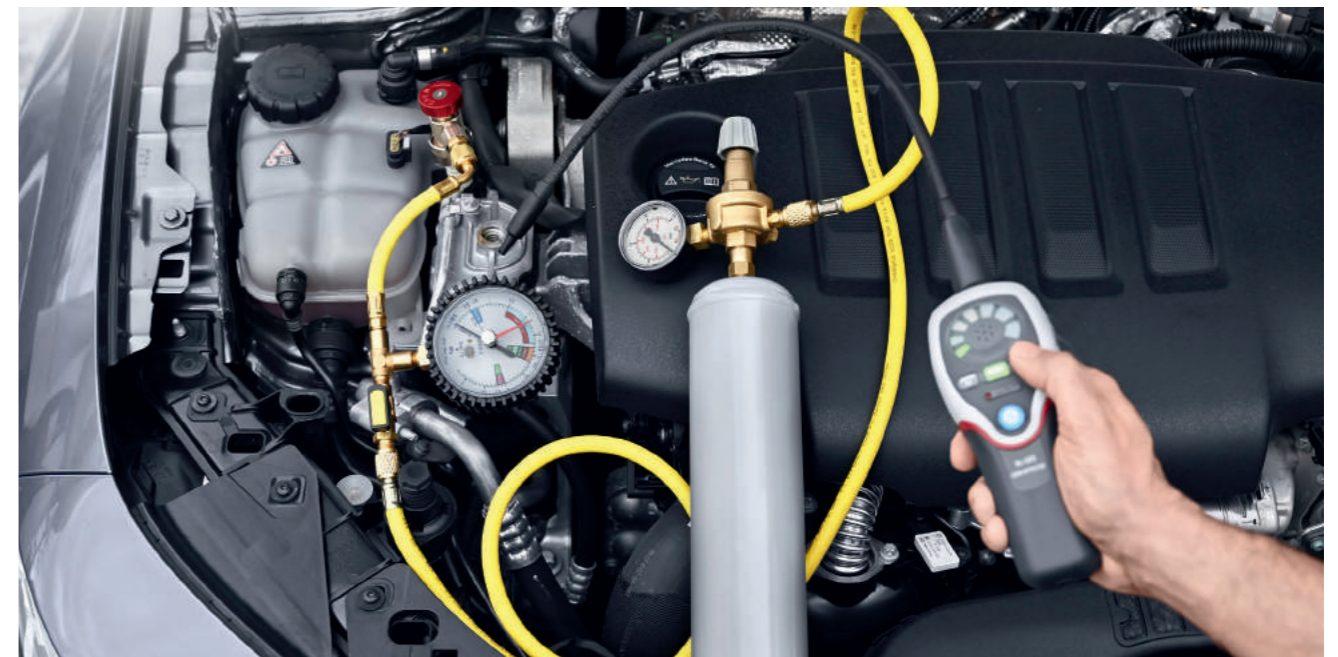
Muestra las fugas mediante una señal acústica. Detecta gases halógenos y descubre incluso las fugas más pequeñas en lugares de difícil acceso (p. ej. falta de estanquidad en el evaporador).

Detección de fugas con kit de nitrógeno

Además del secado del sistema, esta herramienta también se puede emplear para comprobar la estanquidad. Para esta aplicación se necesita un adaptador de llenado para la conexión de mantenimiento y un adaptador de manguera. El sistema de climatización vaciado se llena de nitrógeno (máx. 12 bares). Durante un periodo prolongado (p. ej. entre 5 y 10 min) se observará si la presión se mantiene constante. La fuga se puede detectar por un silbido. De lo contrario es útil hacer visible el punto de fuga con un producto de detección de fugas. El producto de detección de fugas se pulveriza desde el exterior. En el punto de la fuga se forma espuma. Con la ayuda de este método solo se pueden encontrar fugas en lugares accesibles.

3 Detección de fugas con gas de formación

Para encontrar fugas se llena el sistema de climatización con gas de formación, una mezcla de un 95 % de nitrógeno y un 5 % de hidrógeno. Con la ayuda de un detector de fugas electrónico especial se comprueba la estanquidad de los componentes. Puesto que el hidrógeno es más ligero que el aire, es necesario pasar el sensor lentamente por encima de la supuesta fuga (empalmes de tuberías/componentes). Una vez concluida la detección de fugas, se puede liberar el gas de formación al aire ambiente. Este método de detección de fugas se corresponde con el artículo 6, apdo. 3 de la Directiva de la UE 2006/40/CE.



Reparación de tuberías y mangueras

Tecnología de conexiones de tuberías LOKRING

LOKRING es un método de reparación rápido y extremadamente rentable. En caso de tuberías defectuosas, en lugar de adquirir caros sistemas completos de conductos y esperar a la entrega, el problema también se puede resolver in situ, a menudo mientras están montadas. El principio LOKRING ha demostrado su eficacia en la tecnología de frío industrial y la climatización.

Se caracteriza por nueve ventajas de aplicación:

- Montaje sencillo y rápido
- Juntas metal-metal herméticas, indisolubles
- Conexión segura de tubos de diferentes materiales
- No se requiere una preparación especial del tubo
- Herramientas de montaje cómodas
- Admite grandes tolerancias en las medidas
- Sin efecto de muesca en la zona de montaje
- Sin soldeo directo ni indirecto o corte de hilo
- Tecnología de empalme inocua y respetuosa con el medio ambiente

LOKRING es tan hermético que no se registran descensos de presión ni reducción de la velocidad del caudal. Como protección adicional, las superficies de los extremos de tubo se humedecen con el líquido sellante LOKREP. En los puntos LOKRING, el sistema será estanco de forma duradera. Los empalmes de tuberías están diseñados para una presión nominal máxima de 50 bares y una presión de ensayo de 200 bares. Se pueden utilizar en un rango de temperatura de -50 °C a +150 °C.



Metal con metal: **accesorio LOKRING**

Herramientas de crimpado para valvulerías de refrigerante del A/C

La herramienta de crimpado permite un empalme rápido y seguro de mangueras y accesorios: un sistema de compresión idóneo para el uso móvil y estacionario. La bomba manual hidráulica suministrada crea el efecto de compresión. Con unos pocos gestos se obtiene una potente presión de compresión con un recorrido de ajuste grande. De este modo a menudo es posible llevar a cabo reparaciones de mangueras cuando están montadas. De manera similar a LOKRING, el sistema de crimpado ahorra tiempos de reparación o mantenimiento y costes de recambios.



Manguera con manguera: **accesorio de crimpado**

Refrigerantes del A/C R12, R134a, R1234yf

En el mercado aún existen vehículos con sistemas de climatización que se diseñaron inicialmente para el refrigerante del A/C R12. El año 2001 fue el fin oficial de R12 para sistemas de climatización de vehículos. A partir de esa fecha los sistemas R12 tuvieron que ser reconvertidos con ocasión de trabajos de mantenimiento o reparación. Desde entonces se utiliza como refrigerante sustitutivo R134a, además de algunos refrigerantes tipo «drop-in» (mezclas de refrigerante).

El tema de la conversión de R12 a R134a sigue siendo actual en el ámbito de los «oldtimers» y los «youngtimers», así como en algunos países de fuera de la UE.

Durante la conversión se deberá comprobar la estanquidad del sistema. Las fugas se deben resolver de antemano. Se deberá comprobar el funcionamiento de todos los componentes y si presentan daños. Se deberá sustituir el filtro desecador. Es necesario cambiar los retenes. Además se deberá sustituir el aceite mineral del sistema R12 por aceite PAG o PAO. Durante esa sustitución también se recomienda lavar el sistema de climatización.

El R134a tiene un GWP (Global Warming Potential) de 1430, lo que equivale a un elevado potencial de efecto invernadero. Con la Directiva 2006/40/CE se resolvió que en el futuro ya solo se emplearan refrigerantes del A/C con un GWP inferior a 150.

Así, los sistemas de climatización de vehículos de clase M1 (vehículos para el transporte de personas con hasta 8 asientos) y de la clase N1 (vehículos industriales con un peso total admisible de hasta 3,5 t), para los que se aprobó una homologación dentro de la UE a partir del 1 de enero de 2011, ya no se rellenarán con R134a. Desde el 1 de enero de 2017, ya no se pueden matricular los vehículos que contienen R134a. No obstante, se permite seguir usando R134a para trabajos de mantenimiento y servicio técnico en sistemas de R134a ya existentes. De momento, el nuevo refrigerante que se usa mayoritariamente es R1234yf, que presenta un GWP de 4. También es posible el uso de otros refrigerantes del A/C, siempre que su valor GWP sea inferior a 150.

