



**REFRIGERACIÓN DEL VEHÍCULO**  
CONOCIMIENTOS BÁSICOS  
PARA EL TALLER



# ¿Qué es el Termocontrol?

Termocontrol significa no sólo contar con una temperatura óptima en todas las situaciones de funcionamiento, sino también calentar y enfriar el habitáculo del vehículo. Un sistema moderno de termocontrol se compone, por tanto, de los recambios necesarios para la refrigeración del motor y para el aire acondicionado.

Los componentes de estos dos sistemas, que ejercen entre sí una influencia mutua, forman a menudo una sola unidad. En este manual le presentaremos los modernos sistemas de refrigeración y los conocimientos técnicos que los sustentan. Dentro de este contexto trataremos también su funcionamiento, causas de averías, peculiaridades y posibilidades de diagnóstico.



## Exención de responsabilidad/Certificación de las ilustraciones

La información que contiene este documento se ha recopilado teniendo en cuenta, entre otros datos, las indicaciones de los fabricantes e importadores de automóviles. Se ha procedido con el máximo cuidado posible para garantizar la corrección de los datos reseñados.

Sin embargo, no podemos responsabilizarnos de posibles errores ni tampoco de las consecuencias que pudieran resultar de dichos errores. Esto debe aplicarse no sólo para el empleo de los datos e informaciones que pudieran ser incorrectos o que se hayan representado de forma incorrecta, sino también para los errores que pudieran haber surgido durante la recopilación de estos datos. Sin que suponga una delimitación de lo ya mencionado, no podemos responsabilizarnos de ningún tipo de pérdida relacionada con posibles ganancias, ni siquiera económicas, ni con posibles perjuicios que afecten al valor de las empresas y que sean resultado de dichos errores. No podemos asumir ninguna responsabilidad por daños o fallos en el servicio que resultaran de la no observancia de lo establecido en esta documentación, en particular las advertencias relativas a la seguridad. Las imágenes mostradas en este manual proceden en su mayoría de las empresas Behr GmbH & Co. KG y Behr Hella Service GmbH.

# ÍNDICE

	Página		Página
<b>1</b>		<b>4</b>	
<b>Sistemas de refrigeración modernos</b>		<b>6</b>	<b>Calefactor de coeficiente positivo de temperatura PTC</b>
1.1	Sistema integrado – Turismo	4	
1.2	Sistema integrado – Vehículo Industrial	5	6.1
1.3	Estructura de un módulo moderno de refrigeración	5	6.2
		5	6.3
		6	6.4
		7	6.5
<b>2</b>	<b>Refrigeración – echando la vista atrás</b>	<b>6</b>	<b>7</b>
2.1	Refrigeración del motor con agua	6	<b>Diagnosis, mantenimiento y reparación</b>
2.2	Situación actual	7	7.1
		8	7.2
<b>3</b>	<b>Sistemas de refrigeración</b>	8	7.3
3.1	El sistema de refrigeración del motor	9	7.4
3.2	Radiador de refrigerante	9	7.4.1
3.2.1	Estructura habitual	9	Comprobación del sistema de refrigeración mediante un test de presión
3.2.2	Formas en su construcción	10	36
3.2.3	Radiador de aluminio	10	7.5
3.3	Depósito de compensación (depósito de expansión)	11	7.5.1
3.3.1	Funcionamiento	12	7.5.2
3.4	Termostato	12	7.6
3.4.1	Funcionamiento	13	Comprobación del sistema de refrigeración y diagnosis
3.5	Bombas de refrigerante	14	7.6.1
3.6	Calefactores	15	7.6.2
		16	7.6.3
		16	La calefacción no calienta lo suficiente
		18	39
<b>4</b>	<b>Ventiladores del motor</b>	<b>8</b>	<b>Sistema de refrigeración con regulación electrónica (Ejemplo VW 1,6l motor APF)</b>
4.1	Ventiladores Visco®	16	8.1
		18	8.2
<b>5</b>	<b>Otros sistemas de refrigeración</b>	18	8.3
5.1	Refrigeración del aceite – motor y transmisión	18	8.4
5.2	Refrigeración de la servodirección	19	8.5
5.3	Refrigeración del combustible	19	8.6
5.4	Refrigeración del aire de carga	20	8.7
5.4.1	Fundamentos	20	Regulación electrónica – Visión general
5.4.2	Requisitos	20	8.8
5.4.3	Refrigeración directa	21	8.9
5.4.4	Refrigeración indirecta	22	8.10
5.4.5	Regulación térmica del aire del motor	23	Regulación de la temperatura del refrigerante al encender la calefacción
5.4.6	Diseño moderno para los más exigentes	24	44
5.5	EURO 5 y su significado	25	8.8
5.5.1	Gestión de la temperatura en el funcionamiento del aire de succión (ATM)	25	8.9
5.5.2	Reducción de las emisiones	25	8.10
5.5.3	Regeneración del filtro de partículas	26	Termostato regulado por el diagrama característico
5.5.4	Ahorro energético	26	46
5.5.5	Subsistemas de la gestión de la temperatura en el aire de succión	27	8.11
5.5.6	Gestión de la temperatura de la batería en vehículos híbridos	28	Conclusiones
			47
		<b>9</b>	<b>Breve información técnica para el taller</b>
		9.1	Depósito de expansión
		9.2	Radiador de refrigerante
		9.2.1	Tapón de cierre del radiador
		9.2.2	Lavado del sistema de refrigeración
		9.3	Intercooler
		9.4	Radiador de aceite
		9.5	Calefacción auxiliar de coeficiente positivo de temperatura (PTC)
		9.6	Embrague Visco®
		9.7	Ventilador Visco®
		9.8	Calefactor
		9.9	Radiador de aceite para retardadores
			70

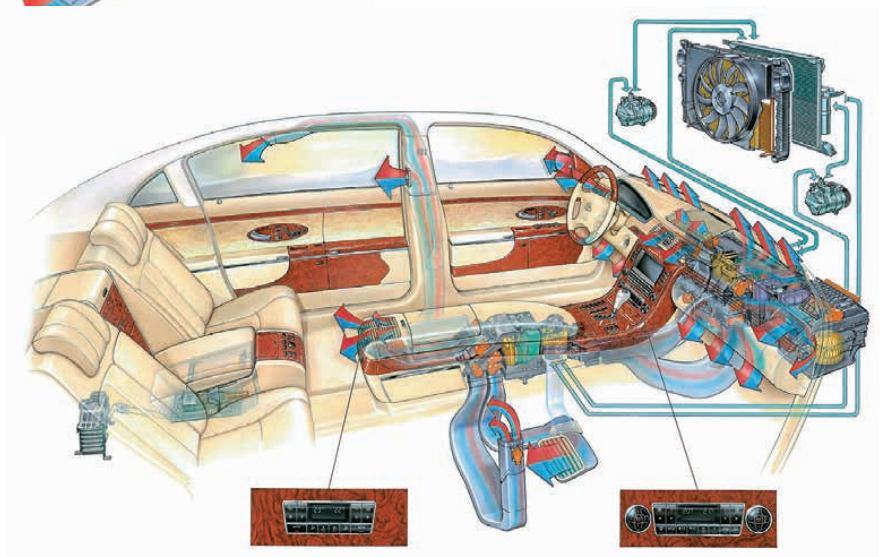
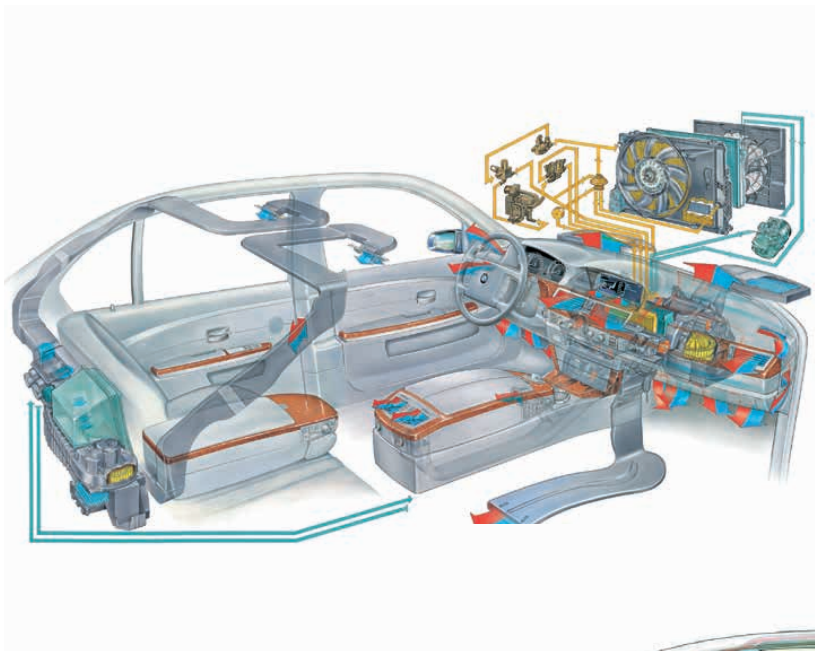


# 1 SISTEMAS DE REFRIGERACIÓN MODERNOS

## 1.1 Sistema integrado – Turismo

Todo el calor generado por el motor y por los sistemas que dependen de él debe disiparse. Hoy en día, la temperatura de servicio de un motor admite un grado muy pequeño tolerancia para controlar correctamente la temperatura ambiente y la de servicio (en el motor y en el habitáculo). Si la temperatura de servicio aumenta, los valores de emisión de los gases de escape pueden verse afectados. Ello puede provocar un fallo en la unidad de control del motor. Además, en determinados tipos

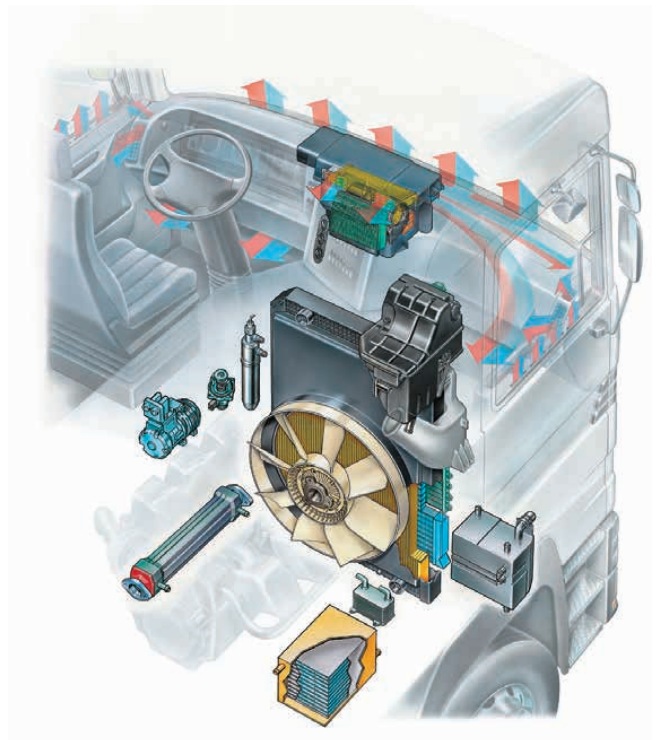
de motor como los de inyección directa, diésel y de gasolina que generan poco calor, será necesario contar con un sistema de refrigeración que en verano proporcione frío a los ocupantes del vehículo y que en invierno proporcione calor. Todos estos factores deben tenerse en cuenta a la hora de desarrollar un sistema de termocontrol. Aquí entra en juego, además, la necesidad de disponer de una mayor potencia y de una mayor eficacia en un espacio de montaje muy reducido.





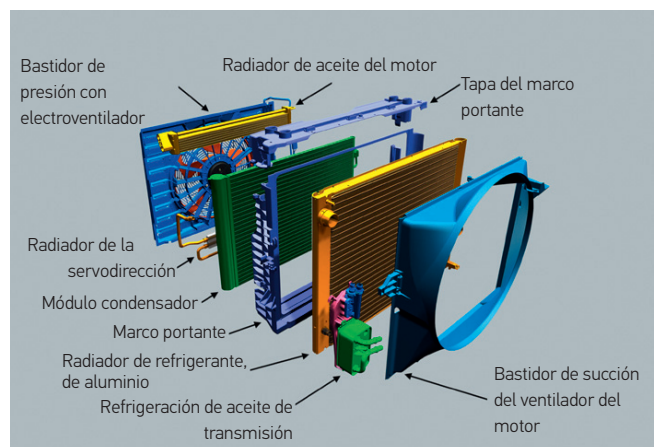
## 1.2 Sistema integrado – Vehículo Industrial

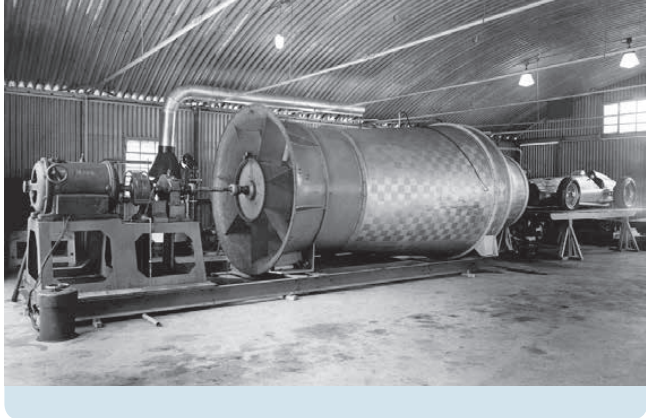
Ejemplo de la estructura actual del termocontrol en vehículo industrial. En esta documentación presentaremos ambos sectores: turismo y vehículo industrial.



## 1.3 Estructura de un módulo moderno de refrigeración

Ejemplo de la estructura habitual de un módulo de refrigeración. Se compone de radiador del refrigerante, radiador del aceite del motor, condensador, radiador del aceite de transmisión, radiador de la servodirección y ventilador del condensador.





## 2 REFRIGERACIÓN – ECHANDO LA VISTA ATRÁS

### 2.1 Refrigeración del motor con agua

Las temperaturas generadas durante la combustión del combustible (hasta 2.000°C) perjudican el funcionamiento del motor. Por este motivo es necesario enfriarlo hasta la temperatura de servicio. El primer modo de refrigeración con agua fue la refrigeración por termosifón. El agua calentada, más fluida, sube por un tubo colector hacia la parte superior del radiador. El aire que entra durante la marcha la enfría, y a continuación el agua desciende y retorna al motor. Mientras el motor esté en funcionamiento, este circuito de refrigeración es continuo. La refrigeración se complementaba con ventiladores, y no era necesario ningún otro elemento de regulación. Más adelante, la circulación del agua se aceleró gracias a la bomba de agua.

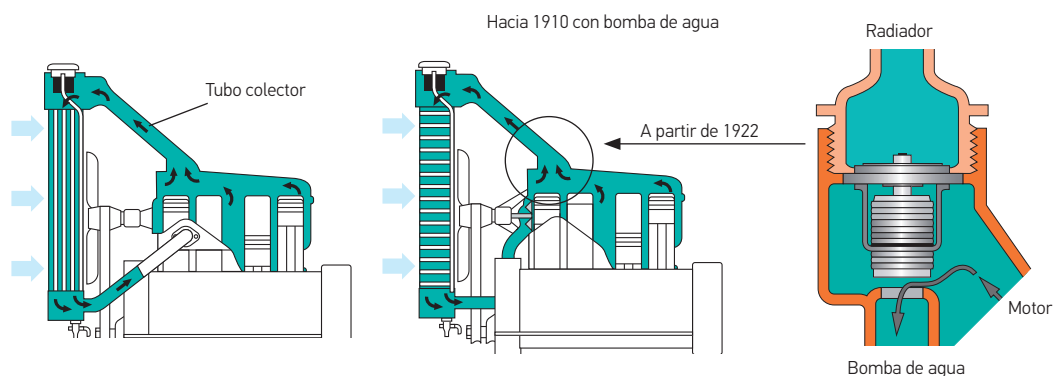
#### Puntos débiles:

- el tiempo de calentamiento era muy largo
- en las épocas frías del año la temperatura del motor era muy baja

En los nuevos motores que se fabricaron posteriormente se empezó a usar un regulador del agua de refrigeración = el termostato.

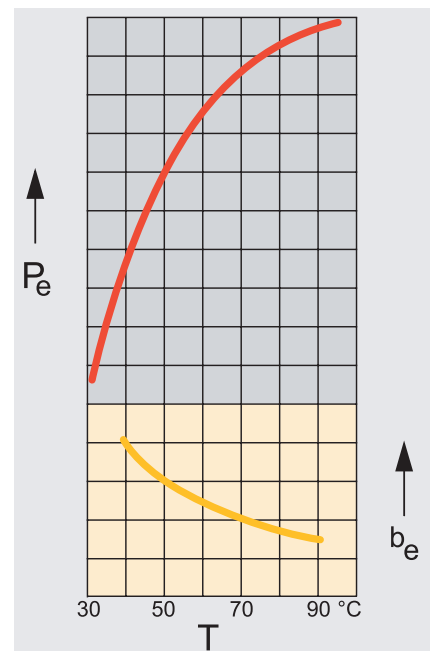
La circulación de agua a través del radiador se regulaba dependiendo de la temperatura del agua de refrigeración. En 1922 se describía el proceso de esta manera: "Estos dispositivos consiguen un calentamiento rápido del motor y evitan que se enfríe". Aquí ya estamos hablando de una refrigeración regulada por termostato con:

- breve tiempo de calentamiento
- la temperatura de servicio se mantiene constante



## 2.2 Situación actual

Una mejora decisiva supuso el empleo del termostato y del circuito de refrigerante "puenteado" que ha sido posible gracias al termostato. Mientras no se alcance la temperatura deseada de servicio del motor, el agua no corre por el radiador, sino que vuelve directamente al motor por el camino más corto. Esta regulación ha seguido así hasta hoy en todos los sistemas. La influencia de la temperatura del motor sobre la potencia y el consumo de combustible puede apreciarse en el gráfico adjunto. Una temperatura adecuada de servicio del motor es importante hoy en día no sólo para el rendimiento y el consumo, sino también para lograr una baja emisión de sustancias nocivas. Para refrigerar un motor se recurre al hecho de que el agua bajo presión no entra en ebullición a 100°C, sino a 115°C o incluso a 130°C. El circuito de refrigeración se encuentra entonces bajo una presión de 1,0 - 1,5 bar. Aquí hablamos de sistema cerrado de refrigeración. La instalación tiene para ello un depósito de compensación que se llena sólo hasta la mitad. Como medio refrigerante se utiliza no sólo agua, sino también una mezcla de agua y aditivo refrigerante. En este caso hablamos de refrigerantes con protección anticongelante, con un alto punto de ebullición y que protegen los componentes del motor fabricados con metal ligero.