Esto afecta naturalmente a los talleres y a su personal de servicio técnico. La adquisición de nuevos equipos de mantenimiento parece ineludible. También se deben tener en cuenta medidas específicas en lo que se refiere al almacenamiento y la manipulación de nuevos refrigerantes.

➤ Encontrará el equipamiento de taller de MAHLE Service Solutions necesario para ello a partir de la página 72.

Sensores de temperatura de habitáculo

Regulación de temperatura deficiente por sensores sucios

El sensor de temperatura de habitáculo se encuentra en el flujo de aire de un diminuto soplador (habitualmente en la unidad de mando). Este emite la temperatura del aire en el habitáculo como valor de resistencia en la unidad de control. El valor de medición sirve para compararlo con el valor de consigna.

El sensor está muy expuesto a la suciedad debido a la nicotina, el polvo, etc. (véase la ilustración). Si el sensor deja de recibir el

suficiente flujo de aire aspirado, se pueden producir mediciones deficientes y fallos de funcionamiento. Ya no estará garantizada la regulación correcta del aire acondicionado/la calefacción. Esto se nota por la regulación constante de la temperatura: un momento hace mucho frío y, al siguiente, mucho calor. El sensor se puede limpiar con productos de limpieza especiales (p. ej. acetona). La acumulación de polvo se puede eliminar previamente con un mínimo de aire comprimido. En la mayoría de casos, la regulación vuelve a funcionar sin problemas después de la limpieza.



Sellantes

Los sellantes para sistemas de climatización se componen de sustancias químicas que se introducen en el sistema para sellar fugas pequeñas en componentes y juntas tóricas.

En el punto de fuga no solo escapa refrigerante, sino también el sellante. Por regla general, este reacciona con el oxígeno del aire y la humedad, se endurece y cierra la fuga.

El uso de sellantes es problemático desde diferentes puntos de vista. A tenor de los reglamentos y Directivas de la UE, no se debe volver a poner en marcha un sistema de climatización no estanco ni rellenarlo con refrigerante del A/C sin antes solucionar la fuga. Cualquier infracción puede acarrear considerables sanciones económicas.

Al usar sellantes, el refrigerante sigue saliendo del sistema de climatización no estanco hasta que el sellante hace efecto (siempre que detenga la fuga en su totalidad). Por tanto, en este caso se está contraviniendo la legislación europea y también la nacional, y se libera refrigerante innecesariamente. La única posibilidad de usar sellantes sería la del uso preventivo para su adición en sistemas aún intactos.

Si los componentes presentaran daños previos o estuvieran debilitados (p. ej. por corrosión), solo es cuestión de tiempo que se produzca una fuga en otro lugar.

Al aspirar refrigerante en los vehículos que antes se han llenado con sellante existe el peligro de que el sellante reaccione dentro de la unidad de servicio A/C y cause bloqueos o desperfectos. El uso de sellantes pone en peligro el derecho a garantía con muchos fabricantes de componentes, equipos y vehículos.

Por último, el uso de sellantes en un sistema de climatización no estanco no constituye un método de reparación duradero ni conforme a la legislación.

Gestión innovadora de la climatización y el confort

¿Hacia dónde se dirige la tendencia y el desarrollo de sistemas de climatización y confort en el habitáculo?

Los «sistemas de climatización multizona» serán cada vez más habituales. En la gama superior ya se utilizan sistemas de climatización con una «gestión de la humedad» que actúan cuando se genera aire demasiado seco.

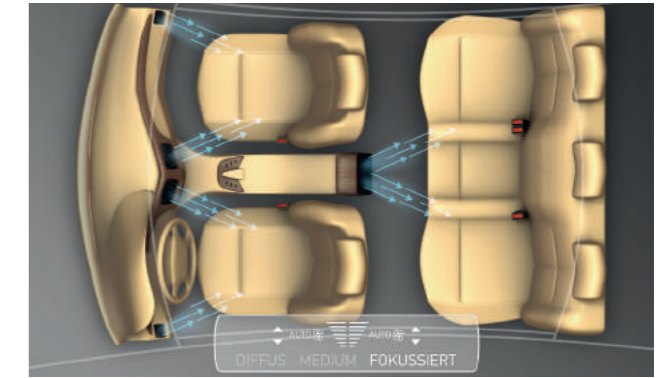
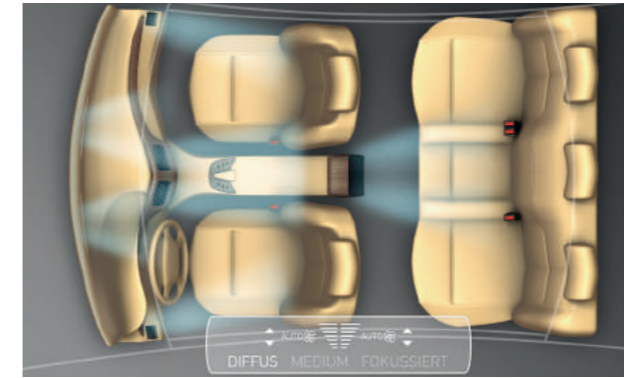
En el futuro, la «gestión del clima del habitáculo» será un componente integral del sistema de climatización y ventilación. Esto significa que se creará el mejor clima de habitáculo posible con la ayuda de sensores de la calidad del aire en combinación con sistemas de tratamiento de aire.

Los compresores de A/C con regulación electrónica serán la norma en todas las clases de vehículo. Permiten una adaptación individualizada de la potencia, asociada a un consumo de combustible bajo. Unos componentes, tuberías y juntas optimizados garantizarán en el futuro unas «tasas de pérdida de refrigerante» lo más reducidas posible.

El clima deseado para todos en todos los asientos

El clima deseado significa:

- Confort climático individualizado para cada asiento del vehículo
- Ventilación agradable, sin corrientes
- Alta calidad del aire
- Confort acústico, percepción de un ruido mínimo
- Manejo sencillo y claro



Para llevar esto a cabo, MAHLE y BHTC han desarrollado sistemas como por ejemplo PHYSIO-CONTROL®:

PHYSIO-CONTROL® es una evolución de la climatización multizona. El sistema es capaz de captar y regular selectivamente las magnitudes responsables del confort en el habitáculo (radiación solar, humedad del aire, volumen de aire y temperatura del aire) en puntos definidos. Para ello interactúan unos subsistemas sincronizados con precisión.

La complejidad técnica es enorme: un sensor de sol inteligente mide mediante hardware y software el ángulo exacto en el espacio y la intensidad de la radiación solar en relación con el vehículo. Un modelo de cálculo determina la intensidad de la radiación en las partes del cuerpo sobre las que incide el sol mediante la captación de los contornos del vehículo.

Un clima óptimo en el habitáculo del vehículo también significa mantener siempre despejadas las lunas. Para impedir que las lunas se empañen, se mide continuamente la humedad en la zona del parabrisas. En caso necesario, el aire se seca mediante la conexión del sistema de climatización. Otra intervención de la que los pasajeros no son conscientes es la llamada «gestión de la humedad». Esta se encarga de mantener constante la humedad del aire dentro del habitáculo mediante el control del compresor de A/C y de la trampilla de mezcla.

Uno de los subsistemas consiste en las llamadas «toberas de ventilación confort». El diseño de estas permite bascularlas de manera definida y continua, con lo que se regula la salida de aire de directa a difusa. Con la ayuda de estas toberas se dirige selectivamente a las partes del cuerpo de los pasajeros un volumen de aire y un tipo de aire que se percibe como agradable. Puede ser p. ej. un chorro de aire concentrado («spot») durante el proceso de enfriamiento en verano o una salida de aire difusa y sin corrientes.

Para determinar el perfil específico de la distribución del aire se usa el «Air Volume Control». Con este se determina el volumen de aire que sale de las toberas y, por tanto, la velocidad del aire. Esta característica tecnológica es posible gracias a un software de simulación de todo el sistema de climatización y conducción de aire. Air Volume Control detecta, entre otras cosas, el aumento o la disminución del aire, por ejemplo debido al cierre mecánico de la tobera. Unos algoritmos de regulación integrados en el software evitan que varíen las condiciones de aire en el otro lado del vehículo. De este modo se pueden cambiar de forma individual el volumen de aire y la distribución del aire sin influir innecesariamente en otras zonas y personas dentro del vehículo.