$P_e$  = Potencia  
 $b_e$  = Consumo de combustible  
T = Temperatura del motor



# 3 SISTEMAS DE REFRIGERACIÓN

## 3.1 El sistema de refrigeración del motor

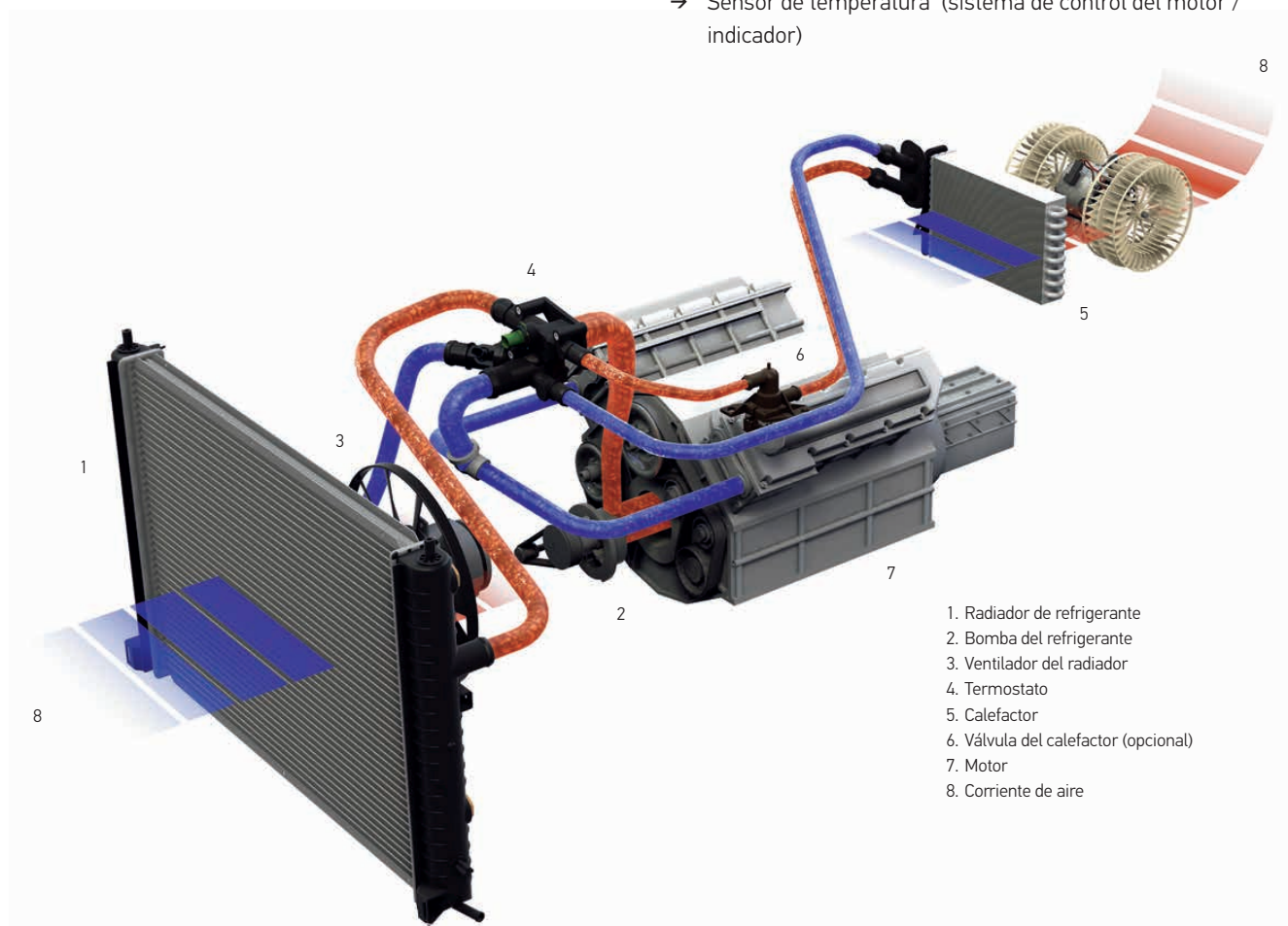
Como todos bien sabemos, el compartimento del motor cuenta cada día con menos espacio, por lo que se genera allí un enorme calor que debe disiparse. La tarea de refrigerar el compartimento del motor supone para los modernos sistemas de refrigeración un reto cada vez más exigente y, por ello, en los últimos tiempos ha habido grandes avances en el ámbito de la refrigeración.

**Las exigencias impuestas a los sistemas de refrigeración son:**

- fase de calentamiento más breve
- rápido calentamiento del habitáculo
- bajo consumo de combustible
- mayor vida útil de los componentes

**La base de todo sistema de refrigeración del motor se compone de los siguientes elementos:**

- Radiador de refrigerante
- Termostato
- Bomba del refrigerante (mecánica o eléctrica)
- Depósito de compensación (depósito de expansión)
- Mangueras
- Ventilador del motor (accionado por correas dentadas o Visco®)
- Sensor de temperatura (sistema de control del motor / indicador)



### 3.2 Radiador de refrigerante

A partir de 1905 comienza la refrigeración del motor; la temperatura de combustión en el motor era entonces de aprox. 600-800°C. Los radiadores de acero se emplearon desde inicios del siglo pasado hasta aprox. 1938; luego vinieron los radiadores de metal no ferroso (cobre/latón). Inconveniente: mayor peso y unidades limitadas ya que el precio de los materiales era muy elevado.

#### Requisitos que debe cumplir un radiador:

- alta densidad de potencia
- rigidez suficiente
- resistencia duradera a la corrosión
- bajos costes de fabricación
- producción respetuosa con el medio ambiente

#### Versiones

- Depósito de agua de plástico reforzado con fibra de vidrio
- Cada vez más frecuente, en aluminio

#### Tarea

- Refrigerar el refrigerante en el circuito del motor

#### Ventajas

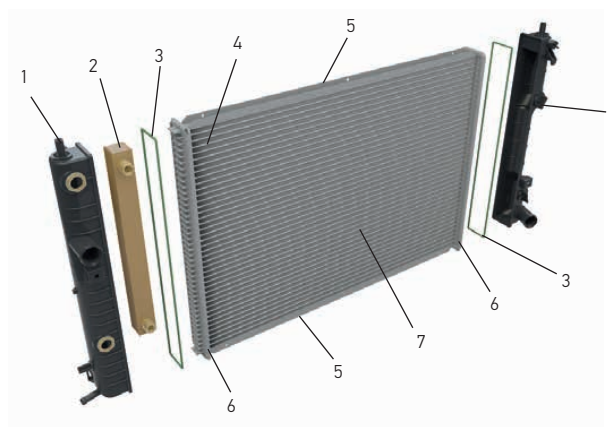
- Montaje preciso para una fácil instalación
- Óptimo grado de efectividad
- Conforme con las especificaciones del cliente (OEM)



#### 3.2.1 Estructura habitual

En el radiador de refrigerante, el radiador del aceite puede aparecer como una pieza aparte. Todos los componentes se montan conjuntamente. Así es cómo el radiador de refrigerante consigue su forma exterior. La refrigeración tiene lugar a través de las nervaduras de refrigeración (parrilla); el aire que fluye a través de ellas va disipando el calor del refrigerante.

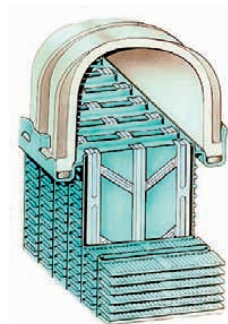
El refrigerante fluye de arriba abajo, lo que se conoce como flujo descendente, o en transversal (de derecha a izquierda, o viceversa). Ambas opciones deben contar con tiempo suficiente y con una sección transversal adecuada para que el aire pueda tener una acción refrigerante efectiva sobre el líquido refrigerante.



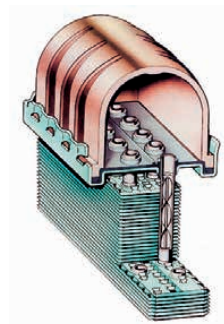
1. Caja de agua
2. Radiador de aceite
3. Juntas
4. Nervaduras (parrilla)
5. Chapas laterales
6. Suelo
7. Conducto de refrigeración

### 3.2.2 Formas en su construcción

Existen dos formas que son las más habituales: soldadas o ensambladas mecánicamente. Ambas formas son las utilizadas en los radiadores de corriente de caída. Los primeros radiadores estaban provistos de un depósito de agua de latón que posteriormente se fabricó en plástico. Los radiadores de corriente transversal son un 40% más pequeños y se utilizan en los turismos actuales, ya que se necesita que su forma sea más plana. El depósito de agua se fija y se sella con un rebordeado de ranuras onduladas desarrollado por Behr. Otro tipo de fijación es el rebordeado lobulado. Los radiadores de flujo descendente se instalan en automóviles más altos (tipo todoterreno) o en vehículos industriales.



Soldado



Ensamblado mecánicamente

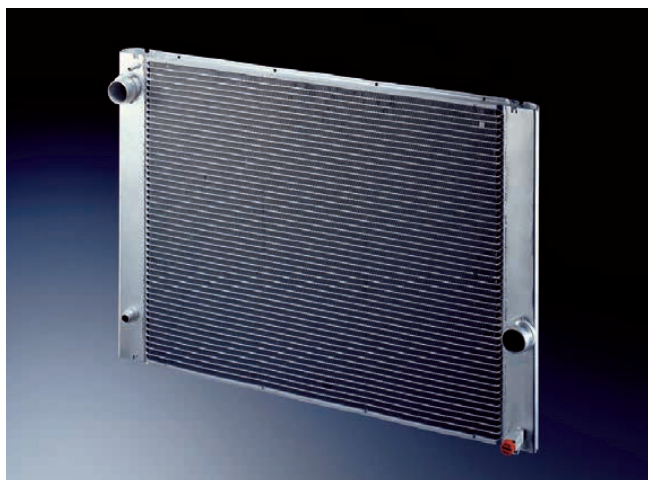
### 3.2.3 Radiador de aluminio

Como se puede ver aquí, en el radiador fabricado totalmente en aluminio se reduce considerablemente el grosor de la parrilla. Ello ayuda a mantener el grosor total del módulo de refrigeración en unas medidas muy reducidas, p.ej. el radiador de aluminio del Audi A8 es un 11% más ligero y su profundidad de montaje ha disminuido en 20 mm.

Este tipo de radiador tiene las siguientes características:

- Desaparece el piso superior
- La profundidad de la parrilla es igual que la del radiador
- Se reduce el peso un 5-10%
- Mayor resistencia durante el funcionamiento
- Presión de ruptura 5 bar
- Totalmente reciclable
- Se reducen los daños durante el transporte (soportes de rebose)

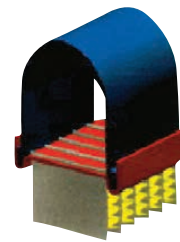
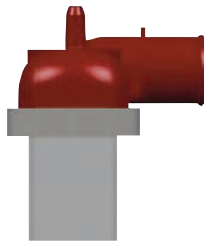
- Pueden emplearse distintos tipos de tubos
- Tubo redondo para mayor rendimiento con refuerzos para turbulencias
- Tubo oval (mayor superficie para refrigeración)
- Tubo plano fabricado mecánicamente con casetones (aún más superficie, y sólo se necesita de una hilera)
- Tubo plano soldado sin fundente (mejor refrigeración, las láminas encajan al 100%), pero de mayor coste
- Se utiliza aleación de aluminio especial (parrilla)
- Temperatura 600-650°C, luego se enfría a unos 130°C (se compensan tensiones)



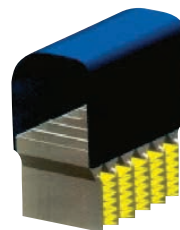
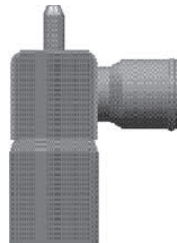


Esta comparación muestra la diferencia entre un radiador con piso de GRP y un radiador de refrigerante fabricado totalmente en aluminio. Como se puede apreciar, la profundidad total se reduce notablemente. Ello permite un montaje que ahorra mucho espacio dentro de un moderno módulo de refrigeración.

Profundidad de la parrilla 40 mm  
Profundidad total 63,4 mm



Profundidad de la parrilla 40 mm  
Profundidad total 40 mm



### 3.3 Depósito de compensación (Depósito de expansión)

Para evitar un sobrecalentamiento de las piezas se requiere un circuito de refrigerante libre de burbujas. El líquido refrigerante entra a gran velocidad en el depósito y vuelve a salir a menor velocidad (manguitos con diámetro diferente).

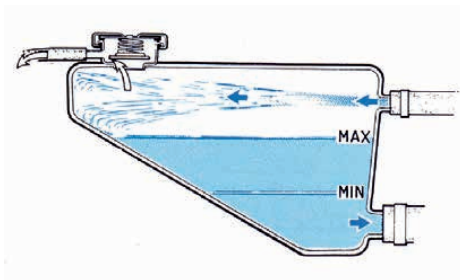
En comparación, los depósitos de expansión de los vehículos industriales tienen 3 cámaras y una gran cantidad de agua, por ej. 8 litros de refrigerante. El depósito de expansión sirve para recoger el refrigerante expandido del circuito del refrigerante. La presión se reduce a través de una válvula, y así la presión del sistema se mantiene en un valor predeterminado.

Presión del sistema 1,7 bar  
Presión de ruptura 10 bar

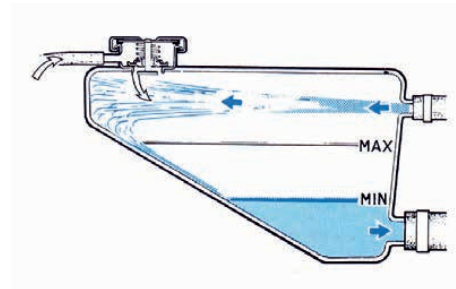


### 3.3.1 Funcionamiento

La elevada temperatura del refrigerante provoca que éste se expanda ocasionando un aumento de la presión en el sistema de refrigeración. El refrigerante es presionado hacia el depósito. La presión en el depósito se incrementa. La válvula de sobrepresión en el tapón de cierre se abre y permite que salga el aire.



Una vez estabilizada la temperatura del refrigerante se origina un vacío en el sistema de refrigeración. El refrigerante es aspirado desde el depósito. Así también se forma vacío en el depósito. Como consecuencia, se abre la válvula de compensación de vacío en el tapón de cierre del depósito. El aire fluye hacia el depósito hasta compensar la presión.



### 3.4 Termostato

Los termostatos controlan la temperatura del refrigerante y de este modo también la temperatura del motor. Los termostatos mecánicos no han cambiado mucho a lo largo de los años, y hoy en día se siguen utilizando. La pieza clave de su funcionamiento es un elemento expandible de cera que abre una válvula y reconduce el refrigerante que debe enfriarse hasta el radiador del refrigerante. El termostato se abre a una temperatura concreta, determinada previamente para el sistema, y no puede modificarse. Los termostatos controlados electrónicamente son regulados por la unidad de control del motor, y se abren según el comportamiento del motor en funcionamiento. Los reguladores de temperatura controlados electrónicamente proporcionan, gracias al aumento del grado de eficacia del motor, una reducción del consumo de combustible y de las emisiones de sustancias nocivas.

#### Ventajas:

- Reducción del consumo de combustible en un 4% aprox.
- Reducción de las emisiones de sustancias nocivas
- Aumento del confort (al mejorar la potencia calorífica)
- Mayor vida útil del motor
- Mantenimiento de la proporción en los flujos y de las condiciones termodinámicas
- Regulación de la temperatura según las necesidades
- Máxima velocidad de cambio de temperatura
- Mínimo aumento de volumen (<3%)



Componentes de cera controlados electrónicamente

### 3.4.1 Funcionamiento

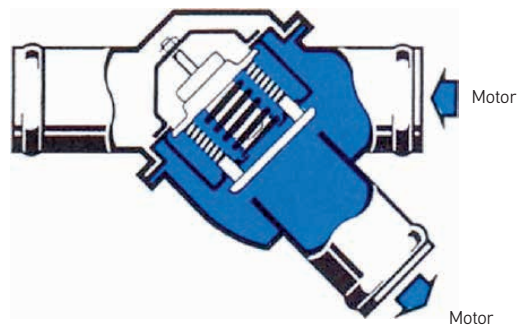
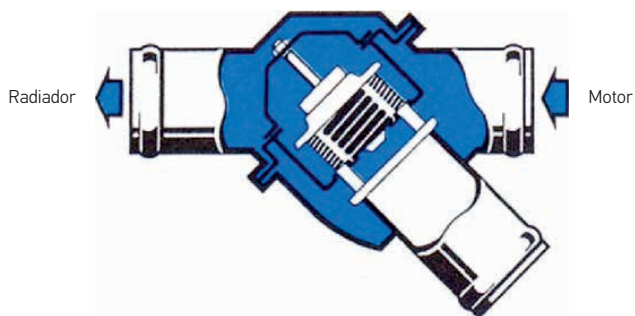
Con un calentamiento por encima de 80°C se derrite el relleno de cera. Al aumentar el volumen de la cera, la caja metálica se desplaza hacia el émbolo. El termostato abre el circuito del radiador y cierra al mismo tiempo el circuito puenteado. Si la temperatura desciende por debajo de 80°C, se endurece el relleno de cera. Un muelle resorte presiona la caja de metal para que retorne a la posición de salida. El termostato cierra el flujo hacia el radiador. El refrigerante retorna por el conducto puenteado directamente hacia el motor.



Abierto



Cerrado





### 3.5 Bombas de refrigerante

Las bombas de refrigerante transportan el refrigerante por el circuito y hacen aumentar la presión. Aunque las bombas de refrigerante también han sufrido modificaciones técnicas, todavía hay en el mercado muchos turismos y camiones con bombas de refrigerante accionadas mediante correa. La próxima generación de bombas de refrigerante será una generación accionada electrónicamente. La bomba de refrigerante se

acciona dependiendo de las necesidades, de forma similar a como lo hace el compresor en el circuito del aire acondicionado. Así se alcanza una óptima temperatura de servicio.



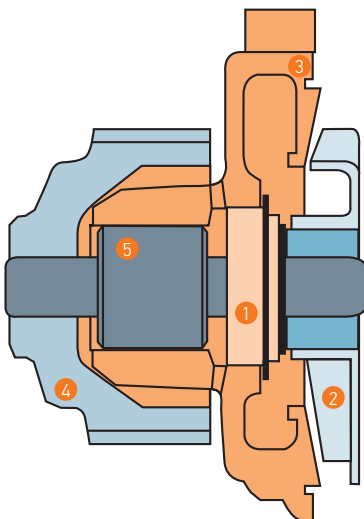
Bomba de refrigerante con carcasa



Juego de correas dentadas con bomba de refrigerante

#### Las bombas de refrigerante están formadas por cinco grupos de recambios:

- |   |                   |   |                      |
|---|-------------------|---|----------------------|
| 1 | Junta retén axial | 4 | Polea de tracción    |
| 2 | Rueda de paletas  | 5 | Cojinete de rodadura |
| 3 | Carcasa           |   |                      |



La polea de tracción y la de paletas se asientan sobre un eje común. Una junta retén impermeabiliza el eje de la bomba ante las influencias externas. Mediante el movimiento rotatorio de la rueda de paletas se conduce el refrigerante por el sistema de refrigeración.

La vida útil de una bomba de refrigerante depende en gran medida de los siguientes factores:

- Montaje profesional.
- Cuidado y mantenimiento del sistema de refrigeración.
- Calidad del líquido refrigerante.
- Estado y capacidad de funcionamiento de la correa de tracción y de sus componentes asociados.

### 3.6 Calefactor

El intercambiador de calor o calefactor proporciona el calor que el flujo de aire del ventilador transporta hasta el habitáculo del vehículo. Cuando el vehículo dispone de un equipo de aire acondicionado, lo cual es muy habitual hoy en día, el control de climatización crea una mezcla de aire frío y caliente. Aquí se unen 3 factores: calor, frío y el correspondiente control = climatización del interior del vehículo.

#### Características:

- Totalmente reciclable
- Seguridad de conseguir la temperatura deseada en el habitáculo
- Calefactores soldados, totalmente de aluminio
- Reducido espacio de montaje en el habitáculo del vehículo
- Alta potencia calorífica
- Los pisos de los extremos están soldados y no engrapados
- Se montan en la caja de la calefacción
- Tipo de estructura – ensamblado mecánico
- Sistema de nervaduras de tubo
- Con refuerzos para turbulencias, para mejorar el paso del calor
- Paneles ranurados en las nervaduras para aumentar la capacidad de la potencia
- Los más modernos, como ocurre con los radiadores de refrigerante, se fabrican totalmente de aluminio





## 4 VENTILADOR DEL MOTOR

El ventilador del motor sirve para transportar el aire exterior a través del radiador del refrigerante y alrededor del motor. Se acciona por medio de correas trapecoidales o, en el caso de un ventilador eléctrico, por medio de un electromotor regulado desde una unidad de control. El ventilador Visco (Visco®) se utiliza principalmente en el sector del vehículo industrial, aunque también puede encontrarse en los turismos. El ventilador del motor garantiza el flujo de una cantidad de aire suficiente como para enfriar el líquido refrigerante. En ventiladores accionados mediante correas trapecoidales, la cantidad de aire depende del número de revoluciones del motor. En ello se diferencia del ventilador de un condensador ya que este último está accionado continuamente. El ventilador Visco® se acciona según la temperatura de servicio.

### 4.1 Ventilador Visco®

Visco® es un producto Behr y es también un nombre con marca registrada.

#### Funcionamiento:

Punto de encendido aprox. a los 80°C. Se rellena con aceite de silicona como agente expansionante (de 30 a 50 ml), se enciende mediante un bimetálico y se acciona por medio de una varilla de presión.

#### Historia:

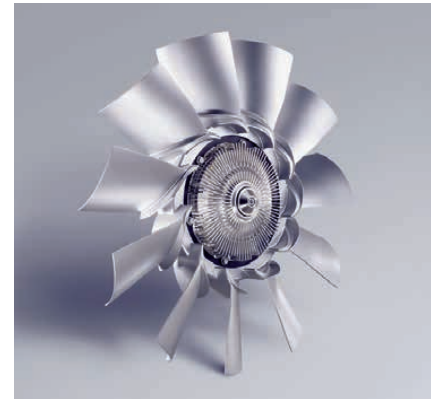
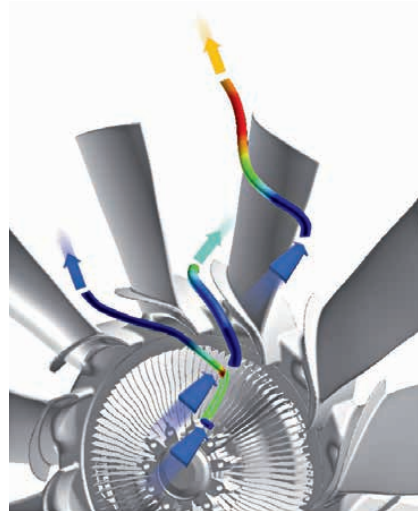
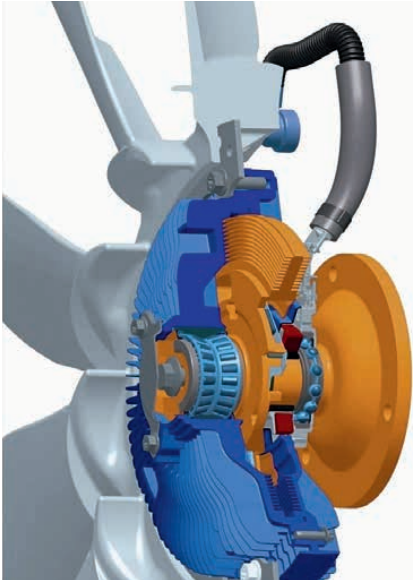
En estado rígido (accionado permanentemente) requiere mucha energía (CV), es ruidoso y al mismo tiempo genera un alto consumo. Por el contrario, los ventiladores eléctricos (turismos) son más rentables en el consumo, hacen poco ruido y requieren poca energía. Los objetivos en su desarrollo eran: bajo consumo y poco ruido, por ej. reducción de los ruidos mediante un ventilador cubierto.

#### El perfeccionamiento posterior del embrague electrónico Visco® dio como resultado:

- Regulación gradual
- Regulación por medio de sensores
- El regulador elabora los datos de, p.ej. el refrigerante, el aceite, el aire de carga, el nº de revoluciones, el retardador o la climatización

Esto da como resultado una refrigeración de acuerdo con las necesidades, mejora el nivel de temperatura del refrigerante, produce escaso ruido y un menor consumo de combustible. Antes, los ventiladores de los turismos se componían de dos partes; el embrague Visco® y el núcleo del ventilador estaban atornillados. Hoy en día están enrollados y por eso ya no pueden repararse. El embrague electrónico Visco® sólo se monta a día de hoy en el Range Rover.





El plato primario y el eje con plato de acoplamiento transmiten la potencia del motor. El ventilador está fuertemente unido a este eje. El aceite de silicona circulante provoca la transferencia de potencia de ambos grupos. Por medio de la palanca de la válvula se controla el circuito de aceite entre el espacio de reserva y el espacio de trabajo.

El flujo del aceite de silicona, desde el espacio de reserva al espacio de trabajo y vuelta, tiene lugar entre dos perforaciones: la de retorno en la carcasa y la de acceso al disco primario. La palanca de la válvula controla el sistema de gestión del motor

mediante impulsos dirigidos al grupo magnético.

El sensor Hall determina e informa al sistema de gestión del motor sobre el nº de revoluciones actual del ventilador.

Un regulador conduce una corriente de control de ciclo fijo hacia el grupo magnético que controla la palanca de la válvula, la cual, por su parte, controla el flujo del aceite y la cantidad. Cuanto más aceite de silicona haya en el espacio de trabajo, más elevado será el número de revoluciones del ventilador. Cuando el espacio de trabajo está vacío, el ventilador está al ralentí, y en el accionamiento hay un deslizamiento de aprox. un 5%.

# 5 OTROS SISTEMAS DE REFRIGERACIÓN

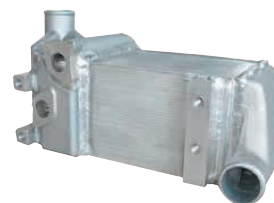
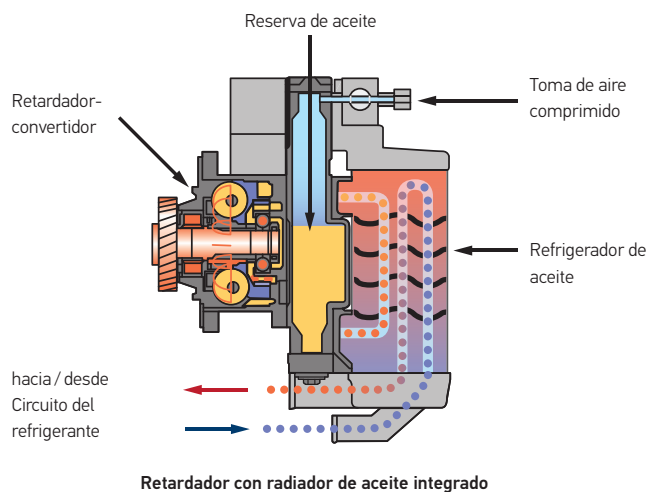
Existen otros sistemas de refrigeración que vienen determinados por las necesidades y la potencia refrigerante deseada. El más nuevo y preferido hoy en día es el de módulos. Se caracteriza por el hecho de que el espacio de montaje disponible y la potencia refrigerante se pueden ajustar de manera muy precisa.

## 5.1 Radiador de aceite para motores, transmisiones y retardadores hidrodinámicos

La refrigeración, así como un calentamiento más rápido del aceite del motor y del aceite de la transmisión (por ej. caja de cambios automática, retardador), queda garantizada gracias a unos radiadores (de motor o de transmisión) que van montados en el depósito de agua. Existen dos tipos: el radiador de aceite de tubos o de discos, fabricado totalmente en aluminio o en acero.

### Ventajas:

- Refrigeración de aceites con alta carga térmica
- Los intervalos de cambio de aceite aumentan y se alarga la vida útil del motor
- Menor necesidad de espacio y menor peso gracias a su fabricación en aluminio
- Diseño compacto gracias a su eficaz estructura de discos apilables con una gran refrigeración en la superficie

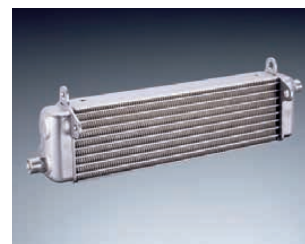


## 5.2 Refrigeración de la servodirección

El aceite de la servodirección también se debe refrigerar pues, de lo contrario, su grado de eficacia se vería afectado, y la servodirección se volvería demasiado pesada o demasiado floja.

### Características:

- Tomas de aluminio con acoplamiento rápido
- Presión superior a 8 bar con una temperatura de entrada de aceite desde  $-40^{\circ}\text{C}$  hasta  $160^{\circ}\text{C}$
- Presión de prueba = 20 bar con una presión de rotura de 50 bar



### 5.3 Refrigeración del combustible

La refrigeración del combustible se encuentra principalmente en motores diésel. Se enfría el combustible para reducir la temperatura de entrada en la tobera de la bomba o en el commonrail. De otro modo y debido a la alta presión, la temperatura del combustible aumentaría en exceso. Un aumento excesivo de la temperatura del combustible afecta al rendimiento del motor debido a una combustión prematura en la cámara de combustión.



### 5.4 Refrigeración del aire de carga

Para aumentar el rendimiento del motor y reducir su tamaño, la tendencia actual en los turismos es utilizar cada vez más motores turboalimentados en los que, hoy en día, la turboalimentación se realiza principalmente con aire de carga refrigerado. Gracias al hecho de que así se alcanza una mayor densidad del aire de carga, se incrementa también la potencia y el grado de eficacia del motor. Pero no sólo aumenta el número de motores turboalimentados, sino que también aumenta la necesidad de una mayor potencia de refrigeración del aire de carga debido a las crecientes exigencias relativas a la disminución del consumo y de las emisiones. Estas exigencias pueden cumplirse refrigerando el aire de carga con refrigerantes en lugar de con aire. Debido a los altos costes de este sistema, esta tecnología estaba reservada hasta ahora sólo a turismos de alta gama. Los nuevos desarrollos permiten también una nueva regulación de la refrigeración del aire de carga. Ello permite reducir tanto las emisiones de NOx como las de HC, así como también aumentar la efectividad en la depuración de los gases de escape. Además de aumentar la potencia de refrigeración se ha añadido una nueva tarea a la refrigeración del aire de carga: templar el aire del proceso del motor regulando la refrigeración del aire de carga. Esta regulación térmica se está volviendo imprescindible debido a las crecientes exigencias relativas al tratamiento posterior de los gases de escape. En todo esto desempeña un papel primordial la temperatura del aire de carga. De este modo, la refrigeración del aire de carga mediante el líquido refrigerante ofrece unas ventajas decisivas también para los vehículos industriales.

#### Tipos:

Aire refrigerado y refrigerante refrigerado, así como directa e indirecta.

#### Tarea:

Aumento de la potencia del motor por sobrealimentación (más aire de combustión, mayor cantidad de oxígeno).

#### Características:

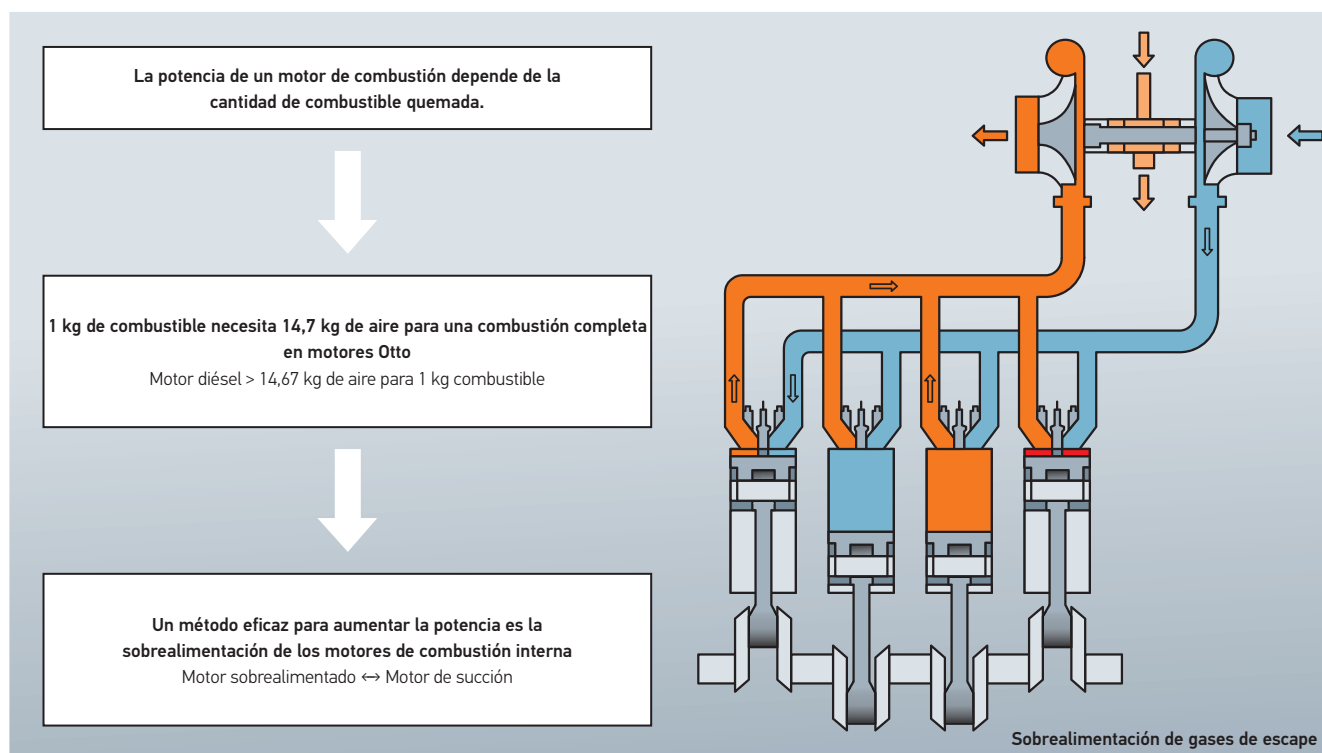
- Mayor potencia dinámica de refrigeración
- Mejora el grado de eficacia del motor gracias al incremento de la densidad del aire de carga
- Se reduce la temperatura de combustión, por lo tanto mejoran los valores de los gases de escape
- Menor óxido nítrico de  $-40^{\circ}\text{C}$  a  $160^{\circ}\text{C}$
- Presión de prueba = 20 bar con una presión de rotura de 50 bar



### 5.4.1 Fundamentos

#### Sobrealimentación de gases de escape

La potencia de un motor de combustión depende de la cantidad de combustible quemada. En motores Otto, 1 kg de combustible necesita 14,7 kg de aire para una combustión completa; esto es la llamada "relación estequiométrica". Así, un medio efectivo para incrementar el rendimiento es la turboalimentación de los motores de combustión interna.

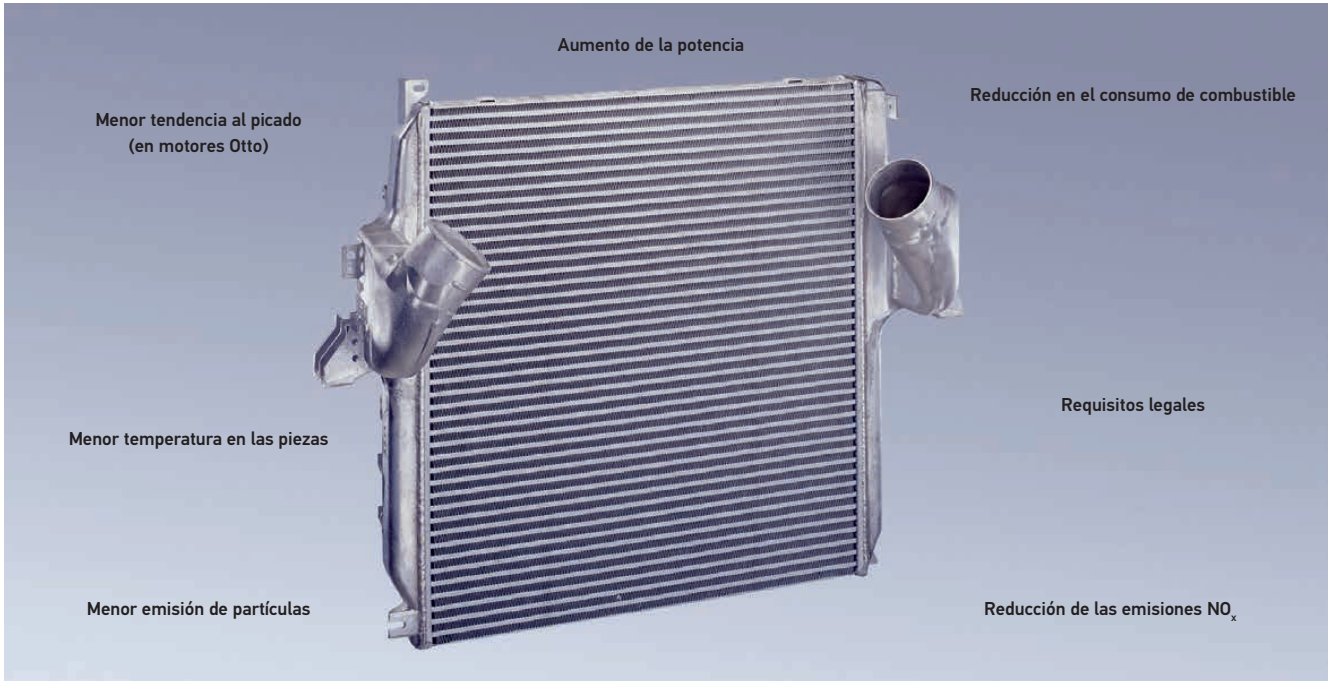


### 5.4.2 Requisitos

#### Aumentar la potencia de la refrigeración

En los turismos, la necesidad de una mayor potencia de refrigeración choca con las crecientes limitaciones del espacio disponible en la zona delantera del vehículo. Hoy predominan los intercoolers compactos. Para solucionar el problema de la escasa profundidad de montaje, cada vez más intercoolers compactos se fabrican con una estructura más plana, montados por delante del radiador del refrigerante, algo que ya es estándar en los vehículos industriales. El uso de este nuevo tipo de intercooler va en aumento. De todos modos, esto no puede llevarse a cabo en todos los vehículos ya que es posible que el espacio de montaje necesario ya esté ocupado o se haya dedicado a otros fines, como p. ej. proteger a los peatones. Con dos nuevos sistemas puede solucionarse el conflicto entre espacio de montaje y necesidad de potencia: la pre-refrigeración del aire de carga y la refrigeración indirecta del aire de carga.