Otra innovación es la elección de diferentes estilos de climatización. Los pasajeros pueden preseleccionar tres modos según sea su «tipo de confort»: focalizado, moderado o difuso. Así, el tipo «deportivo-fresco» recibe directamente aire refrigerado, mientras que al tipo más «sensible» se le aplica aire sin corrientes.





Calidad del aire

En los sistemas de climatización modernos ya se gestiona la calidad del aire en el habitáculo en varias etapas. En este sentido se habla de una «escalera de confort». Esta comienza con el filtrado del aire circulante y del aire exterior que se realiza mediante un sistema de sensores de óxido nítrico. Un sensor de calidad del aire o de NO_x determina la proporción de sustancias tóxicas del aire fresco aspirado y a continuación se produce un control automático del aire exterior o aire circulante. A este respecto va adquiriendo cada vez más importancia el filtrado mediante carbón activo.

La superficie de evaporación debe estar configurada de manera que no se produzcan olores debido a microorganismos. A este fin, MAHLE ha desarrollado un recubrimiento específico: BehrOxa[®]. Se trata de una tecnología de revestimiento respetuosa con el medio ambiente que crea una superficie de aluminio hidrófila y resistente a la corrosión sin utilizar productos químicos agresivos ni tóxicos. Gracias a ese diseño se produce una excelente evacuación del agua condensada y un rápido secado de la superficie de evaporación.

Las medidas antes citadas consiguen neutralizar la contaminación y los olores. Para incrementar aún más el confort se puede usar un ionizador de oxígeno, con el que se purifica el aire eliminando bacterias y gérmenes y se mantiene un efecto de frescor. De forma adicional es posible añadir un sistema de aromatización con el que se aportan al aire del habitáculo determinados aromas.

Ergonomía

Se ha demostrado que el manejo del sistema de climatización sigue distrayendo al conductor demasiado tiempo de la conducción y que, en parte, no se realiza correctamente.

A veces, con el aumento de la funcionalidad del sistema de climatización se dificulta aún más la manejabilidad. Esto se pone de manifiesto por:

- La falta de una disposición clara y lógica de los elementos de mando e indicadores
- Un manejo complicado, en parte exigente
- La identificación incomprensible de los elementos de mando
- Mensajes de estado poco claros o inexistentes

De los estudios se desprende que se deberían tener en cuenta los siguientes criterios para las unidades de mando de la climatización:

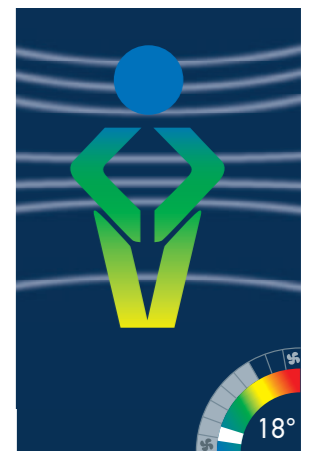
- Tamaño suficiente de la pantalla, los elementos de mando y los símbolos
- Uso de gráficos o gráficos con texto en vez de solo texto
- Elementos de mando agrupados por funciones
- No vincular las funciones principales con otras funciones y/u ocultarlas en funciones secundarias
- Unidad de mando y pantalla cercanas

Las unidades de mando que se desarrollan conforme a los criterios citados liberan al conductor de actividades que no tienen nada que ver con la conducción del vehículo. Los símbolos utilizados son conocidos o el reconocimiento de su función es intuitivo. Los elementos de mando principales también se pueden encontrar al tacto, es decir, sin tener que buscarlos visualmente. El menú es de uso sencillo y permite una preselección del confort. Los conceptos de manejo desarrollados por BHTC, por ejemplo, facilitan el ajuste individual de la regulación automática de la climatización a través de diversos estilos de climatización. El diseño gráfico de la visualización tiene como objetivo el reconocimiento rápido y autoexplicativo de los ajustes. Para ello se emplean tecnologías de pantalla de alta resolución que permiten una representación adaptada a cada situación.

En los últimos años se han producido muchas innovaciones en el ámbito de la gestión de la climatización o confort del habitáculo. Y también lo harán en el futuro. El reto para el taller consiste en mantenerse a la par de esta evolución. Solo así se podrá efectuar el mantenimiento, la revisión y la reparación de estos complejos sistemas en el futuro.



Neutro/auto



Fresco

Gestión térmica en vehículos eléctricos e híbridos

La tecnología híbrida y eléctrica también ha supuesto grandes cambios para la gestión térmica, tanto en lo que respecta al circuito de refrigerante del motor como al de refrigerante del A/C. A continuación describimos las áreas y los componentes implicados en la gestión térmica, cómo cambian los modos de funcionamiento y lo que esto significa para su trabajo.

Climatización del habitáculo

En los conceptos de propulsión convencionales con motores de combustión, la climatización del habitáculo depende directamente del funcionamiento del motor debido al compresor de A/C de accionamiento mecánico. Los compresores de A/C 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.

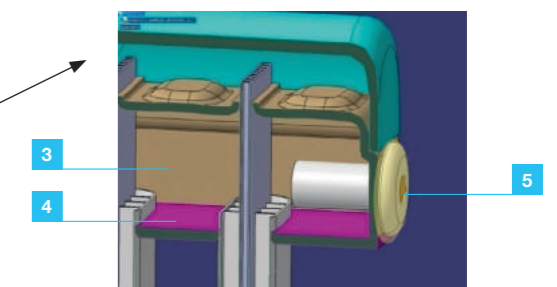
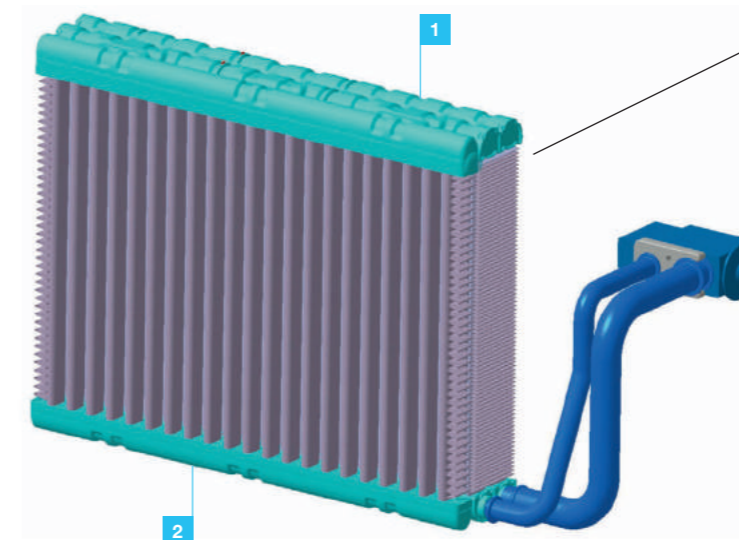
Para contrarrestar este problema, se pueden utilizar acumuladores de frío, los llamados «evaporadores acumuladores».

El evaporador acumulador consta de dos bloques: un bloque evaporador y un bloque acumulador. El refrigerante del A/C 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 que se congela. Esto lo convierte en un acumulador de frío.



Evaporador acumulador

Diagrama del evaporador acumulador



- 1 Bloque evaporador con 40 mm de fondo
- 2 Bloque del acumulador 15 mm de fondo
- 3 Refrigerante del A/C
- 4 Medio latente
- 5 Remache ciego

En la fase de parada, el motor se apaga y, por lo tanto, el compresor de A/C 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 se conectan elementos calefactores eléctricos PTC 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.



¡Atención!

No trabaje en componentes de alto voltaje cuando están sometidos a alta tensión. Respete en todo momento las señales de aviso en los componentes y elementos.