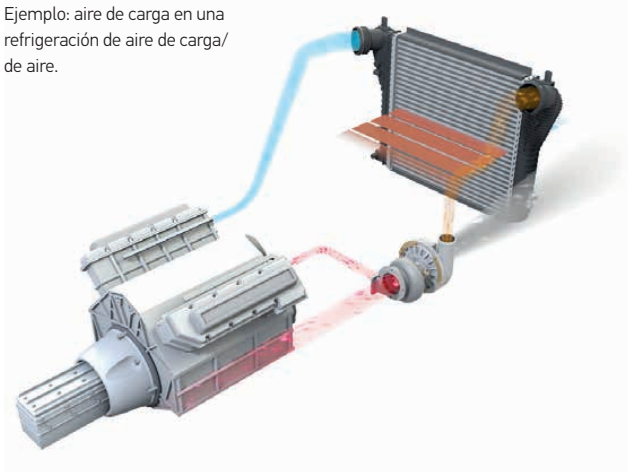


### 5.4.3 Refrigeración directa del aire de carga

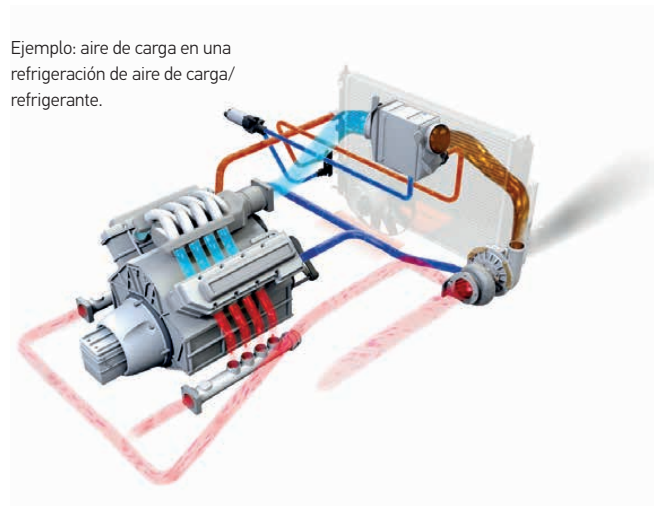
Usando el nuevo pre-intercooler que se alimenta con refrigerante procedente del circuito del motor, una parte del calor residual del aire de carga es transferido desde el intercooler hasta el radiador del refrigerante. De este modo, este calor residual extra del aire de carga, surgido como consecuencia del aumento de la potencia, es disipado por el pre-intercooler y así puede mantenerse el concepto de un intercooler en forma de bloque. El pre-refrigerador del aire de carga, también llamado refrigerador compacto, se ubica entre el turboalimentador y el refrigerador de aire/de aire de carga. Con la refrigeración previa del aire de carga se incrementa notablemente la potencia de un concepto que ya existía.

El volumen de montaje necesario para un radiador de aire de carga/de refrigerante es un 40 - 60 % menor que el de un radiador de aire de carga/de aire.

Ejemplo: aire de carga en una refrigeración de aire de carga/ de aire.



Ejemplo: aire de carga en una refrigeración de aire de carga/ refrigerante.

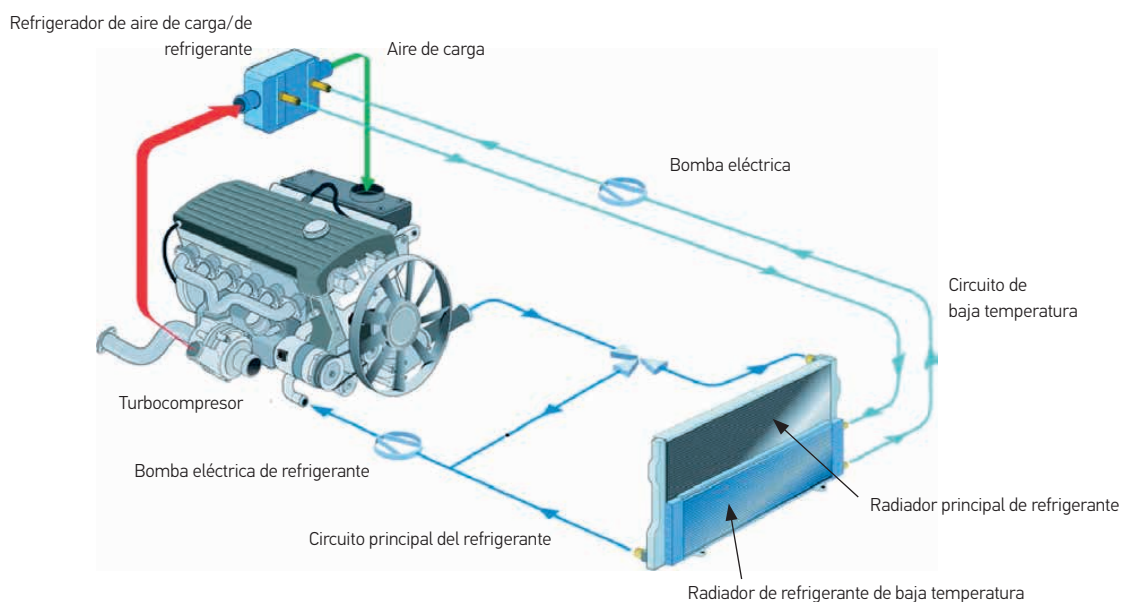


#### 5.4.4 Refrigeración indirecta

La segunda posibilidad de solucionar el conflicto entre espacio de montaje y necesidad de potencia consiste en utilizar la refrigeración indirecta del aire de carga. En los turismos, este sistema de refrigeración consiste en un circuito completo de líquido refrigerante, independiente del circuito refrigerante del motor. Unidos a este circuito hay un radiador de refrigerante de baja temperatura y un radiador de aire de carga/de refrigerante. El calor residual del aire de carga se transmite en primer lugar al líquido refrigerante, y luego se conduce por el radiador de refrigerante de baja temperatura hasta el aire exterior. Este radiador se ubica en el módulo frontal del vehículo, donde en los modelos convencionales de refrigeración de aire de carga o de aire se encuentra el refrigerador aire de carga/de aire. Como el radiador de baja temperatura requiere bastante menos sitio que un refrigerador aire de carga/de aire, queda espacio libre en la zona frontal. Además, desaparecen las voluminosas tuberías de aire de carga desde el módulo frontal del vehículo hasta el motor. En conjunto, el embalaje en el módulo frontal se simplifica notablemente, lo que también mejora el flujo de aire refrigerante en la zona del motor.

**En comparación con la refrigeración previa (directa) del aire de carga, en la refrigeración indirecta del aire de admisión se dan los siguientes efectos positivos:**

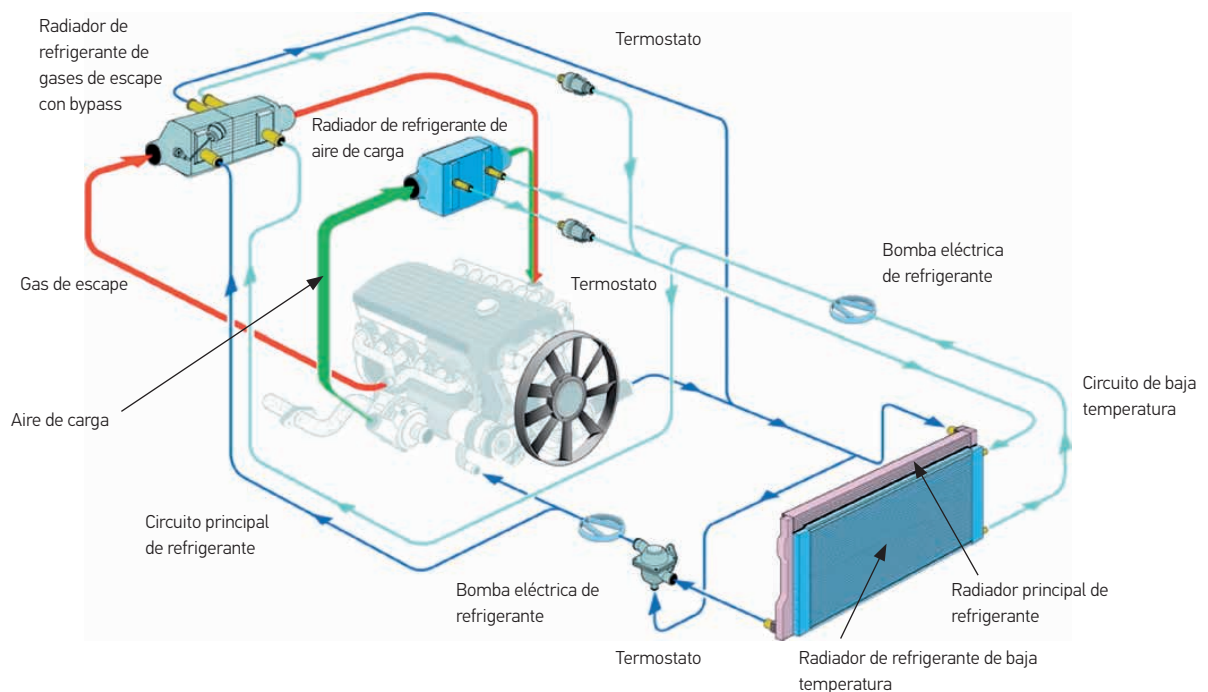
- La caída de la presión del aire de carga se reduce sensiblemente
- Dinámica del motor mejorada por un menor volumen de aire de carga
- Mayor potencia dinámica de refrigeración
- Mejora el grado de eficacia del motor gracias al incremento de la densidad del aire de carga



### 5.4.5 Regulación térmica del proceso de combustión en el motor

Tras un arranque en frío y también en caso de temperaturas exteriores extremadamente frías, tiene sentido interrumpir la refrigeración del aire de carga durante la marcha. Después, el motor y catalizador alcanzarán más rápidamente su óptima temperatura de servicio y así se formarán menos “emisiones por arranque en frío”, en particular de hidrocarburos (HC). En un refrigerador aire de carga/de aire, esto sólo es posible con gran trabajo y con un bypass junto al aire de carga. Sin embargo, en la refrigeración indirecta del aire de carga no sólo se puede interrumpir la refrigeración del aire de carga, sino también regular su temperatura mediante una sencilla regulación del caudal del refrigerante. Uniendo el circuito del refrigerante para enfriar el aire de carga con el circuito de refrigeración del motor y con una regulación inteligente de los caudales del líquido refrigerante, se puede ampliar la refrigeración indirecta del aire de carga pasando a ser una regulación térmica del aire de carga. Entonces, a través del radiador de aire de carga podrá circular refrigerante caliente procedente del circuito del motor, o bien refrigerante frío procedente del circuito de baja temperatura.

La regulación de la temperatura del aire de carga es importante para el tratamiento posterior de los gases de escape mediante filtros de partículas y catalizadores. Ambos requieren una mínima temperatura de gases de escape para un servicio óptimo. En el catalizador, esta temperatura mínima es igual que su “temperatura de arranque”; en el filtro de partículas es igual que la temperatura de regeneración que se necesita para la combustión del hollín allí depositado. En el servicio de carga parcial del vehículo (tráfico en la ciudad, stop-and-go), no se alcanzan siempre estas temperaturas de gases de escape. También en esos casos se pueden reducir las emisiones interrumpiendo la refrigeración o incluso calentando el aire de admisión, ya que así se eleva en cualquier caso la temperatura de los gases de escape. Ambas opciones se pueden lograr con gran facilidad por refrigeración indirecta del aire de carga.



### 5.4.6 Moderno diseño para los más exigentes

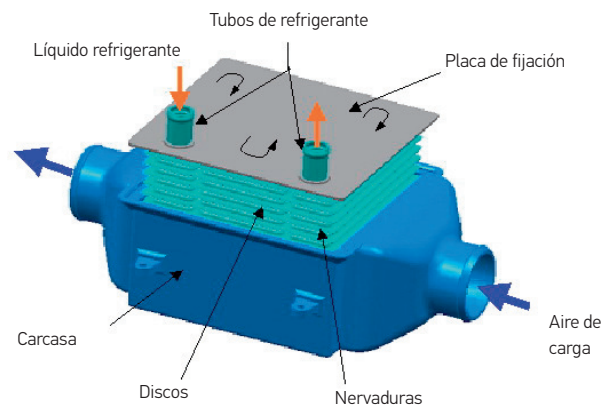
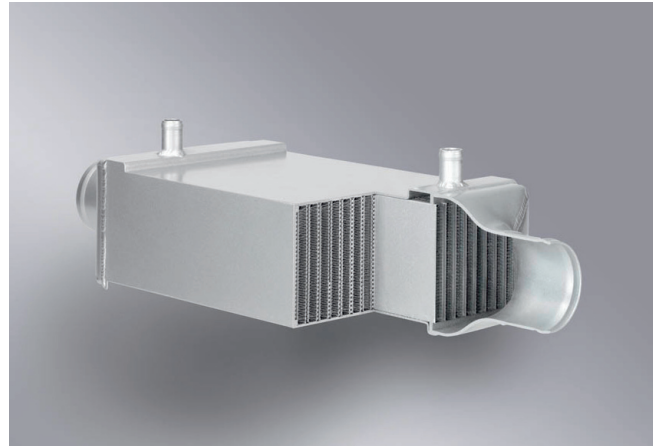
#### Comparación de la potencia en los nuevos conceptos

El desarrollo de la potencia con los nuevos conceptos de pre-refrigeración y refrigeración indirecta de aire de carga destaca en comparación con los compactos radiadores habituales así como con los refrigeradores planos de aire de carga que ofrecen más potencia: La refrigeración mejora notablemente; en la refrigeración indirecta, además, se reduce la caída de la presión del aire de carga de manera significativa.

#### Refrigeradores de aire de carga para una mayor resistencia

Las crecientes exigencias impuestas a los refrigeradores de aire de carga desde el punto de vista de la presión y la temperatura requieren un nuevo diseño y nuevos materiales para la base del radiador y los depósitos de aire. En los turismos, el aire de carga al entrar en el radiador tiene hoy en día una temperatura de hasta 150°C y una presión de 2,2 bar. En el futuro, tanto la temperatura como la presión subirán hasta aprox. 200°C y hasta 3 bar respectivamente. Para poder cumplir estos requisitos, los depósitos de aire se fabricarán de plástico resistente al calor. O bien el intercooler, incluyendo los depósitos de aire, se hará completamente de aluminio.

En los vehículos industriales se esperan exigencias aún mayores. Frente a los actuales 200°C y 3 bar se esperan 260°C y hasta 4 bar como consecuencia de los valores límite EURO 5 relacionados con las emisiones. Mediante distintas modificaciones en la construcción del refrigerador de aire de carga, el nivel de tensión que se genera, debido a la carga que supone para la presión, se reducirá de tal modo que se podrán asumir sin problemas estas altas exigencias. El refrigerador de aire de carga/de refrigerante ofrece un mayor potencial de resistencia por su forma compacta.

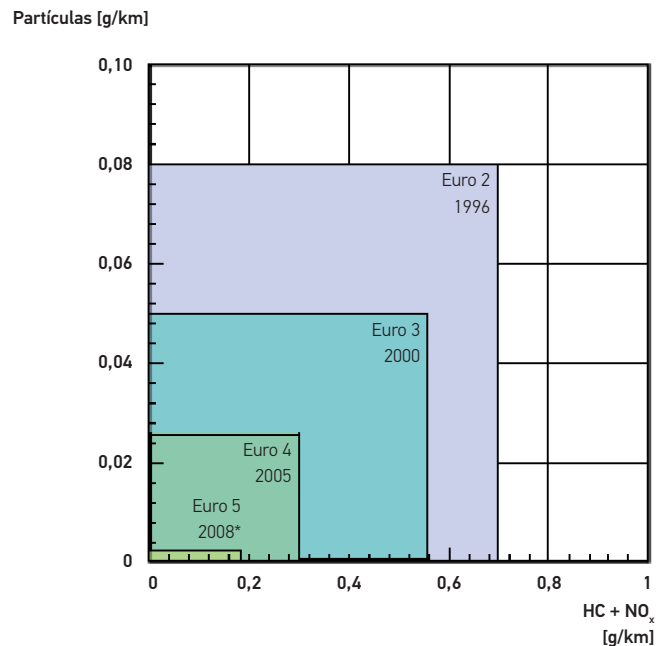


Estructura de discos



## 5.5 EURO 5 y su significado

En los turismos diésel, la Norma Euro 5 exige, en comparación con la Euro 4, una reducción más drástica de las emisiones: en hidrocarburos (HC) y óxidos de nitrógeno (NOx), un 40%; en las partículas, un 90%. Para lograr estos objetivos, la regulación térmica del aire de aspiración del motor se vuelve cada vez más importante. La ATM (Gestión de Temperatura del Aire de aspiración) desarrollada por Behr reduce las emisiones en el lugar donde se generan, favorece el tratamiento posterior de los gases de escape y facilita la regeneración del filtro de partículas. Además, gracias a distintas sinergias entre los subsistemas de la ATM, se requiere una menor potencia de refrigeración que con los sistemas actuales, y de este modo se ahorra combustible y espacio de montaje.