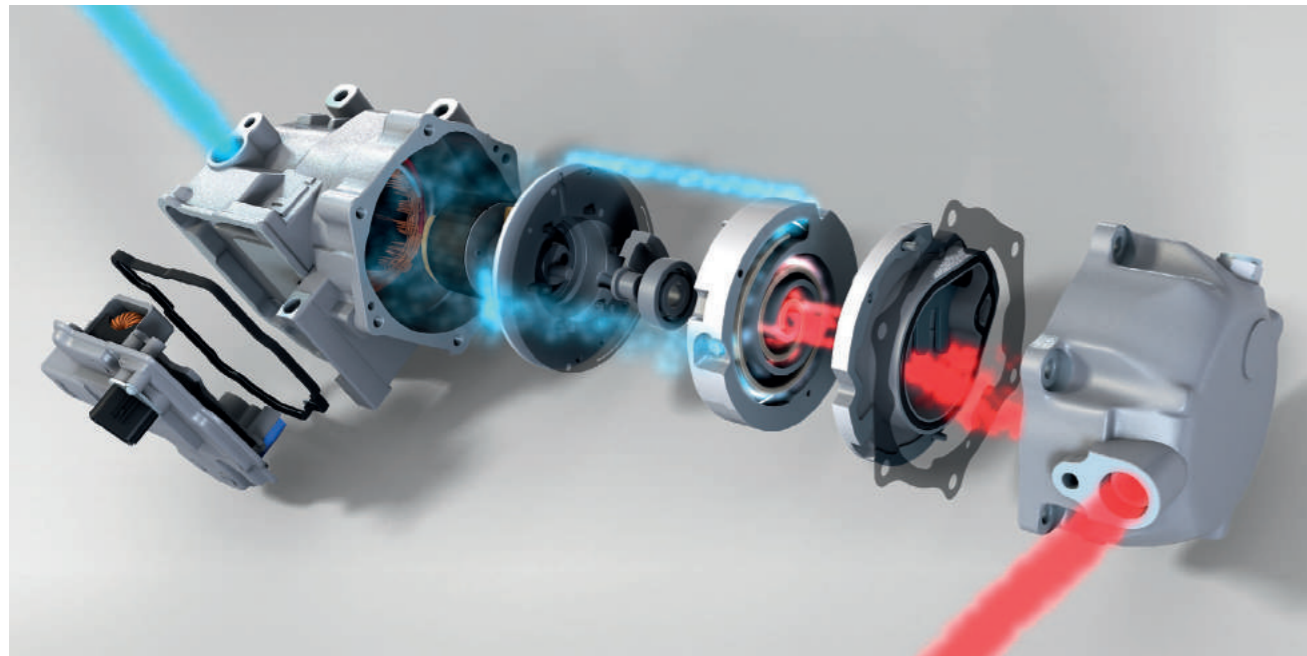


Ejemplo: señales de aviso en módulos y componentes

Compresor de A/C de alto voltaje

Funcionamiento

Los vehículos con tecnología híbrida pura utilizan compresores de A/C 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 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 de A/C se activa con la menor potencia posible, teniendo en cuenta los requisitos de la climatización.

Con los compresores de A/C de alto voltaje que se usan actualmente, la regulación de potencia se realiza mediante el correspondiente ajuste de velocidad en pasos de 50 rpm, 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 A/C 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 equivalente al mismo valor sin perder potencia.

Para generar el correspondiente par motor elevado para el accionamiento del compresor de A/C 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 del A/C hacia el lado de aspiración.

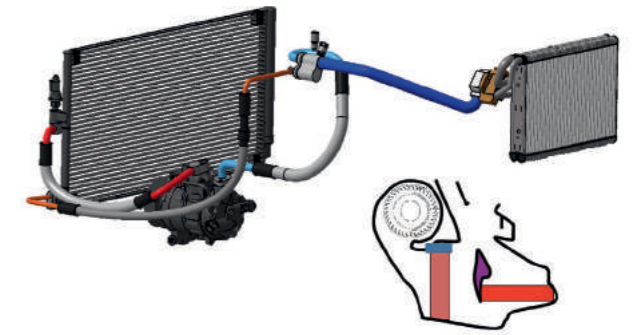
Gestión térmica de la batería

Comparación

La batería es esencial para el funcionamiento de un vehículo eléctrico o híbrido. 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.

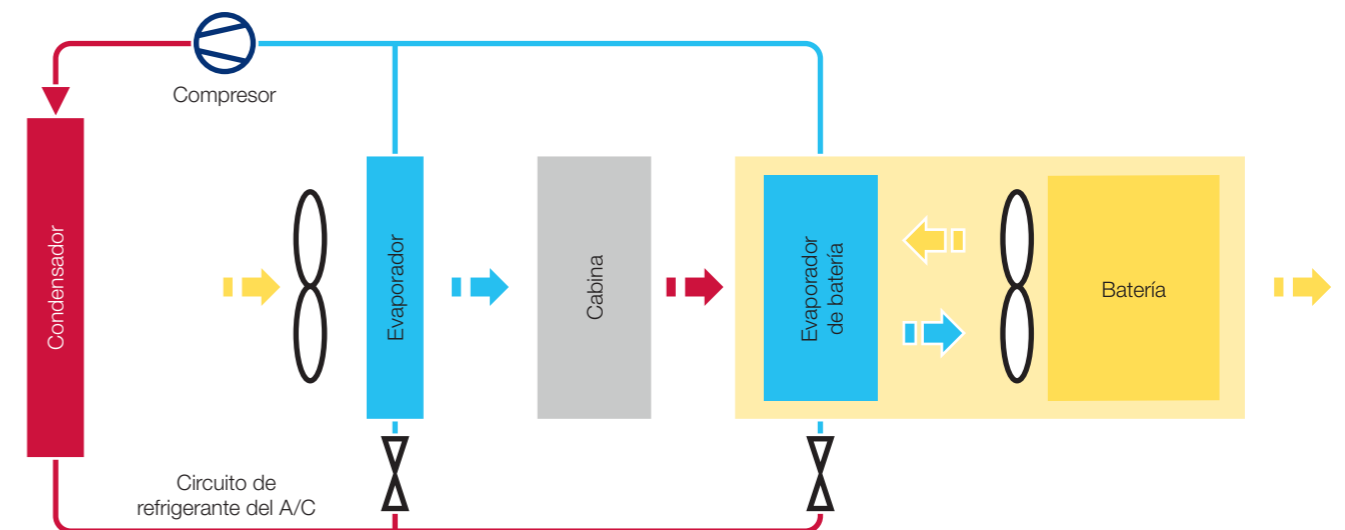
Es imprescindible que las baterías utilizadas funcionen dentro de una ventana de temperatura determinada. A partir de una temperatura de funcionamiento de +40 °C se reduce la vida útil, mientras que por debajo de 0 °C disminuye el grado de eficacia y la potencia. Además, la diferencia de temperatura 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 tem-



peraturas exteriores en los meses de verano contribuyen a que la temperatura alcance rápidamente 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. de 8 a 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.

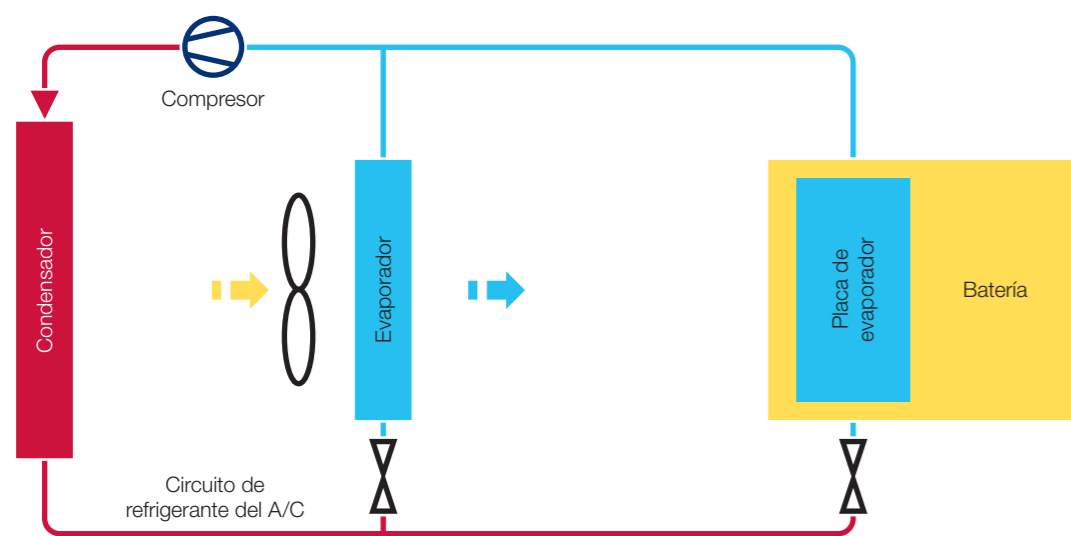
Desventajas de esta opción:

- 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 del A/C. 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.

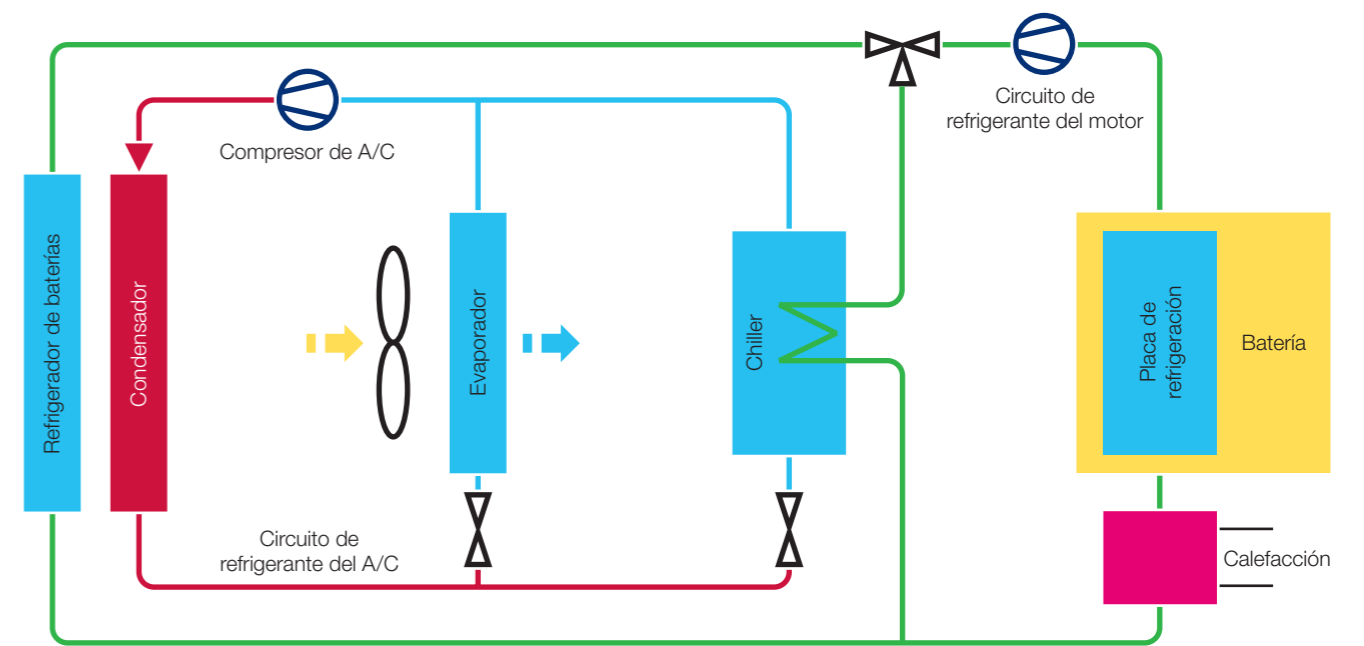
A temperaturas exteriores muy bajas sería necesario un aumento hasta alcanzar la temperatura ideal de la batería de al menos 15 °C. Sin embargo, en esta situación, la placa del evaporador no puede ser de ayuda. Una batería fría es menos eficiente que una bien atemperada y ya apenas puede cargarse a temperaturas 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 entre 15 °C y 30 °C. En el bloque de baterías, el refrigerante del motor compuesto por agua y glicol (circuito verde) fluye a través de una placa de refrigeración integrada. A bajas temperaturas, el refrigerante del motor puede ser calentado rápidamente por una calefacción para alcanzar la temperatura ideal. Si se produce un aumento de temperatura en

la batería durante el uso de las funciones híbridas, la calefacción se apaga. El refrigerante del motor 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 del motor 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 del A/C 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 necesaria para la reparación de vehículos eléctricos e híbridos

Para poder mantener y reparar los complejos sistemas de los vehículos eléctricos e híbridos, especialmente también los de 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 dos 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

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

- Climatización T-AC en el vehículo: estructura, funcionamiento y causas de avería más frecuentes de un sistema de climatización
- C-SK Cualificación para sistemas de climatización de vehículos

Mantenimiento de vehículos 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 a los que se haya informado 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.



Herramientas para trabajar en el sistema de alto voltaje

Los talleres de automóviles están obligados a instruir a todos los empleados que participan en el funcionamiento, el mantenimiento y la reparación de vehículos eléctricos e híbridos. Tenga en cuenta las condiciones específicas de cada país.

Durante la revisión y el mantenimiento del sistema de climatización hay que prestar atención a no lubricar los compresores de A/C eléctricos con los aceites PAG habituales. Estos carecen de las propiedades aislantes necesarias. Normalmente se utiliza para ello aceite POE, que sí cuenta con esas propiedades. También se puede emplear el aceite PAO 68 AA1 Clear Version (sin detector de fugas) de MAHLE.

De ahí que se recomienden para la revisión y el mantenimiento de sistemas de climatización de vehículos híbridos y eléctricos unidades de servicio A/C con función de lavado interna y un depósito independiente de aceite nuevo. De esta forma se evita la mezcla de aceites nuevos de diferentes clases.

Aceites PAG y PAO



El aceite juega un papel muy importante en el sistema de climatización.

Aceites hay muchos. ¿Cuál recomendar?

No importa si hay que cambiar el aceite del compresor de A/C o rellenar aceite durante el mantenimiento de sistemas de climatización: como la sangre en el cuerpo humano, el aceite desempeña funciones «vitales» en el sistema de climatización.

Por tanto, usar un aceite para compresor de A/C de alta calidad es decisivo para un funcionamiento seguro y duradero del sistema. El uso de aceites de baja calidad o incorrectos provoca —al igual que en el motor— un mayor desgaste, una avería prematura del compresor de A/C y la pérdida de la garantía.

Una elección incorrecta puede provocar daños. Hay que tener especialmente en cuenta las indicaciones específicas del fabricante y el vehículo.

Aceite PAG

Rendimiento para una buena climatización

Características del producto

- Los aceites PAG son aceites higroscópicos íntegramente sintéticos con base de glicol de polialquileno.
- Muchos fabricantes de vehículos y compresores de A/C los utilizan de fábrica con distintas viscosidades en sistemas de climatización con refrigerante del A/C R134a.
- Nuevos aceites especiales PAG 46 YF y 100 YF aptos tanto para refrigerante R1234yf como para R134a.

Ventajas y efecto

- Los aceites PAG se pueden mezclar bien con R134a (los aceites PAG 46 YF y 100 YF también con R1234yf) y sirven para lubricar la mayoría de sistemas de climatización de turismos y vehículos industriales.
- Al usar aceites PAG hay que prestar atención a la correcta elección de la clase de viscosidad (PAG 46, PAG 100, PAG 150). En este sentido, se deben tener en cuenta las especificaciones y las aprobaciones de los fabricantes de los vehículos.

Otros detalles

La desventaja de los aceites PAG radica en que son higroscópicos, es decir, que absorben y retienen la humedad del aire ambiente.

Un contenido de humedad demasiado alto en el sistema de climatización contribuye a la formación de ácidos y corrosión. A su vez, esto puede provocar fugas y daños en los componentes.

Por este motivo, los recipientes de aceite abiertos deben volver a cerrarse de inmediato y el aceite remanente solo se puede almacenar de forma limitada. Esto afecta especialmente también a los recipientes de aceite fresco de la unidad de servicio A/C.



Novedad en el catálogo

Aceite PAG SP-A2 de Sanden para compresores de A/C eléctricos especiales Sanden, referencia ACPL 9 000P/8FX 351 213-141.