### 5.5.1 Principios del funcionamiento de la gestión de la temperatura del aire de aspiración (ATM)

La ATM se compone de tres subsistemas: la refrigeración indirecta del aire de admisión, la realimentación refrigerada de gases de escape, y la refrigeración del motor. Estos subsistemas están interconectados y se regulan de tal manera que se puede refrigerar y calentar el aire de aspiración, y se puede aumentar y reducir la temperatura de combustión. La reducción de la temperatura se produce mediante la refrigeración del aire de

carga y de los gases de escape, y también por el hecho de que en el aire de carga se mezclan tantos gases de escape como es posible teniendo en cuenta el estado de carga del motor, y así se reduce la concentración de oxígeno en el cilindro. Para aumentar la temperatura de combustión se interrumpe la refrigeración del aire de carga y de los gases de escape; además, también puede calentarse el aire de carga.

### 5.5.2 Reducción de las emisiones

NOx: Debido a que la formación de NOx depende de manera exponencial de la temperatura de combustión, su reducción tiene como consecuencia una fuerte disminución de NOx: Por cada 10°C de reducción de la temperatura, alrededor de un 10%; el consumo de combustible se reduce con ello entre 0,5 y 1%. HC y CO: En el arranque en frío, la temperatura de combustión está en general aún en un nivel bajo, la combustión está incompleta y por tanto la formación de HC y CO es alta. Como en esa fase el catalizador de oxidación todavía no ha alcanzado su temperatura de servicio, se producen emisiones. En determinadas situaciones (tráfico en ciudad en invierno, stop-and-go), las temperaturas de combustión y del catalizador también pueden reducirse mucho en marcha normal, y así se producen emisiones de HC y CO. En ambos casos, el rápido aumento de la temperatura de combustión, y con ello de la temperatura de los gases de escape, reduce gracias a la ATM la formación de HC y CO, y favorece su transformación en el catalizador.

El aumento de temperatura se produce al interrumpir la refrigeración de los gases de escape. Con este fin, el refrigerador de los gases de escape está provisto de un bypass integrado y de una válvula interruptora. Mediante mediciones realizadas en un banco de ensayos de rodillos a un motor diésel de 1,9 litros turboalimentado, se determinó una reducción de un 30% en las emisiones de HC y CO en el arranque en frío.

### 5.5.3 Regeneración del filtro de partículas

Cuando el filtro de partículas está lleno, deberá quemarse el hollín acumulado. También con este fin, la temperatura de los gases de escape, que en general está por debajo de la temperatura de encendido del hollín (550°C), aumenta por medio de la ATM. El quemado del hollín también se puede inducir reduciendo la temperatura de encendido del hollín, por ej., con un aditivo para el combustible como el cerio. Una combinación

de ambos procedimientos, aumento de la temperatura de los gases de escape y reducción de la temperatura de encendido del hollín, tiene sus ventajas: la cantidad de aditivos puede reducirse, el sistema de suplementos se simplifica. Aunque si el aumento de temperatura por medio de la ATM se combina con una posinyección, entonces no se necesitará en la mayoría de los casos ningún sistema auxiliar para la regeneración del filtro.

### 5.5.4 Ahorro energético

En el refrigerador del aire de carga y de gases de escape, hay una cantidad de calor diferente dependiendo de la carga del motor. Con carga parcial, con la cual la realimentación de gases de escape puede llegar a más del 50%, se necesita más líquido refrigerante en el refrigerador de gases de escape que en el de aire de carga. En algunos momentos de carga parcial, por ej. a 50 km/h en llano, se puede obviar totalmente la refrigeración del aire de carga y poner toda la potencia de refrigeración a disposición del radiador de gases de escape. Con plena carga, en cambio, prácticamente toda la potencia de refrigeración se utilizará para la refrigeración del aire de carga. La potencia refrigerante instalada y el espacio de montaje pueden reducirse notablemente, hasta un 10%, en la superficie frontal del radiador con un reparto del caudal del líquido refrigerante según las necesidades.

## 5.5.5 Subsistemas de gestión de temperatura del aire de aspiración

### Refrigeración indirecta del aire de carga

Por medio de la refrigeración del aire de carga se aumenta la densidad del aire en el cilindro y se reduce la temperatura de combustión. Con la ATM ya no se refrigera el aire de carga con aire como es habitual, sino con un refrigerante líquido, una mezcla de agua y glicol como la que se emplea para la refrigeración del motor. El calor residual del aire de carga se transmite primeramente al líquido refrigerante, y luego se conduce por un radiador de refrigerante de baja temperatura hasta el aire exterior.

Las ventajas de la refrigeración indirecta del aire de carga:

- Mayor potencia de refrigeración que con la refrigeración tradicional de aire de carga/de aire
- Mayor proporción de llenado del cilindro como consecuencia de una menor pérdida de presión del aire de carga
- Menor tiempo de respuesta de la refrigeración de aire de carga gracias a una ubicación cercana al motor del refrigerador del aire de carga

### Realimentación refrigerada de gases de escape:

Produce una disminución de la concentración de oxígeno en el cilindro, con lo que se reduce la temperatura y la velocidad de combustión. La gestión de temperatura del aire de aspiración (ATM) está indicada para la realimentación de gases de escape tanto a alta presión como a baja presión. En la realimentación de gases de escape a alta presión, el turbocompresor retira los gases de escape, éstos se enfrían en el radiador de gases de escape, y luego se mezclan con el aire de carga. Si la temperatura del aire de aspiración debe aumentar para mejorar el tratamiento posterior de los gases de escape, el refrigerador de gases de escape puede evitarse con un bypass. La realimentación de gases de escape a baja presión es una opción para el futuro. Con ella, los gases de escape no se eliminan antes del turbocompresor de gases de escape, como en el caso de la realimentación a alta presión, sino después y también después del filtro de partículas. Después se refrigeran y se mezclan con el aire de carga antes del condensador del turbocompresor.

### Calentamiento del aire de carga:

Mediante la ATM, el aire de aspiración puede aumentar de cuatro maneras diferentes: interrumpiendo la refrigeración del aire de carga, la de los gases de escape, las dos al mismo tiempo, o bien calentando el aire de carga. Para calentarlo se desvía una parte de la corriente caliente del líquido refrigerante desde el circuito de refrigeración del motor y se conduce hasta el intercooler. En tests realizados a un motor diésel de 2 litros en un banco de pruebas, con 2 bar de presión media efectiva, las temperaturas de los gases de escape se midieron después de la turbina, según resultaron al variar las temperaturas de aire de aspiración de acuerdo con las opciones arriba mencionadas. Al interrumpir la refrigeración del aire de carga se produjo un mínimo aumento de la temperatura de los gases de escape: aprox. 6°C. Si el aire de carga se calentaba con el líquido refrigerante del motor a 85°C (temperatura del termostato), la temperatura de los gases de escape después de la turbina aumentaba unos 16°C. El máximo aumento potencial por calentamiento podría ser de unos 20°C. El máximo incremento, unos 57°C, se dio al interrumpir la refrigeración de los gases de escape (radiador conectable de gases de escape). Si esto se une al calentamiento del aire de carga, la temperatura de los gases de escape puede aumentar en más de 70°C. Con una presión media efectiva de 4 bar se puede llegar a un incremento de hasta 110°C aprox.

### 5.5.6 Gestión de la temperatura de la batería en vehículos híbridos

En las baterías con mayor capacidad, el acondicionamiento térmico desempeña un papel primordial. Por ello, en caso de temperaturas muy bajas se necesita una calefacción auxiliar de la batería para llevarla a un rango idóneo de temperatura. Solamente así se puede "conducir eléctricamente" un vehículo de forma satisfactoria.

Para llevar a cabo esta calefacción auxiliar, la batería se integra en un circuito secundario. Este circuito garantiza que la temperatura de servicio idónea de 15°C-30°C se mantenga de forma permanente.

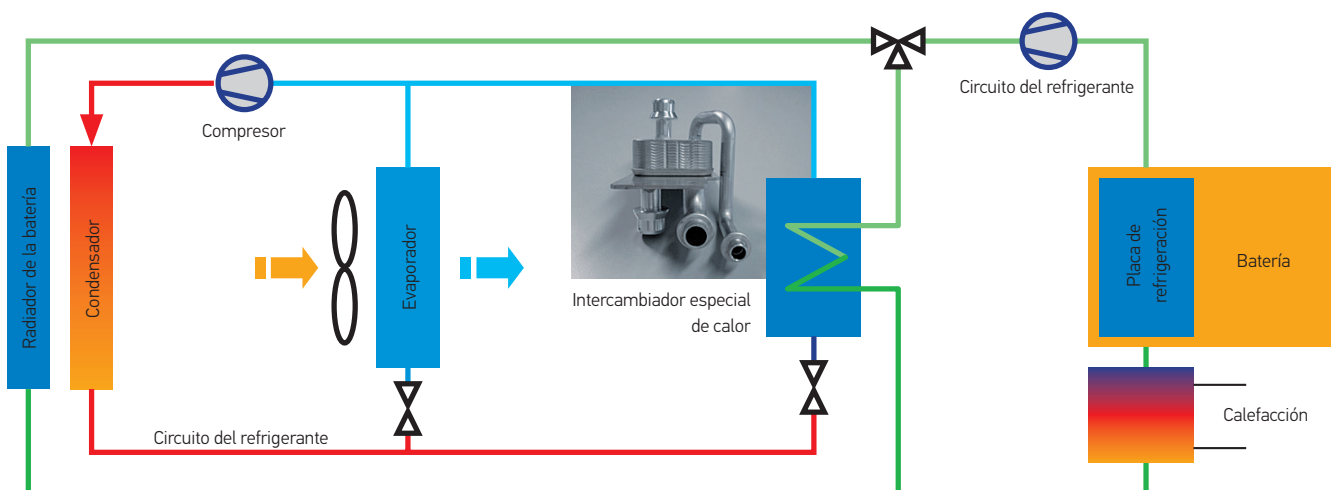
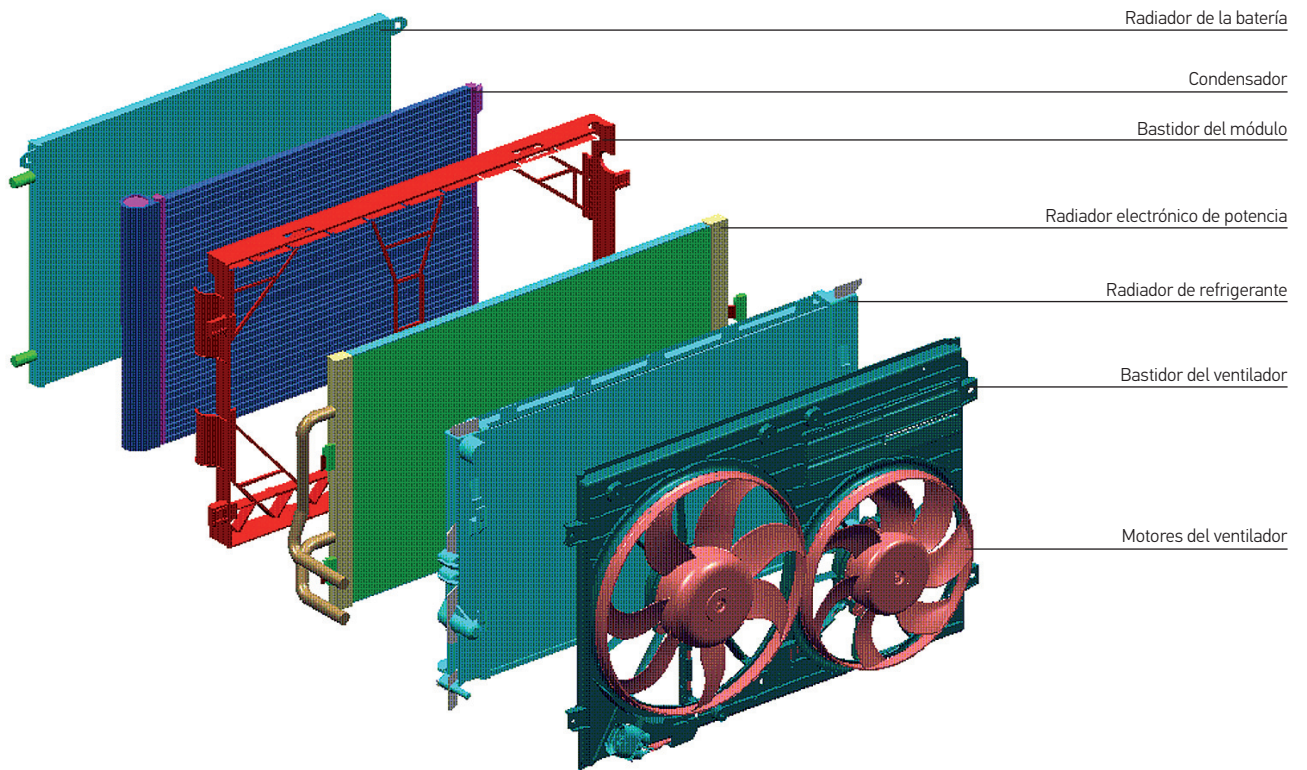
Una placa de refrigeración con líquido refrigerante, que consta de agua y glicol (circuito verde), circula por el bloque de la batería. Con temperaturas más bajas, el refrigerante puede calentarse rápidamente mediante una calefacción para alcanzar la temperatura idónea. Si durante el uso de las funciones híbridas aumenta la temperatura de la batería, la calefacción se desconecta. El refrigerante puede refrigerarse mediante el radiador de batería, que se encuentra en la parte delantera del vehículo, utilizando el viento que entra durante la marcha.

Si la refrigeración del radiador de la batería no resulta suficiente ante temperaturas exteriores elevadas, el refrigerante circula a través de un calefactor especial. En éste, el refrigerante del aire acondicionado del vehículo se evapora. Además, el calor puede transmitirse de forma muy compacta y con una elevada densidad de potencia desde el circuito secundario hasta el líquido refrigerante que se está evaporando. Así se produce una refrigeración de retorno del refrigerante. Mediante el uso de un calefactor especial, la batería puede funcionar en un óptimo rango de temperaturas, adecuado a su grado de efectividad.



Calefactor especial

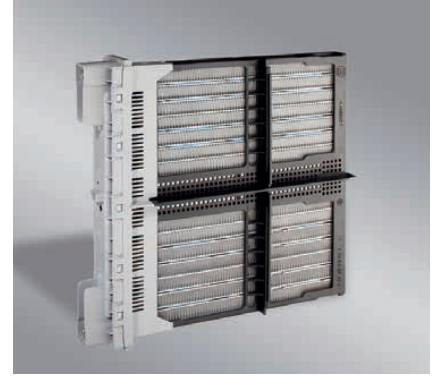






## 6 CALEFACCIÓN DE COEFICIENTE POSITIVO DE TEMPERATURA (PTC)

Por el alto grado de efectividad de los modernos inyectores directos, diésel y motores Otto (motores de inyección directa), a menudo el calor residual del motor no basta en los días fríos para calentar rápidamente el habitáculo, ni tampoco para alcanzar temperaturas confortables en el tráfico de ciudad y ni en el tráfico de stop-and-go. También la seguridad en la conducción se ve afectada, ya que los cristales pueden empañarse. Para combatir estas deficiencias de la calefacción, Behr ha desarrollado tres tipos de calefactores: calefactores PTC eléctricos, bombas CO<sub>2</sub> de calor para calentar el aire extra y un transmisor de calor de gases de escape para calentar rápidamente el líquido refrigerante. Al calentar el refrigerante se aumenta la potencia y la rápida disponibilidad de la calefacción tradicional, y además se reduce la fase de arranque en frío del motor. Las bombas de calor trabajan sobre la base del nuevo aire acondicionado de CO<sub>2</sub>. Con los calefactores mencionados pueden respetarse sin problemas las especificaciones técnicas de la Unión Europea EC 78317 y de los Estados Unidos FMVSS 103 para eliminar el hielo del parabrisas en vehículos con motores de inyección directa. Los elementos PTC pertenecen a las resistencias cerámicas no lineales. PTC significa "Coeficiente Positivo de Temperatura", es decir, la resistencia eléctrica aumenta con la temperatura del elemento. Aunque esto no sea verdad completamente, ya que en un primer momento la resistencia desciende y la temperatura aumenta. La línea característica de resistencia tiene en este ámbito una característica negativa de temperatura. Cuando se alcanza la resistencia mínima, la característica de temperatura cambia de negativa a positiva, es decir, con una temperatura que sigue aumentando, la resistencia desciende al principio lentamente, pero a partir de los 80°C aumenta rápidamente hasta llegar a un punto en el cual el elemento PTC prácticamente no puede seguir absorbiendo más corriente extra. Al llegar a este punto, la temperatura de la superficie del elemento PTC alcanza los 150°C cuando ya no corre aire por el calentador PTC; la temperatura del bastidor de metal alcanza los 110°C.



## 6.1 Estructura y modo de funcionamiento

El calefactor PTC consiste en varios elementos calefactores: un bastidor de fijación, un bastidor aislante y el relé o sistema electrónico de potencia. Los elementos calefactores se componen de elementos cerámicos PTC, chapas de contacto, conexiones y nervaduras onduladas de aluminio. Las nervaduras onduladas aumentan la superficie disipadora de calor de las chapas de contacto. Para incrementar la transferencia de calor hacia el aire, las nervaduras onduladas están provistas de ranuras. Mediante la transferencia de calor mejorada, el incremento de la corriente de conexión se reduce significativamente frente a los calefactores con nervaduras onduladas sin ranuras. Esto tiene la ventaja de que las barras PTC pueden conectarse por separado con más frecuencia. El calefactor, por tanto, puede funcionar con una potencia total más elevada. De la fabricación de radiadores procede el conocimiento para la producción de dichas ranuras. Dentro del aire acondicionado, el calefactor va montado en la corriente de aire directamente detrás del intercambiador de calor tradicional, que es un intercambiador de calor refrigerante/aire.

Con ello, la necesidad de espacio de montaje se reduce a la mínima expresión. Con temperaturas exteriores bajas y con el motor frío, por el calefactor PTC circula en un primer momento sólo aire frío o ligeramente calentado por el intercambiador de calor. La temperatura y la resistencia de los elementos calefactores es baja, aunque la potencia calorífica, por el contrario, sea elevada. Con la respuesta de la calefacción tradicional aumenta la temperatura del aire y la resistencia y, por lo tanto, baja la potencia calorífica. Con una temperatura de la superficie del calefactor PTC por el que circula aire a 25°C, se alcanza una corriente de 480 kg de aire por hora. La parrilla de la calefacción alcanza con esta temperatura del aire una temperatura media de 50°C.