Aceite PAO 68 y aceite PAO 68 Plus UV

Características del producto

- No higroscópico: a diferencia de otros aceites, no absorbe la humedad del ambiente
- Se puede usar alternativamente en lugar de diversos aceites PAG (¡tener en cuenta la sinopsis de aplicaciones!): acopio de un solo aceite en lugar de los tres que eran necesarios hasta ahora
- Más de 20 años de eficacia acreditada en la práctica
- Contribuye a mejorar el rendimiento del sistema de climatización
- Sin efectos negativos sobre los componentes del circuito de refrigerante (también es válido para el uso en estaciones de mantenimiento de la climatización/certificado por el fabricante con el Sealed Tube Test según la norma ASHRAE 97)
- Disponible sin (aceite PAO 68) o con la adición de medios de contraste (aceite PAO 68 Plus UV)

Ventajas y efecto

Aceite PAO 68

- Su carácter no higroscópico implica que el aceite PAO es fácil de manejar en los talleres. La cantidad de aceite necesaria se puede tomar de grandes recipientes (p. ej. de 5 litros).
- Una baja solubilidad del refrigerante en el aceite implica que el aceite PAO no se diluye y que conserva toda su viscosidad en el compresor de A/C.
- Una película de aceite en los componentes mejora el sellado y reduce la fricción entre las piezas móviles que hay en el compresor de A/C.
- Reducción de la temperatura de servicio y el desgaste.
- Esto incrementa la seguridad de funcionamiento, mitiga los ruidos y reduce los tiempos de funcionamiento y el consumo energético del compresor de A/C.



Aceite PAO 68 Plus UV

- Mismas propiedades positivas que el aceite PAO 68.
- Adicionalmente, incorporación de un medio contrastante fosforescente para la detección de fugas por UV.
- Baja concentración de porcentaje en volumen del medio contrastante, con las siguientes ventajas: cumplimiento de las características positivas del aceite y ausencia de efectos negativos en componentes del sistema o equipos de mantenimiento.

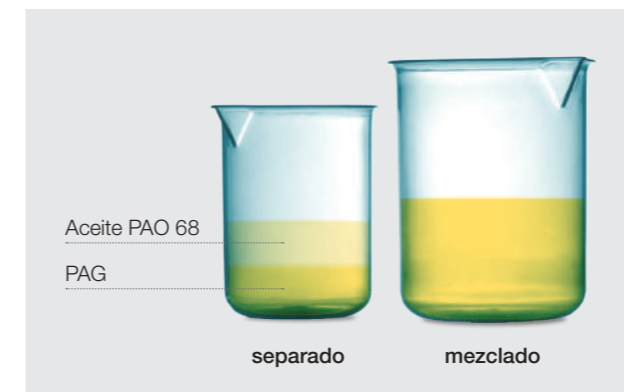
Otros detalles

¿El aceite PAO 68 es compatible con otros aceites?

- El aceite PAO 68 no ataca a materiales fluoroelastómeros, como p. ej. mangueras o juntas.
- Puesto que el aceite PAO 68 es compatible con muchos otros lubricantes y refrigerantes del A/C, se puede usar tanto para rellenar como para sustituir todo el aceite en el sistema. Por su estructura molecular y su densidad, es cierto que el aceite PAO 68 se mezcla hasta cierto punto con otros aceites, aunque en «estado de reposo» vuelve a separarse, por lo que no da lugar a un compuesto permanente.
- Así se garantiza la conservación de la viscosidad necesaria de los aceites y que no se produzca ninguna alteración de la viscosidad total (véase la ilustración en la página siguiente).

¿Cómo se ha testado el aceite PAO 68 Plus UV?

- El aceite PAO 68 Plus UV ha sido testado por el fabricante y por organismos independientes. Así, por ejemplo, la estabilidad química se ha testado con el denominado «Sealed Tube Test» según la norma ASHRAE 97. En este test se evalúa la interacción entre el refrigerante del A/C, el aceite para refrigerante, los diversos materiales de las juntas tóricas y los metales que se emplean en un sistema de climatización.
- Todos los test arrojaron un resultado positivo, de forma que se pueden descartar efectos negativos sobre los componentes del sistema de climatización del vehículo o los de la estación de mantenimiento de la climatización. Por tanto, el aceite PAO 68 Plus UV puede rellenarse tanto directamente en un componente, p. ej. el compresor de A/C, como también introducirse en el circuito de refrigerante a través de la estación de mantenimiento de la climatización.



¿Se puede usar el aceite PAO 68 en caso de problemas de humedad?

- El aceite PAO 68 no es higroscópico, es decir, que no absorbe nada de humedad del aire del entorno, a diferencia de otros aceites. Por consiguiente, con el uso exclusivo de aceite PAO 68 es posible combatir los problemas relacionados con la humedad, como p. ej. la congelación de componentes o la formación de ácidos. Las posibilidades de uso y también la estabilidad de almacenamiento del aceite PAO 68 son mucho mayores que las de los aceites convencionales.

Características y particularidades

- No hay riesgo de acumulaciones de aceite en el evaporador ni de la consiguiente merma de la potencia frigorífica
- Gracias a una película de aceite en los componentes se mejora el sellado
- Reducción de la fricción entre los componentes
- Menor consumo de energía del compresor de A/C
- Combinación única entre aceite sintético muy refinado y aditivos especiales que mejoran el rendimiento
- Rango operativo muy alto (desde -68 °C hasta +315 °C)
- Baja concentración de porcentaje en volumen del medio de contraste altamente activo en el aceite PAO 68 Plus UV, por lo que evita daños y protege los componentes del sistema y los equipos de mantenimiento

➤ La versión transparente del aceite PAO 68 AA1 (sin detector de fugas) también está autorizada para su uso con R1234yf y para compresores de A/C eléctricos de vehículos híbridos y eléctricos.

Comparativa de aceites para compresores de A/C

Tipo de aceite	Uso	Observación
Aceites PAG para refrigerante del A/C R134a	Existen diferentes aceites PAG que se pueden usar con el refrigerante R134a y que presentan diferentes propiedades de flujo (viscosidades). Los aceites PAG son higroscópicos, por lo que no se pueden conservar durante mucho tiempo en latas abiertas.	Los aceites PAG estándar no son aptos para el refrigerante R1234yf ni para los compresores de A/C de accionamiento eléctrico.
Aceite PAG YF para refrigerante del A/C R1234yf y R134a	Además, existen diferentes aceites PAG que se pueden usar con el refrigerante R1234yf y que presentan diferentes propiedades de flujo (viscosidades). La particularidad de estos PAG de MAHLE radica en que no solo son aptos para su uso con el refrigerante R1234yf, sino que también se pueden utilizar con el refrigerante R134a. Los aceites PAG son higroscópicos, por lo que no se pueden conservar durante mucho tiempo en latas abiertas.	El aceite PAG YF es apto tanto para refrigerante R1234yf como para R134a.
Aceite PAG SP-A2 para refrigerante del A/C R1234yf y R134a	Para el uso en compresores de A/C eléctricos, p. ej. de los fabricantes Sanden y Hanon.	
Aceite PAO 68 para refrigerante R134a, en parte para refrigerante R1234yf y otros refrigerantes del A/C	Se puede usar como alternativa en lugar de los diversos aceites PAG que se ofrecen para el R134a (con la ventaja de que no es higroscópico, es decir, que no absorbe la humedad del aire del entorno, a diferencia de otros aceites). Los dos aceites PAO distintos (AA1 y d AA3) que ofrece MAHLE se pueden emplear junto con muchos refrigerantes del A/C distintos (véase la sinopsis de productos).	El aceite PAO 68 AA1 Clear Version (sin detector de fugas) también se puede usar con el nuevo refrigerante R1234yf y en compresores de A/C con accionamiento eléctrico en vehículos híbridos y eléctricos.