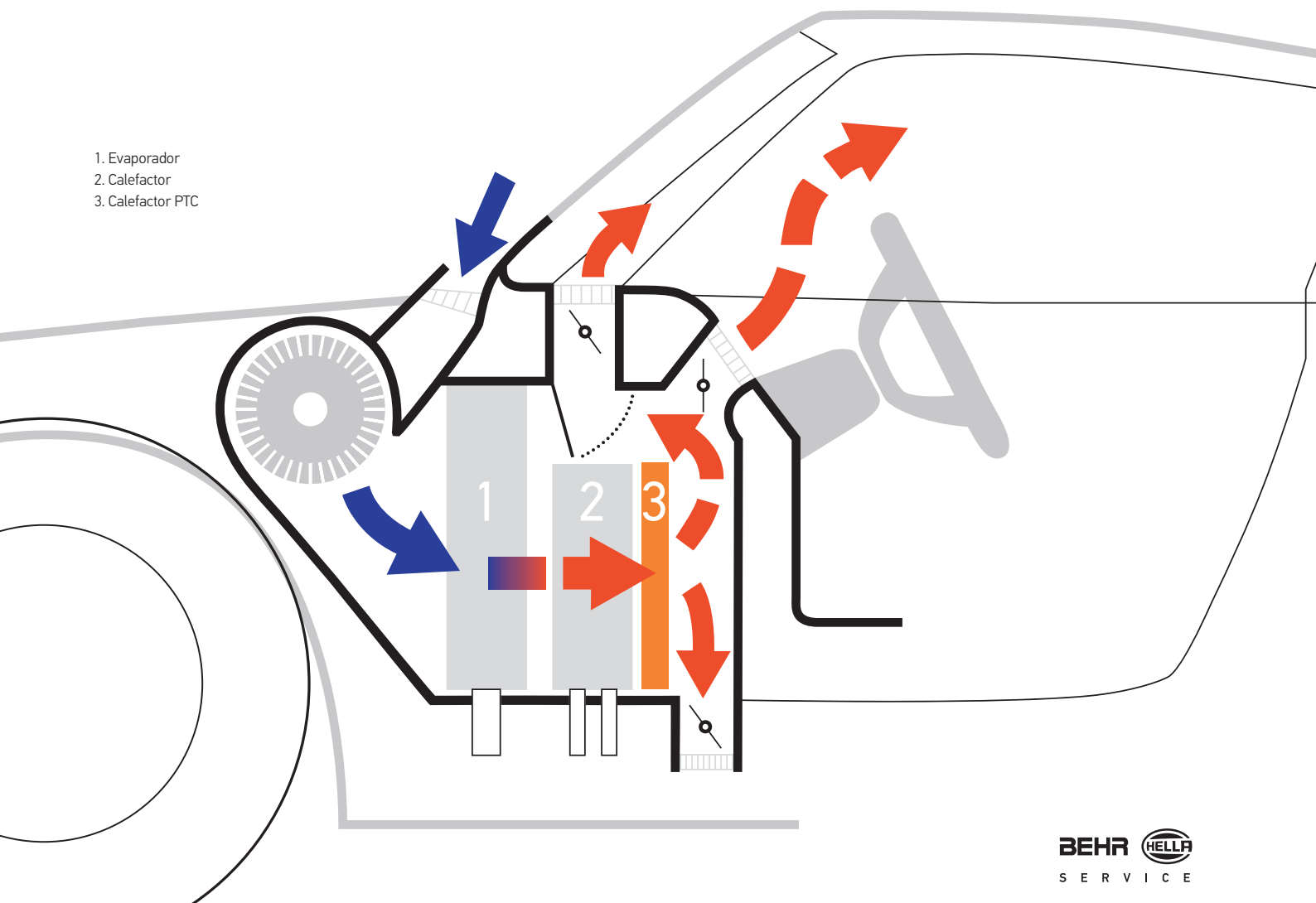
## 6.2 Potencia y disponibilidad

La resistencia nominal del elemento PTC se puede elegir, y de acuerdo con ello varía la absorción de energía y la potencia. Una resistencia nominal baja permite una alta potencia calorífica durante el funcionamiento. La potencia de los calefactores PTC se sitúa entre 1 y 2 kW. Con 2 kW se alcanza el límite de potencia en redes de 12 V (150A en 13V). Con una red de a bordo de 42 V se podría alcanzar una potencia mayor. Por su escasa masa y debido a que el calor generado eléctricamente, sin pasar por otras vías, se disipa directamente en la corriente de aire, la calefacción PTC responde prácticamente de inmediato. Esta pronta disponibilidad es la característica distintiva del calefactor PTC. Como, además, el motor llega más rápidamente a la temperatura de servicio como consecuencia de la carga extra del alternador, la calefacción tradicional también responde más rápidamente. Esa potencia calorífica extra implica unos dos tercios de la potencia del calefactor PTC. En la práctica, esta potencia calorífica puede atribuirse a la calefacción PTC. La potencia del calefactor PTC del modelo 220 CDI de la Clase E alcanza 1,6 kW. El calefactor PTC está integrado directamente detrás del intercambiador tradicional de calor, en el módulo de climatización de la calefacción.

### Prueba piloto:

Durante la noche, se deja enfriar un vehículo hasta menos 20°C, según la temperatura del colector de aceite. Después, en el túnel de viento de climatización, se deja funcionando durante 30 minutos, con la 3ª marcha y a una velocidad de 32 km/h, lo que supone un velocidad media bastante acertada para circular en ciudad. Tras 20 minutos y con el calefactor PTC se alcanza en el interior una temperatura media de 18°C; sin él, sería sólo de 10°C. La "temperatura agradable" de 24°C se alcanzó con el PTC tras 30 minutos; sin él, habrían sido 50 minutos.

1. Evaporador
2. Calefactor
3. Calefactor PTC





### 6.3 Seguridad en el funcionamiento

A través de la curva de resistencia característica de los elementos PTC se evita que la calefacción PTC se sobrecaliente. La temperatura de la superficie del bastidor de metal se encuentra siempre por debajo de los 110°C. Además, en caso de altas temperaturas de soplado del intercambiador de calor, se

reducirá la potencia de la calefacción PTC. Mediante un sistema electrónico de potencia, la calefacción PTC puede regularse en varios niveles o de manera gradual para adaptar la potencia de calefacción que se necesite o la potencia eléctrica de la que se dispone.

### 6.4 Control

El control del calefactor PTC se realiza de forma externa con relé o mediante un sistema electrónico de potencia que cuenta con una regulación integrada. Si se realiza con el relé, el fabricante del vehículo determina qué niveles se conectan y cuántos de ellos. Con la regulación integrada en el calefactor hay que diferenciar entre funcionalidad mínima o alta. Con la funcionalidad mínima, se conectan los niveles de uno en uno. El sistema electrónico protege el calefactor ante sobretensiones, cortocircuitos e inversiones de polaridad. No se ha previsto ninguna posibilidad de diagnóstico con esta regulación. En la regulación mediante niveles se han previsto hasta ocho niveles. En el calefactor PTC montado en el Clase E hay siete niveles. La activación se realiza dependiendo del consumo de corriente y de la demanda de calefacción, es decir, del confort térmico deseado. En la regulación con alta funcionalidad, el control del

sistema electrónico de potencia se realiza, p. ej., de manera gradual a través del bus LIN o CAN del vehículo. Esto permite utilizar siempre de forma óptima la corriente para la calefacción, corriente que proporciona la red de a bordo en cualquier tipo de situación. Además de la protección ante sobretensiones, cortocircuitos o inversiones de polaridad, el sistema electrónico de potencia dispone de una protección en cada nivel contra sobrecorrientes, de una protección de la placa de circuitos impresos contra el sobrecalentamiento y de una supervisión de la tensión. La regulación con alta funcionalidad permite realizar diagnóstico mediante una memoria EPROM y con ello pueden almacenarse los distintos modelos. (EPROM = Erasable Programmable Read Only Memory, es decir, memoria sólo de lectura, borrrable y programable).

### 6.5 Nuevo desarrollo

Desde 2004 existe una nueva generación de calefactores PTC que se diferencian de los anteriores por un menor peso, menor caída de presión (lo que ahorra potencia de ventilación) y menores costes de fabricación.

#### Características técnicas:

- Calefacción auxiliar eléctrica; potencia de 1-2 kw
- Fuente calorífica: elemento cerámico PTC autorregulable, máx. temperatura en la superficie cerámica de 150°C si no circula aire por la parrilla de la calefacción
- Excelente transferencia de calor mediante la tecnología de nervaduras onduladas, con menor pérdida de presión en el aire
- Control en niveles o lineal, a través de relé o control electrónico

- Alta disponibilidad y alto grado de efectividad
- El montaje en sistema de cajas posibilita un ajuste óptimo al espacio de montaje disponible en el vehículo
- Absolutamente seguro en el funcionamiento, sin peligro para los componentes cercanos gracias a la limitación inherente de la temperatura (característica del PTC)
- Debido a la baja pérdida de presión, sólo hay un pequeño aumento de la potencia de ventilación necesaria

# 7 DIAGNOSIS, MANTENIMIENTO Y REPARACIÓN

## 7.1 Refrigerante, protección anticongelante y anticorrosión

Refrigerante es el término genérico del líquido que se encuentra en el sistema de refrigeración. El refrigerante protege de heladas, de óxido y de un sobrecalentamiento y, además, lubrica. Su función es absorber el calor del motor y disiparlo a través del radiador. El refrigerante es una mezcla de agua corriente y anticongelante (glicol/etanol), coloreada y provista de diversos aditivos (sustancias amargas, silicatos, antioxidantes y antiespumantes). Las sustancias amargas impiden la ingesta accidental del refrigerante. Los silicatos forman una capa protectora sobre la superficie metálica e impiden los depósitos de cal. Los antioxidantes impiden la corrosión de los componentes. Los antiespumantes evitan la formación de espuma en el refrigerante. El glicol mantiene la flexibilidad de las mangueras y las juntas, y eleva el punto de ebullición del refrigerante. La proporción de la mezcla agua/anticongelante debe situarse entre 60:40 y 50:50. Esto significa que el vehículo está protegido de una congelación de entre -25°C y -40°C. La proporción mínima de la mezcla debe situarse en 70:30, y la máxima, en 40:60. Si se aumentara la parte de anticongelante (p.ej. 30:70), no se conseguiría reducir el punto de congelación. Por el contrario, un anticongelante concentrado se congela a -13°C aproximadamente y no disipa suficiente calor del motor a temperaturas superiores a 0°C. El motor, por lo tanto, se sobrecalentaría. Debido a que el glicol tiene un punto de ebullición muy elevado, puede elevarse el punto de ebullición del refrigerante hasta 135°C mediante la proporción adecuada en la mezcla. Por ello, en los países cálidos también es necesaria una cantidad suficiente de anticongelante. Siempre hay que respetar las recomendaciones del fabricante; una mezcla normal podría ser 40/60% o 50/50% empleando agua destilada (calidad de agua potable). El refrigerante y sus aditivos están sometidos a un cierto desgaste, es decir, una parte de los aditivos se consumirá con el paso de los años. Si se consumieran del todo, p. ej., los aditivos que protegen de la corrosión, aparecería un color marrón en el refrigerante. Por este motivo, algunos fabricantes de vehículos prescriben un intervalo fijo para sustituir el refrigerante (p. ej. Opel Sintra: cada 5 años).



No obstante, cada vez más vehículos nuevos se rellenan con los llamados refrigerantes de "larga duración" (p.ej. VW G12+ / G12++). En circunstancias normales (si no hay impurezas) ya no es necesario cambiar el líquido refrigerante en algunos vehículos (VW), o por los menos no debe cambiarse hasta los 15 años o los 250.000 km (modelos más nuevos de Mercedes). En términos generales, el refrigerante deberá cambiarse cuando tenga impurezas (aceite, corrosión) o en vehículos que no lleven refrigerantes de larga duración. En cuanto a las especificaciones, los intervalos de sustitución, la proporción de la mezcla y la miscibilidad del anticongelante, deberán tenerse en cuenta las indicaciones del fabricante del vehículo. El refrigerante no debe llegar a las aguas subterráneas y tampoco debe eliminarse a través del contenedor de aceites. Se deberá recoger y eliminar por separado.

## 7.2 Mantenimiento del radiador

El radiador no necesita ningún mantenimiento debido a que en su fabricación ya se ha previsto una protección interna y externa (especial de Behr). Puede limpiarse con vapor a muy baja presión (de dentro afuera), como con los condensadores.

El exterior también puede limpiarse con aire a baja presión.

## 7.3 Lavado del sistema de refrigeración

Si el refrigerante presenta impurezas, deberá purgarse y después se lavará el sistema de refrigeración.

### Las impurezas pueden ser:

- Aceite (junta de la culata defectuosa)
- Óxido (corrosión interna del motor)
- Aluminio (corrosión interna del radiador)
- Sustancias extrañas (aditivos/sellantes)
- Partículas extrañas (bomba de refrigerante defectuosa)

El sistema de refrigeración deberá lavarse con agua caliente o con un fluido de lavado especial dependiendo del grado de suciedad. Dependiendo del fabricante del vehículo y de los síntomas que presente el sistema, existen diversos procedimientos a la hora de efectuar el lavado. Así, en caso de que el refrigerante adquiera una tonalidad marrón y existan quejas respecto al rendimiento de la calefacción, Audi establece, por ejemplo en el A6, el lavado con un líquido especial. Si se lleva a cabo un proceso de lavado múltiple, deberá desmontarse el termostato y medir la potencia calorífica antes y después del lavado. Para los modelos Corsa B, Vectra B y Omega B fabricados hasta el año 1997, Opel advierte de que la elevada temperatura del motor puede deberse a un fallo en el radiador. En ese caso deberá realizarse el lavado con agua caliente (> 50°C) y reemplazar, además del radiador, todas las piezas por las que circula el refrigerante (intercambiador de calor, culata, etc.). El procedimiento de lavado y el fluido de lavado a utilizar dependen del grado de suciedad y de las indicaciones del fabricante del vehículo. Se ha de tener en cuenta que, debido a la estructura de los sistemas de refrigeración modernos (p.ej. tuberías planas), no es posible lavar todas las piezas y éstas deberán sustituirse.

### Esto afecta especialmente a las siguientes piezas:

- Termostato
- Radiador
- Válvulas eléctricas
- Tapones de cierre
- Intercambiador de calor

Si no resulta posible observar el nivel de refrigerante en el depósito de compensación debido a la presencia de impurezas (aceite, óxido), deberá sustituirse también el depósito. El termostato y el tapón de cierre deben sustituirse siempre. Si se emplean productos limpiadores especiales del sistema de refrigeración (p.ej. el limpiador de sistemas de refrigeración 8PS 351 225-841 de HELLA Nussbaum Solutions), deberá tenerse especial cuidado para que éstos no dañen los materiales de sellado y no lleguen a las aguas subterráneas ni sean eliminados a través del contenedor de desechos de aceite. El producto de limpieza debe recogerse junto con el refrigerante y debe eliminarse por separado. Tras el lavado deberá rellenarse de nuevo el sistema con refrigerante siguiendo las indicaciones del fabricante del vehículo (respetar las especificaciones y la proporción de la mezcla), y deberá comprobarse su funcionamiento y estanqueidad.

## 7.4 Purgado del sistema a la hora de rellenarlo

Las inclusiones de aire en el sistema de refrigeración de los vehículos es un problema muy extendido actualmente. Estas "bolsas de aire" se producen porque se coloca el radiador o el depósito de expansión al mismo nivel que el motor del vehículo o incluso por debajo. Así, el purgado completo del sistema de refrigeración tras una reparación o al sustituir el líquido refrigerante puede constituir un serio problema. El aire que permanece en el sistema de refrigeración reduce considerablemente la circulación del refrigerante y puede provocar un sobrecalentamiento del motor y, en consecuencia, graves daños. Para solucionar este problema puede utilizarse la herramienta de llenado por vacío de radiadores (de HELLA Nussbaum Solutions, con nº de art.: 8PE 185 103-271).

### Con este sistema se puede:

- Eliminar burbujas de aire
- Buscar puntos no estancos
- Llevar a cabo un rellenado rápido del sistema de refrigeración

Esta herramienta se conecta al radiador o al depósito de expansión mediante el adaptador suministrado. A continuación, se conecta la tubería de aire comprimido que se utiliza habitualmente para hacer funcionar las herramientas de aire comprimido. El contenido del sistema de refrigeración se evacuará a través de una válvula especial y se generará un fuerte vacío. Después se conectará el tubo de aspiración suministrado conjuntamente y se llenará con la mezcla de agua limpia y anticongelante a través de un recipiente de refrigerante limpio (cubo, lata). Con la ayuda del manómetro que mide el vacío de esta herramienta de llenado por vacío de radiadores también puede comprobarse al mismo tiempo la estanqueidad de todo el sistema.

### 7.4.1 Comprobación del sistema de refrigeración por medio de una prueba de presión y de caída de la presión

Para averiguar si el sistema de refrigeración es estanco se recomienda utilizar un comprobador de presión. Con ayuda de una bomba de mano se somete el sistema de refrigeración a una presión determinada. Si al observar el manómetro se percibe una caída de la presión, puede deducirse que el sistema de refrigeración no es estanco. Utilizando un adaptador universal o uno de vehículos específicos, la bomba puede adaptarse mediante un cierre rápido a prácticamente todos los turismos, camiones, maquinaria agrícola y de la construcción.

Para fugas especialmente difíciles de detectar, el sistema de refrigeración puede rellenarse primero con un colorante o agente de contraste (Nº Art. de HELLA Nussbaum Solutions: 8PE 351 225-811).

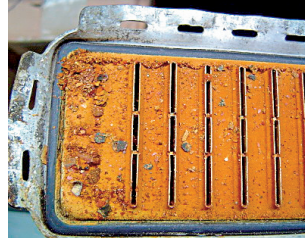


## 7.5 Daños más habituales

Las imágenes muestran los daños más habituales que surgen por diversas causas.

### 7.5.1 Radiador

Cualquier avería provoca un menor rendimiento del radiador. Las reparaciones no son algo corriente en los radiadores modernos de refrigerante ya que es realmente difícil realizar una soldadura de aluminio y, además, provocaría obstrucciones en los pequeños canales. Tampoco deben usarse selladores ya que provocarían obstrucciones y reducirían la potencia del radiador.



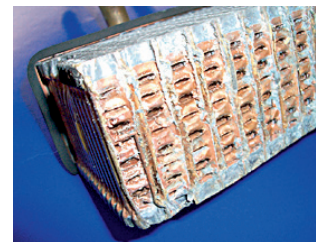
Los depósitos provocados por la pérdida de aceite proceden del aceite del motor que llega al circuito del refrigerante por un daño en la junta de la culata.



Sedimentación calcárea por uso de agua pura (sin refrigerante).