Desde el tipo de aceite hasta el tipo de compresor de A/C

Referencia MAHLE/ antigua referencia Behr Hella Service	Producto	Clase de viscosidad	Contenido	Apto para refrigerantes	Apto para	Apto para tipos de compresor de A/C
Aceite PAG						
ACPL 1 000P 8FX 351 213-031	Aceite PAG	ISO 46	240 ml	R134a	Sistemas de climatización en vehículos con motor convencional de gasolina o diésel (turismos, vehículos industriales, maquinaria agrícola y de construcción)	Todos los tipos de compresor salvo los compresores con accionamiento eléctrico
ACPL 2 000P 8FX 351 213-041	Aceite PAG	ISO 150	240 ml	R134a	Sistemas de climatización en vehículos con motor convencional de gasolina o diésel (turismos, vehículos industriales, maquinaria agrícola y de construcción)	Todos los tipos de compresor salvo los compresores con accionamiento eléctrico
ACPL 3 000P 8FX 351 213-051	Aceite PAG	ISO 100	240 ml	R134a	Sistemas de climatización en vehículos con motor convencional de gasolina o diésel (turismos, vehículos industriales, maquinaria agrícola y de construcción)	Todos los tipos de compresor salvo los compresores con accionamiento eléctrico
Aceite PAG YF						
ACPL 7 000P 8FX 351 213-121	Aceite PAG YF	ISO 46	240 ml	R1234yf, R134a	Sistemas de climatización en vehículos con motor convencional de gasolina o diésel (turismos, vehículos industriales, maquinaria agrícola y de construcción)	Todos los tipos de compresor salvo los compresores con accionamiento eléctrico
ACPL 8 000P 8FX 351 213-131	Aceite PAG YF	ISO 100	240 ml	R1234yf, R134a	Sistemas de climatización en vehículos con motor convencional de gasolina o diésel (turismos, vehículos industriales, maquinaria agrícola y de construcción)	Todos los tipos de compresor salvo los compresores con accionamiento eléctrico
Aceite PAG SP-A2						
ACPL 9 000P 8FX 351 213-141	Aceite PAG SP-A2	ISO 46	250 ml	R1234yf, R134a	Sistemas de climatización en vehículos híbridos y eléctricos	Compresores con accionamiento eléctrico, p. ej. de los fabricantes Sanden, Hanon

Referencia MAHLE/ antigua referencia Behr Hella Service	Producto	Clase de viscosidad	Contenido	Apto para refrigerantes	Apto para	Apto para tipos de compresor de A/C
PAO 68 AA1 – Clear Version (sin detector de fugas)						
ACPL 10 000P 8FX 351 214-021	PAO AA1 Clear Version	ISO 68	1,0 l	R1234yf, R134a, R413a, R22, R12, R507a, R500, R502 R513a	Sistemas de climatización en vehículos con motor convencional de gasolina o diésel (turismos, vehículos industriales, maquinaria agrícola y de construcción)	Todos los tipos de compresor (también los compresores con accionamiento eléctrico) salvo los compresores rotativos de paletas
ACPL 11 000P 8FX 351 214-031	PAO AA1 Clear Version	ISO 68	500 ml	R1234yf, R134a, R413a, R22, R12, R507a, R500, R502 R513a	Sistemas de climatización en vehículos híbridos y eléctricos	Todos los tipos de compresor (también los compresores con accionamiento eléctrico) salvo los compresores rotativos de paletas
ACPL 14 000P 8FX 351 214-101	PAO AA1 Clear Version	ISO 68	5,0 l	R1234yf, R134a, R413a, R22, R12, R507a, R500, R502 R513a	Sistemas de climatización en transportes refrigerados	Todos los tipos de compresor (también los compresores con accionamiento eléctrico) salvo los compresores rotativos de paletas
PAO 68 AA1 – Plus UV						
ACPL 15 000P 8FX 351 214-201	PAO AA1 Plus UV	ISO 68	500 ml	R134a, R413a, R22, R12, R507a, R500, R502	Sistemas de climatización en vehículos con motor convencional de gasolina o diésel (turismos, vehículos industriales, maquinaria agrícola y de construcción)	Todos los tipos de compresor salvo los compresores rotativos de paletas
ACPL 16 000P 8FX 351 214-211	PAO AA1 Plus UV	ISO 68	1,0 l	R134a, R413a, R22, R12, R507a, R500, R502	Sistemas de climatización en vehículos híbridos y eléctricos	Todos los tipos de compresor salvo los compresores rotativos de paletas
ACPL 17 000P 8FX 351 214-221	PAO AA1 Plus UV	ISO 68	5,0 l	R134a, R413a, R22, R12, R507a, R500, R502	Sistemas de climatización en transportes refrigerados	Todos los tipos de compresor salvo los compresores rotativos de paletas
PAO 68 AA3 – Clear Version (sin detector de fugas)						
ACPL 13 000P 8FX 351 214-081	PAO AA3 Clear Version	ISO 100	1,0 l	R1234y, R134a, R413a R513a	Sistemas de climatización en vehículos con motor convencional de gasolina o diésel (turismos, vehículos industriales, maquinaria agrícola y de construcción)	Especial para compresores rotativos de paletas
PAO 68 AA3 – Plus UV						
ACPL 18 000P 8FX 351 214-281	PAO AA3 Plus UV	ISO 100	1,0 l	R134a, R413a	Sistemas de climatización en vehículos con motor convencional de gasolina o diésel (turismos, vehículos industriales, maquinaria agrícola y de construcción)	Especial para compresores rotativos de paletas

Sinopsis de productos

Producto	Uso	Tipo de compresor de A/C	Refrigerante del A/C	Clase de viscosidad	Contenido	Referencia MAHLE/ antigua referencia Behr Hella Service
Aceite PAG	Sistemas de climatización de vehículo*	Todos los tipos**	R134a	PAG I (ISO 46)	240 ml	ACPL 1 000P 8FX 351 213-031
	Sistemas de climatización de vehículo*	Todos los tipos**	R134a	PAG II (ISO 100)	240 ml	ACPL 3 000P 8FX 351 213-051
	Sistemas de climatización de vehículo*	Todos los tipos**	R134a	PAG III (ISO 150)	240 ml	ACPL 2 000P 8FX 351 213-041
Aceite PAG YF	Sistemas de climatización de vehículo*	Todos los tipos**	R1234yf, R134a	PAG I (ISO 46)	240 ml	ACPL 7 000P 8FX 351 213-121
	Sistemas de climatización de vehículo*	Todos los tipos**	R1234yf, R134a	PAG II (ISO 100)	240 ml	ACPL 8 000P 8FX 351 213-131
Aceite PAG SP-A2	Sistemas de climatización en vehículos híbridos y eléctricos	Compresores eléctricos	R1234yf, R134a	PAG (ISO 46)	250 ml	ACPL 9 000P 8FX 351 213-141
Aceite PAO 68	Sistemas de climatización de vehículo*	Todos los tipos (salvo los rotativos de paletas)	R1234yf, R134a, R413a, R22, R513a			
	Sistemas de climatización en vehículos híbridos y eléctricos	Compresores eléctricos	R1234yf, R134a R513a	AA1 (ISO 68)	500 ml	ACPL 11 000P 8FX 351 214-031
	Vehículos frigoríficos (transporte de productos frescos)	Compresores de émbolo**	R1234yf, R134a, R507a, R500, R513a	AA1 (ISO 68)	1,0 l	ACPL 10 000P 8FX 351 214-021
	Vehículos frigoríficos (transporte de productos congelados)	Compresores de émbolo**	R507a, R502, R513a, R22	AA1 (ISO 68)	5,0 l	ACPL 14 000P 8FX 351 214-101
	Sistemas de climatización de vehículo*	Compresores rotativos de paletas**	R134a, R413a, R513a	AA3 (ISO 100)	1,0 l	ACPL 13 000P 8FX 351 214-081
Aceite PAO 68 Plus UV	Sistemas de climatización de vehículo*	Todos los tipos** (salvo los rotativos de paletas)	R134a, R413a, R22	AA1 (ISO 68)	500 ml	ACPL 15 000P 8FX 351 214-201
	Vehículos frigoríficos (transporte de productos frescos)	Compresores de émbolo**	R134a, R507a, R500	AA1 (ISO 68)	1,0 l	ACPL 16 000P 8FX 351 214-211
	Vehículos frigoríficos (transporte de productos congelados)	Compresores de émbolo**	R507a, R502, R22	AA1 (ISO 68)	5,0 l	ACPL 17 000P 8FX 351 214-221
	Sistemas de climatización de vehículo*	Compresores rotativos de paletas**	R134a, R413a	AA3 (ISO 100)	1,0 l	ACPL 18 000P 8FX 351 214-281

* Turismos, vehículos industriales, maquinaria agrícola y de construcción

** Salvo para compresores de A/C eléctricos



Equipamiento para taller de MAHLE Service Solutions

Además de MAHLE Aftermarket, para todo lo relativo a la climatización del vehículo tiene a su disposición otro socio de confianza como es MAHLE Service Solutions.