### 7.5.2 Calefactor

La sedimentación calcárea y la utilización de agentes sellantes pueden producir obstrucciones en el calefactor, como también ocurre con el radiador. Esto puede evitarse en parte si se lava con productos limpiadores concretos. Para ello siempre hay que prestar atención a las indicaciones del fabricante del vehículo.





## 7.6 Comprobación del sistema de refrigeración y diagnosis

En caso de averías en el sistema de refrigeración, p.ej. la calefacción no calienta o el motor no alcanza la temperatura de servicio o se sobrecalienta, puede averiguarse la causa de la avería adoptando unas sencillas medidas. En primer lugar, compruebe si el sistema contiene suficiente líquido refrigerante, si presenta impurezas, además de comprobar el anticongelante y la estanqueidad. Observe asimismo si la correa trapezoidal o trapezoidal dentada está lo suficientemente tensada.

A continuación, dependiendo de la situación, se podrá proseguir con la búsqueda de fallos, observando los componentes o bien el comportamiento de las temperaturas, como se indica a continuación:

### 7.6.1 El motor se sobrecalienta:

- **¿La temperatura indicada es real?**  
en caso necesario, comprobar el sensor de temperatura del agua del radiador y el indicador.
- **¿El radiador y otros componentes (condensador) carecen de impurezas de forma que sea posible garantizar un caudal de aire ilimitado?**  
limpiar los componentes si fuera necesario.
- **¿Funciona el ventilador del radiador o el ventilador auxiliar?**  
comprobar si existen daños mecánicos en el punto de encendido, fusible, interruptor térmico, unidad de control del ventilador.
- **¿El termostato se abre?**  
mida la temperatura delante y detrás del termostato, desmóntelo en caso necesario y compruébelo sumergiéndolo en agua.
- **¿El radiador está obstruido?**  
compruebe la temperatura en la entrada y en la salida del radiador, así como la cantidad de caudal.
- **¿La bomba de refrigerante funciona?**  
compruebe si la rueda de la bomba se encuentra suelta en el eje de transmisión.
- **¿Funciona la válvula de sobrepresión y de vacío del tapón de cierre del radiador y, según el caso, del depósito de expansión?**  
en caso necesario, utilice una bomba de prueba y compruebe si la junta del tapón de cierre aún existe o si presenta daños.

### 7.6.2 El motor no se calienta:

- **¿La temperatura indicada es real?**  
en caso necesario, comprobar el sensor de temperatura del agua del radiador y el indicador.
- **¿El termostato se encuentra abierto permanentemente?**  
mida la temperatura delante y detrás del termostato, desmóntelo en caso necesario y compruébelo sumergiéndolo en agua.
- **¿Funciona de forma permanente el ventilador del radiador o el ventilador auxiliar?**  
compruebe el punto de encendido, interruptor térmico, unidad de control del ventilador.

### 7.6.3 La calefacción no calienta lo suficiente:

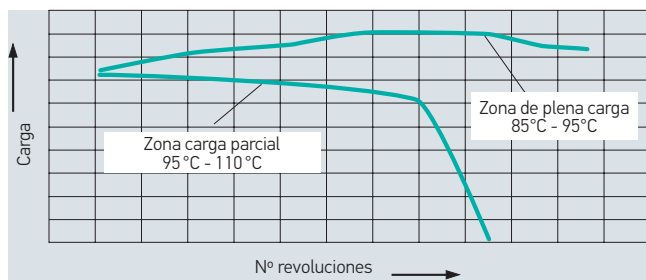
- **¿El motor alcanza la temperatura de servicio y el agua del radiador se calienta?**  
en caso necesario, lleve a cabo los pasos de comprobación de "El motor no se calienta".
- **¿Se abre la válvula de la calefacción?**  
compruebe el accionamiento eléctrico o el cable Bowden y la válvula.
- **¿Está obstruido el radiador de la calefacción (calefactor)?**  
compruebe la temperatura en la entrada y salida del radiador, y también el caudal.
- **¿Funciona el control de las válvulas?**  
compruebe las posiciones y los topes de las válvulas, así como las función de circulación de aire fresco y las toberas de salida de aire.
- **¿Funciona la unidad de ventilación del habitáculo?**  
ruidos, niveles del ventilador.
- **¿Está sucio el filtro de aire del habitáculo y hay caudal de aire?**  
compruebe el filtro del habitáculo y los canales de la ventilación para ver de dónde procede el aire.



# 8 REFRIGERACIÓN REGULADA ELECTRÓNICAMENTE

## (EJEMPLO: VW 1,6 L MOTOR APF)

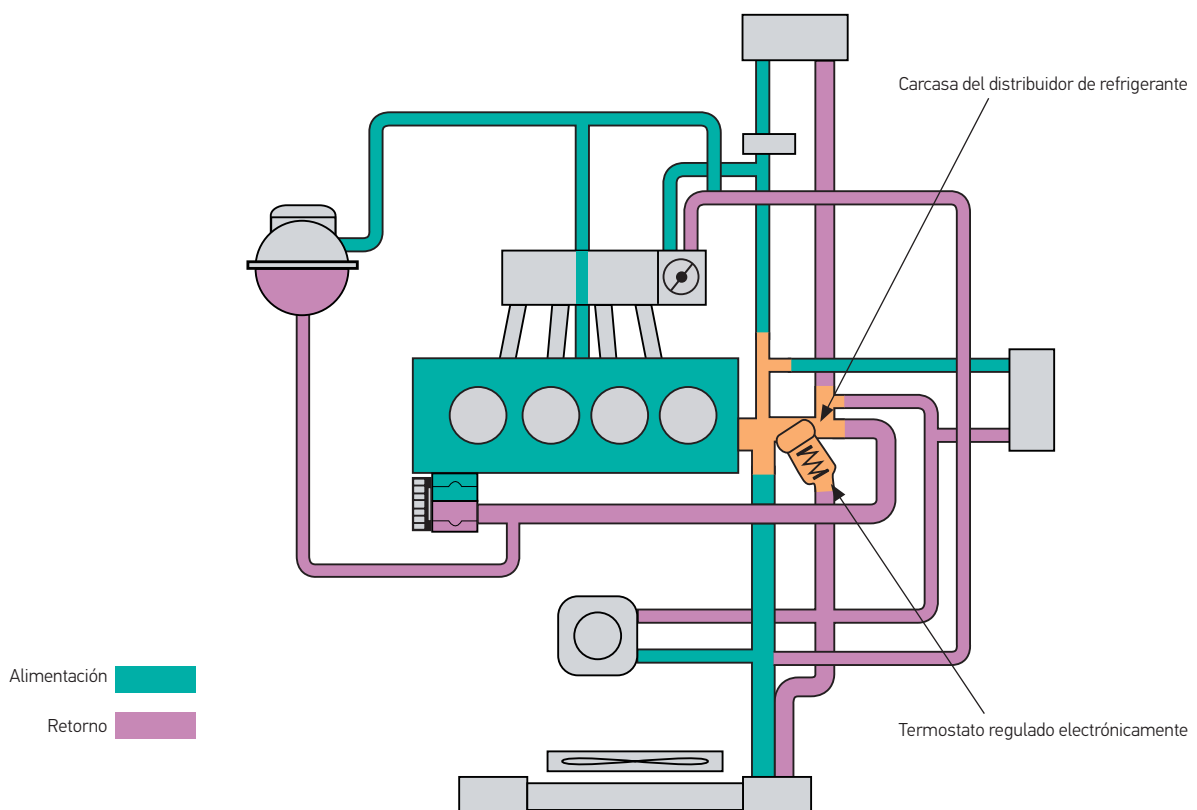
### 8.1 El nivel de temperatura del refrigerante



Nivel de temperatura del refrigerante dependiendo de la carga del motor

La capacidad de rendimiento de un motor depende de una perfecta refrigeración. En el caso de que la refrigeración esté regulada por un termostato, la temperatura del refrigerante oscila entre 95°C y 110°C con régimen de carga parcial y entre 85°C y 95°C con régimen de plena carga. Una mayor temperatura en el régimen de carga parcial favorece el nivel de rendimiento, lo cual repercute positivamente en el consumo y en la cantidad de sustancias tóxicas presentes en los gases de escape. Las temperaturas bajas con plena carga incrementan el rendimiento. En este aumento influye también el hecho de que el aire aspirado se calienta menos.

### 8.2 Visión general de sistemas de refrigeración regulados electrónicamente



El desarrollo de un sistema de refrigeración con regulación electrónica tiene como finalidad controlar la temperatura de servicio del motor dependiendo de un valor nominal y en función del estado de carga. El termostato con calefacción eléctrica y los niveles del ventilador del radiador regulan la temperatura de servicio óptima según un diagrama característico registrado en la unidad de control del motor. De este modo se puede adaptar la refrigeración a cualquier estado de potencia y de carga del motor.

**Las ventajas de adaptar la temperatura del refrigerante al estado de funcionamiento actual del motor son:**

- Reducción del consumo en régimen de carga parcial
- Reducción de las emisiones de CO y HC

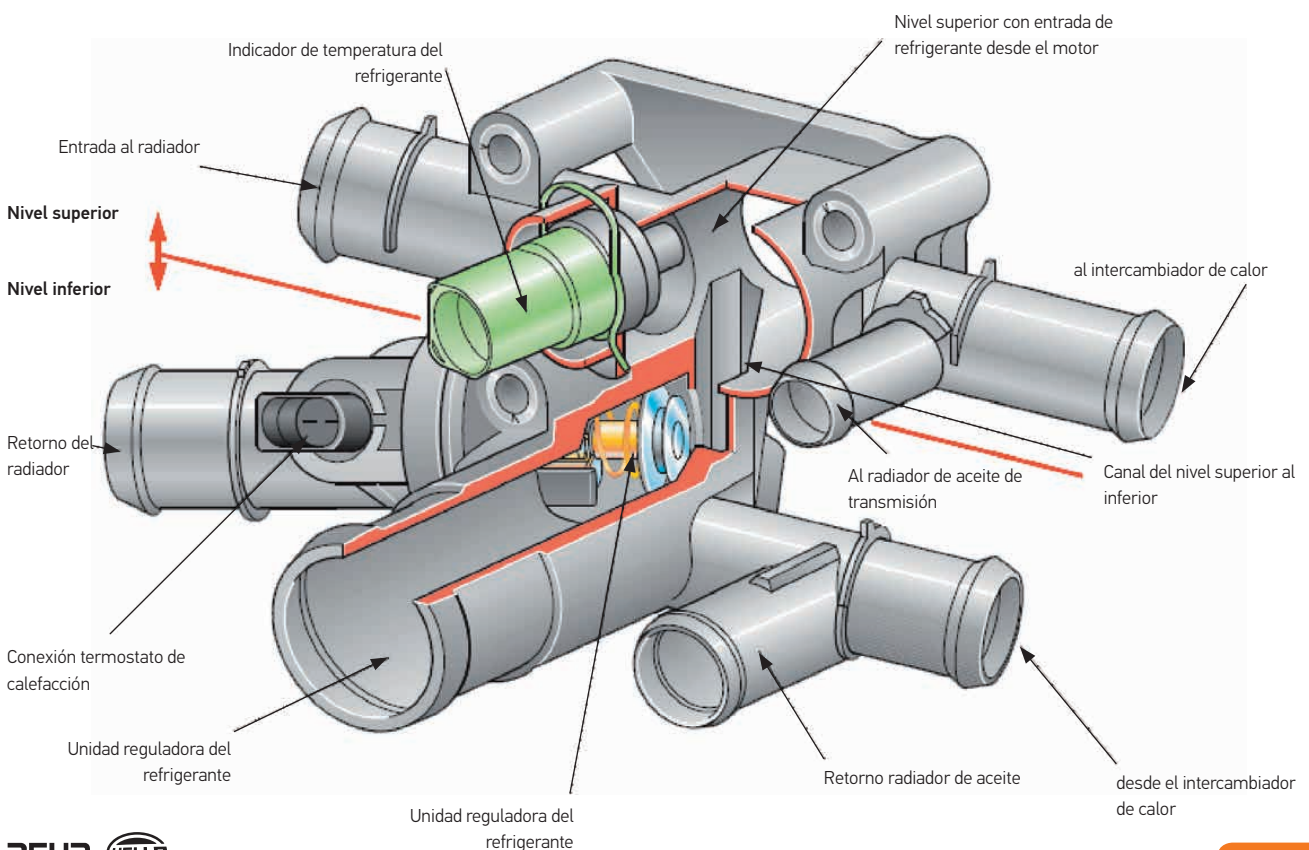
**Modificaciones respecto al circuito de refrigeración convencional:**

- Incorporación al circuito de refrigeración por medio de mínimas modificaciones en su construcción
- La carcasa del distribuidor de refrigerante y el termostato forman una unidad
- Desaparece el regulador del refrigerante (termostato) del bloque del motor
- La unidad de control del motor dispone, además, de los diagramas característicos del sistema de refrigeración con regulación electrónica

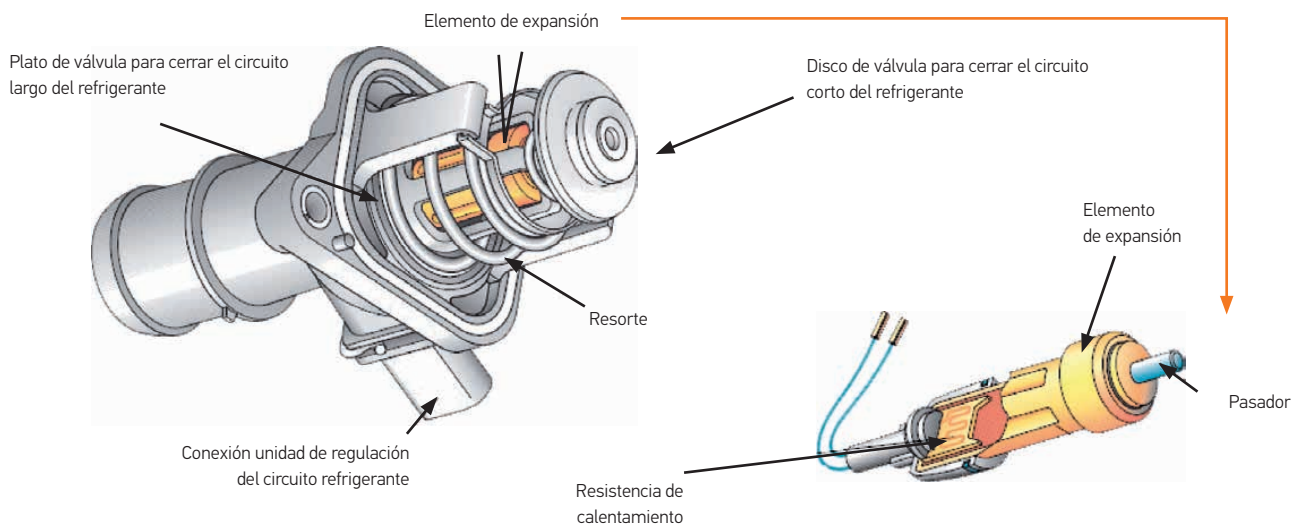
**8.3 Carcasa del distribuidor de refrigerante**

La carcasa del distribuidor de refrigerante se instala directamente en la culata en lugar de en la toma de conexión. Se han de distinguir dos niveles. Del nivel superior se suministra líquido refrigerante a todas las piezas. Una excepción supone la entrada a la bomba de refrigerante. En el nivel inferior de la carcasa del distribuidor está conectado el retorno del refrigerante de todas las piezas. Un canal vertical une el nivel superior con el inferior.

El termostato abre/cierra el canal vertical con sus pequeños platos de válvula. La carcasa del distribuidor de refrigerante actúa prácticamente como estación de abastecimiento de refrigerante hacia el circuito pequeño o grande.



## 8.4 Unidad de regulación del refrigerante



### Los elementos del funcionamiento:

- Termostato de material de expansión (con elemento de cera)
- Calefacción por resistencia en el elemento de cera
- Resortes para cerrar mecánicamente los canales del refrigerante, 1 plato de válvula grande y 1 pequeño

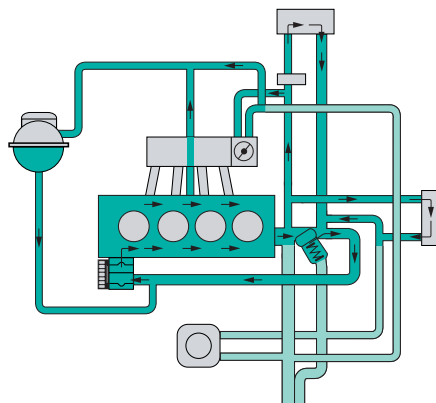
### El funcionamiento:

El termostato de material de expansión instalado en la carcasa del distribuidor está rodeado constantemente de refrigerante. El elemento de cera regula hasta este momento sin calentamiento, pero está diseñado para otra temperatura. La temperatura del refrigerante funde la cera y hace que ésta se expanda.

Esta expansión produce un desplazamiento en el pasador. Se produce normalmente (sin corriente) de acuerdo con el nuevo perfil de temperatura del refrigerante de 110°C en la salida del motor. En el elemento de cera se ha insertado una resistencia de calentamiento. Si se suministra tensión a la resistencia, se calentará también el elemento de cera, y por lo tanto el desplazamiento no sólo se produce en función de la temperatura del refrigerante, sino también según lo indicado en el diagrama característico de la unidad de control del motor.

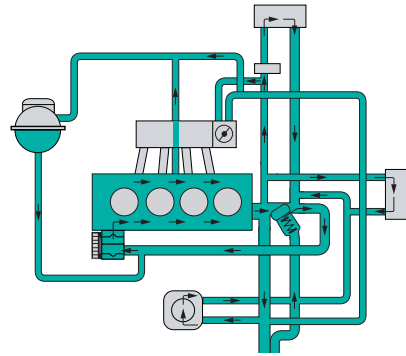
## 8.5 Circuito de refrigerante largo y corto

Al igual que en los circuitos anteriores, en éste se regulan los dos circuitos. El circuito corto, en el arranque en frío y con régimen de carga parcial, sirve para calentar rápidamente el motor. La refrigeración del motor controlada según el diagrama característico aún no está en funcionamiento. El termostato en la carcasa del distribuidor del refrigerante ha bloqueado el retorno desde el radiador, liberando así el corto trayecto hasta la bomba del refrigerante. El radiador no está integrado en la circulación del refrigerante.





El circuito largo del refrigerante se abre mediante el termostato del regulador del refrigerante al alcanzar aprox. 110°C o mediante el diagrama característico en función de la carga. En este caso se incluye el radiador en el circuito del refrigerante. Para favorecer la refrigeración mediante el viento exterior o estando el vehículo al ralentí, se conectan los ventiladores eléctricos según sea necesario.