➤ En las próximas páginas encontrará un extracto del equipamiento y los accesorios para todos los trabajos relacionados con el sistema de climatización.

ArcticPRO® ACX HFC R134a

ACX 310

Descripción

Unidad de servicio A/C ACX 310

Referencia

1010350478XX



ACX 320

Descripción

Unidades de servicio A/C de nueva generación para sistemas de R134a, convertibles a sistemas de R1234yf o R513a, conexión WiFi, sistema de apertura del aparato «Onetouch», conexión a red ASA

Referencia

1010350379XX



ArcticPRO® ACX HFC R134a

ACX 350

Descripción	Referencia
Unidades de servicio A/C de nueva generación para sistemas de R134a, convertibles a sistemas de R1234yf o R513a, conexión WiFi, sistema de apertura del aparato «Onetouch», conexión a red ASA, conexión a diagnóstico (opcional)	1010350381XX



ACX 380

Descripción	Referencia
Unidades de servicio A/C de nueva generación para sistemas de R134a, convertibles a sistemas de R1234yf o R513a, conexión WiFi, sistema de apertura del aparato «Onetouch», conexión a red ASA, conexión a diagnóstico (opcional), app de control remoto	1010350383XX



ArcticPRO® ACX HFO R1234yf

ACX 410

Descripción	Referencia
Unidad de servicio A/C ACX 410	1010350479XX



ArcticPRO® ACX HFO R1234y

ACX 420

Descripción	Referencia
Unidades de servicio A/C de nueva generación para sistemas de R1234yf, conexión WiFi, sistema de apertura del aparato «Onetouch», conexión a red ASA	1010350380XX



ACX 450

Descripción	Referencia
Unidades de servicio A/C de nueva generación para sistemas de R1234yf, conexión WiFi, sistema de apertura del aparato «Onetouch», conexión a red ASA, conexión a diagnóstico (opcional)	1010350382XX



ACX 480

Descripción	Referencia
Unidades de servicio A/C de nueva generación para sistemas de R1234yf, conexión WiFi, sistema de apertura del aparato «Onetouch», conexión a red ASA, conexión a diagnóstico (opcional), app de control remoto	1010350384XX



Accesorios para ArcticPRO® ACX

Análisis de refrigerante para unidades de servicio A/C a partir del año de fabricación 2018

Descripción	Referencia
Análisis de refrigerante del A/C R134a/R1234yf	1010350393XX



Análisis de refrigerante para unidades de servicio A/C del año de fabricación 2017

Descripción	Referencia
Análisis de refrigerante del A/C R134a/R1234yf	1010350394XX



Equipo de aspiración de refrigerante ROU R134a/R1234yf

Descripción	Referencia
Sistema patentado para la evacuación de refrigerante del A/C contaminado; solo funciona en combinación con una unidad de servicio A/C MAHLE	1010350326XX



Kit de conversión de R134a a R1234yf para unidades de servicio A/C a partir del año de fabricación 2018

Descripción	Referencia
Kit de conversión de R134a a R1234yf	1010350397XX

Kit de conversión de R134a a R513a para unidades de servicio A/C a partir del año de fabricación 2018

Descripción	Referencia
Kit de conversión de R134a a R513a	1010350398XX

Funda para unidades de servicio A/C a partir del año de fabricación 2018

Descripción	Referencia
Cubierta ACX	1010350400XX

Ampliación con impresora para unidades de servicio A/C a partir del año de fabricación 2018

Descripción	Referencia
Kit de impresora para productos ACX	1010350396XX

Ampliación con impresora para unidades de servicio A/C del año de fabricación 2017

Descripción	Referencia
Kit de impresora para productos ACX	1010350299XX

Prolongación de manguera

Descripción	Referencia
Kit de prolongación de manguera de llenado de 3 m incl. adaptador	1010350303XX

Kit de servicio ACX

Descripción	Referencia
Kit de servicio para el mantenimiento y el calibrado de unidades de servicio A/C (incl. maletín)	1010350298XX

Lápiz para pantalla táctil de unidades de servicio A/C

Descripción	Referencia
Lápiz para pantalla táctil de unidades de servicio A/C, etc.	1010350403XX

Accesorios para ArcticPRO® ACX

Contraste: 250 ml

Descripción	Referencia
250 ml, envase dispensador, 1 unidad	1010350041XX



Contraste híbrido: 250 ml

Descripción	Referencia
250 ml, envase dispensador, 1 unidad	1010350281XX



Contraste R134a con dispositivo dosificador: 7,5 ml + manguera

Descripción	Referencia
Cantidad mínima por pedido: 6 uds. Colorante fluorescente para híbrido + manguera	1010350285XX



Contraste HFO R1234yf: 250 ml

Descripción	Referencia
Cantidad mínima por pedido: 1 unidad Colorante fluorescente para HFO R1234yf	1010350282XX



Accesorios para ArcticPRO® ACX

Contraste R1234yf con dispositivo dosificador: 7,5 ml + manguera

Descripción	Referencia
Cantidad mínima por pedido: 6 uds. Colorante fluorescente para sistema R1234yf + manguera	1010350286XX



Producto para eliminar el contraste: 250 ml

Descripción	Referencia
Cantidad mínima por pedido: 1 unidad Desengrasante universal	1010350287XX



Kit de insertos de válvula

Descripción	Referencia
Kit de insertos de válvula	1010350280XX



Espray desinfectante para sistema de climatización: 400 ml

Descripción	Referencia
Cantidad mínima por pedido: 4 uds. Espray higiénico para sistemas de climatización de vehículo	1010350046XX



Accesorios para ArcticPRO® ACX

Espray desinfectante para el habitáculo del vehículo: 200 ml

Descripción	Referencia
Cantidad mínima por pedido: 6 uds. Espray higiénico para el habitáculo del vehículo	1010350047XX



Limpiador para condensadores: 400 ml

Descripción	Referencia
Cantidad mínima por pedido: 4 uds. Limpiador desengrasante especial para el condensador	1010350048XX



Kit de experto

Descripción	Referencia
2 x PAG ISO 46, 2 x PAG ISO 100, 1 x PAG ISO 150 1 x contraste, 2 x limpiador de habitáculo, 1 x POE ISO 80 Hybrid, 1 x PAG ISO 46 HFO 1234yf, 6 x contraste híbrido en unidad dosificadora 7,5 ml, 6 x contraste HFO 1234yf en unidad dosificadora 7,5 ml, 1 x válvula, 1 x producto para eliminar contraste	1010350289XX



Kit de detección de fugas con nitrógeno

Descripción	Referencia
Convertible a R1234yf Equipamiento básico para el uso del kit de detección de fugas	1010350130XX



Accesorios para ArcticPRO® ACX

Kit UV

Descripción	Referencia
Kit UV	1010350033XX



Kit de detección de fugas con nitrógeno/hidrógeno

Descripción	Referencia
Solo apto para combinar con kit de nitrógeno (31144A)	1010350288XX



Kit de detección de fugas con nitrógeno/hidrógeno

Descripción	Referencia
Apto para usar de manera autónoma	1010350309XX



Cartucho de relleno de nitrógeno/hidrógeno

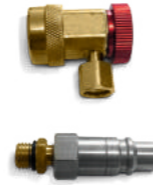
Descripción	Referencia
6 botellas	1010350296XX



Accesorios para ArcticPRO® ACX

Kit de conversión para el kit de detección de fugas con nitrógeno/hidrógeno

Descripción	Referencia
Kit de conversión de R134a a R1234yf	1010350262XX



Kit de lavado R134a/R1234yf serie M

Descripción	Referencia
Para refrigerante del A/C R134a	1010350053XX



Kit híbrido

Descripción	Referencia
Para R134a y R1234yf, incl. adaptador	1010350401XX



Kit híbrido ACX (PAG > POE)

Descripción	Referencia
Kit híbrido para R134a/R1234yf	1010350302XX



Accesorios para ArcticPRO® ACX

Aceite para bomba de vacío: 500 ml

Descripción	Referencia
Solo disponible en pack de 2	1010350037XX



Kit de lavado de filtros, año de fabricación 2018

Descripción	Referencia
Kit de lavado de filtros	1010350402XX



Filtro desecador para ACX hasta año de fabricación 2017

Descripción	Referencia
Filtro desecador para ACX	1010350420XX



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

www.mahle-aftermarket.com
www.mpulse.mahle.com