### 8.6 Regulación electrónica: Visión general

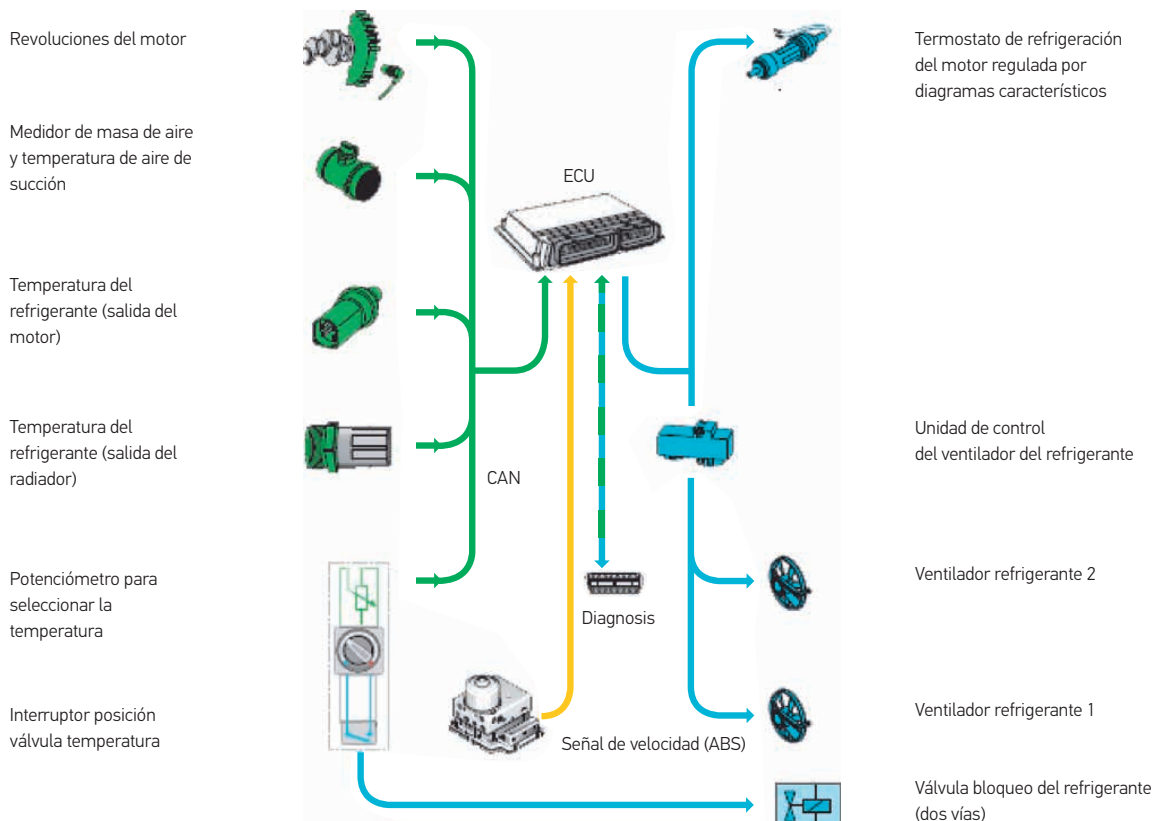
La unidad de control del motor se ha visto ampliada con las conexiones para sensores y actuadores del sistema de refrigeración con regulación electrónica:

- Suministro de corriente del termostato (salida)
- Temperatura de retorno del radiador (entrada)
- Control del ventilador del radiador (salida doble)
- Potenciómetro en el regulador de la calefacción (entrada)

El cálculo de las funciones respecto a la temperatura del diagrama característico se realiza cada segundo. Dependiendo del resultado de los cálculos de funcionamiento, se inicia la regulación del sistema:

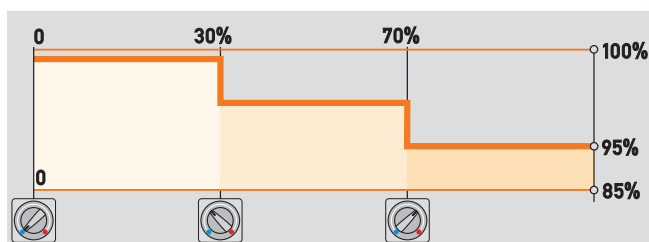
- Activación (suministro de corriente) de la resistencia de calentamiento en el termostato para la refrigeración del motor controlada por diagramas característicos para abrir el circuito largo de refrigeración (regulación de la temperatura del refrigerante).
- Control de los ventiladores del radiador para favorecer un rápido descenso de la temperatura del refrigerante.

Para todas las informaciones que se necesiten más adelante se utilizarán los sensores de control del motor.



## 8.7 Regulación de la temperatura del refrigerante al encender la calefacción

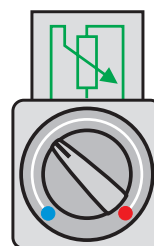
La temperatura del refrigerante puede oscilar entre carga parcial y plena carga, entre 110°C y 85°C. Con una diferencia de temperatura de 25°C y la calefacción encendida, se percibiría una sensación un tanto desagradable en el interior del vehículo. El conductor tendría que regular la temperatura constantemente. A través del potenciómetro, la electrónica del sistema de refrigeración reconoce la necesidad de calor del conductor, y regulará la temperatura del refrigerante de acuerdo, p. ej., con la posición del botón giratorio en el 70% = 95°C de temperatura del refrigerante. El microinterruptor para seleccionar la temperatura situado en el botón giratorio se abre en cuanto se abandona la posición "Calefacción apagada". De este modo se activa una válvula neumática de dos vías que a su vez, mediante vacío, abre la válvula de desconexión del refrigerante para el intercambiador de calor de la calefacción.



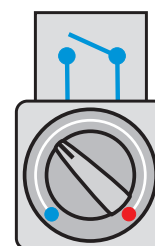
Carga parcial

Carga parcial

Plena carga



Potenciómetro



Microinterruptor

## 8.8 Diagrama característico - Valores nominales

El accionamiento del termostato para la refrigeración del motor mediante diagramas característicos (circuito del refrigerante grande o pequeño) se regula mediante diagramas característicos. En éstos se encuentran registrados los valores nominales de las temperaturas correspondientes. La carga del motor es decisiva. De la carga (masa de aire) y del nº de revoluciones se obtiene la temperatura del refrigerante que se ha de regular.

En el segundo diagrama se han registrado valores nominales de temperatura dependientes de la velocidad y de la temperatura del aire aspirado. De ello se obtiene la temperatura del refrigerante que se ha de regular. De la comparación de los diagramas característicos 1 y 2 se empleará respectivamente el valor más bajo como valor nominal y en función de ello se regulará el termostato. El termostato sólo se activa si se supera un umbral de temperatura y si la temperatura del refrigerante se encuentra apenas por debajo del valor nominal.

## 8.9 Sensor de temperatura del refrigerante

Los sensores de temperatura actúan como un sensor NTC (Coeficiente Negativo de Temperatura). Los valores nominales de temperatura del líquido refrigerante están almacenados como diagramas característicos en la unidad de control del motor. Los valores reales de la temperatura del refrigerante se toman en dos puntos diferentes del circuito y se transmiten a la unidad de control en forma de señales de tensión.

Valor real 1 del refrigerante - justo en la salida del refrigerante del motor, en el distribuidor de refrigerante.

Valor real 2 del refrigerante - junto al radiador, previo a la salida del refrigerante del radiador.

Aplicación de la señal: la comparación entre las temperaturas nominales registradas en los diagramas con la temperatura real 1 da como resultado el régimen de trabajo para el suministro de corriente de la resistencia de calentamiento del termostato. La comparación de los valores reales 1 y 2 del refrigerante es la base para activar los ventiladores eléctricos para el refrigerante.

Función de sustitución: Al fallar el sensor (salida del motor) para la temperatura del refrigerante, se continúa la regulación de temperatura del refrigerante con un valor sustituto predeterminado de 95°C, y se activa de manera continua el nivel 1 del ventilador.

En caso de avería del sensor (salida del radiador) de temperatura del refrigerante, la regulación y el nivel del ventilador 1 permanecen activos. Al superarse un determinado umbral de temperatura, se activa el nivel 2 del ventilador. Si se averían ambos sensores, la tensión en la resistencia de calentamiento está al máximo y el nivel 2 del ventilador permanece activo.



Sensor de temperatura del refrigerante

### 8.10 Termostato regulado por el diagrama característico

En el elemento de cera del termostato de expansión se incluye una resistencia de calefacción. Ésta calienta la cera que se expande generando un desplazamiento "x" del pasador de acuerdo con el diagrama característico. Este desplazamiento "x" da como resultado el desplazamiento mecánico del termostato. La calefacción de la unidad del motor se acciona según el diagrama característico mediante una señal PWM (señal digital de modulación por impulsos). Dependiendo de la duración del impulso y del tiempo, resulta una acción calorífica diferente.

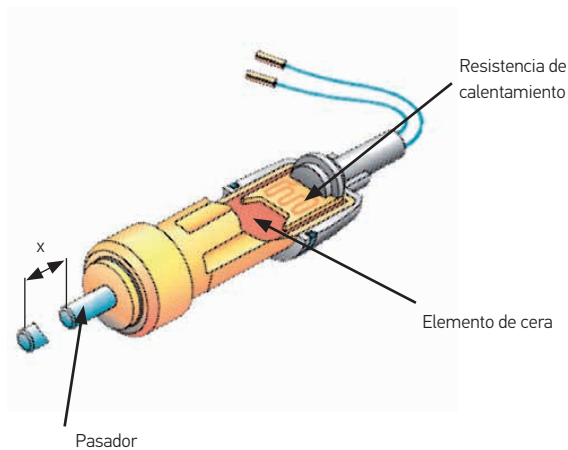
#### Reglas:

- PWM low (sin tensión) = alta temperatura del refrigerante
- PWM high (con tensión) = baja temperatura del refrigerante

#### Sin tensión de servicio:

- La regulación sólo es posible con elemento de expansión.
- Nivel 1 del ventilador activado constantemente.

La calefacción con termostato no sirve para calentar el líquido refrigerante, sino que lo calienta con un objetivo = regular el termostato para abrir el circuito grande del refrigerante. Si el motor está apagado o en proceso de encendido, no se aplica tensión.



## 8.11 Conclusiones

Los modernos sistemas de refrigeración se han vuelto mucho más técnicos, igual que todos los demás sistemas que se encuentran hoy en el automóvil. Para comprender y poder diagnosticar los modernos sistemas de termocontrol de hoy en día, ya no basta con los conocimientos básicos. Se requiere competencia en el sistema, documentación técnica así como la capacidad de pensar de manera lógica.

ANTES SE HABLABA DE REFRIGERACIÓN DEL MOTOR,  
HOY SE HABLA DE TERMOCONTROL.



# 9 INFORMACIÓN TÉCNICA

## 9.1 Depósito de expansión

### **i** Información general

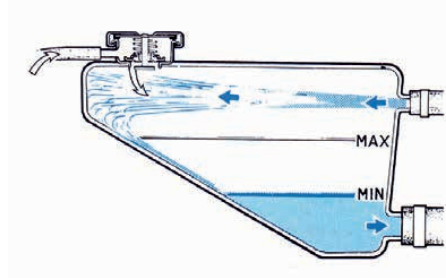
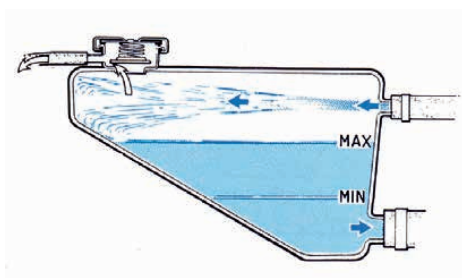
El depósito de expansión del sistema de refrigeración está fabricado generalmente de plástico y recoge el refrigerante expandido. Por regla general está montado de manera que representa el punto más alto del sistema de refrigeración. Para poder controlar el nivel de refrigerante, el depósito es transparente y dispone de marcas de "Mín" y "Máx". Además, también existe la posibilidad de montar un indicador electrónico de nivel de llenado. Mediante la válvula del tapón de cierre del depósito de expansión se alcanza un equilibrio en la presión del sistema de refrigeración.



### **?** Estructura/Funcionamiento

Un aumento de la temperatura del refrigerante lleva a un aumento de la presión en el sistema de refrigeración, pues se expande el fluido refrigerante. La presión en el depósito de compensación aumenta, lo que provoca que la válvula de sobrepresión del tapón de cierre se abra y permita la salida del aire.

Una vez estabilizada la temperatura del refrigerante se origina un vacío en el sistema de refrigeración. El refrigerante es succionado desde el depósito. Así también se forma vacío en el depósito. Como consecuencia, se abre la válvula de compensación de vacío del tapón del depósito. El aire entra en el depósito hasta que se alcanza un equilibrio en la presión.



## Consecuencias en caso de avería

**Un fallo en el depósito de compensación o en el tapón de cierre puede detectarse de la siguiente manera:**

- Pérdida de refrigerante (fuga) en distintos componentes del sistema o en el propio depósito de compensación
- Excesiva temperatura del refrigerante y/o del motor
- Depósito de compensación u otros componentes agrietados o reventados

**Como causa de ello se puede considerar:**

- Sobrepresión en el sistema de refrigeración debido a un fallo en la válvula del tapón de cierre
- Desgaste de los materiales

## Búsqueda de fallos

**Pasos de comprobación para detectar averías:**

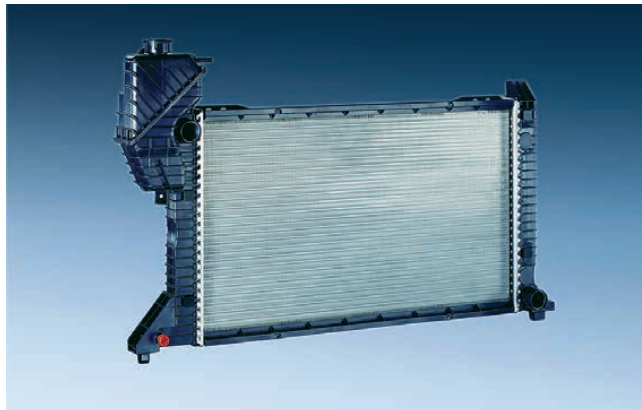
- Comprobar el nivel de refrigerante y la proporción de anticongelante
- Comprobar que el refrigerante no presenta coloración o impurezas (aceite, material sellante, depósitos de cal)
- Comprobar que el termostato, el radiador, el intercambiador de calor, las tuberías flexibles y las conexiones flexibles no presentan fugas y que funcionan correctamente
- En caso necesario, realizar una prueba hidráulica de presión en el sistema de refrigeración (comprobación de presión)
- Comprobar que no se producen inclusiones de aire en el sistema de refrigeración; en caso necesario, purgar el aire del sistema de refrigeración siguiendo las indicaciones del fabricante del vehículo.

Si se han seguido todos los puntos arriba indicados sin encontrar ningún problema, deberá sustituirse el tapón de cierre del depósito de compensación. Resulta muy complicado realizar una comprobación de la válvula del tapón de cierre.

## 9.2 Radiador de refrigerante

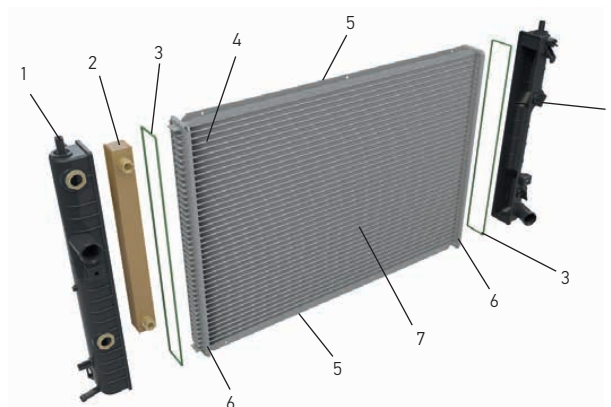
### **i** Información general

Los radiadores de refrigerante se montan en la corriente de aire del frontal del vehículo y se distinguen por su estructura. Tienen la función de evacuar al aire exterior el calor generado a partir de la combustión en el motor y que es absorbido por el refrigerante. Se pueden encontrar otros radiadores en el interior o junto al radiador de refrigerante para, por ejemplo, la caja de cambios automática.



### **?** Estructura/Funcionamiento

La pieza más importante de un módulo de refrigeración es el radiador de refrigerante. Se compone del bloque del radiador y de la caja de agua con todas sus conexiones y elementos de fijación necesarios. El mismo bloque del radiador se compone de la parrilla del radiador (que es un sistema de tubos y nervaduras), los fondos de tubos, y las piezas laterales. Los radiadores de refrigerante convencionales tienen un depósito de refrigerante de poliamida reforzada con fibra de vidrio en el que, antes de montarlo sobre el fondo del tubo, debe colocarse una junta y además se rebordea. Los más novedosos son los radiadores completamente de aluminio que pesan poco y requieren poca profundidad de montaje. Además son 100% reciclables. El enfriamiento del refrigerante se realiza mediante las nervaduras de refrigeración (parrilla). El aire exterior que fluye a través de la parrilla del radiador disipa el calor del refrigerante. Dependiendo del modelo, se distingue entre radiadores de corriente descendente y de corriente transversal. En el caso de los radiadores de corriente descendente, el agua entra por encima del radiador y sale por abajo. En el caso de los radiadores de corriente transversal, el agua del radiador entra por un lateral del radiador y sale por el otro lado. Si en un radiador de corriente transversal entra y sale el agua por el mismo lado, la caja de aguas estará dividida. En ese caso, el refrigerante fluirá en sentido contrario por la parte de arriba y por la de abajo del radiador. Los radiadores de corriente transversal son más bajos en su fabricación y se emplean principalmente en turismos.



1. Caja de agua
2. Radiador de aceite
3. Juntas
4. Nervaduras (parrilla)
5. Chapas laterales
6. Suelo
7. Conducto de refrigeración

## ! Consecuencias en caso de avería

Un defecto en el radiador puede detectarse de la siguiente manera:

- Potencia insuficiente de la refrigeración
- Temperatura del motor muy alta
- El ventilador del radiador está permanentemente en marcha
- Potencia insuficiente del aire acondicionado

Como causa de ello se puede considerar:

- Pérdida de refrigerante debido a daños en el radiador (impactos de la gravilla, accidente)
- Pérdida de refrigerante debido a la corrosión o fugas en las conexiones
- Intercambio de calor defectuoso debido a suciedad exterior o interior (suciedad, insectos, depósitos de cal)
- Agua del radiador sucia o demasiado vieja



## 🔍 Búsqueda de fallos

Pasos de comprobación para detectar averías:

- Comprobar la suciedad externa del radiador de refrigerante y, en caso necesario, limpiar mediante aire comprimido reducido o chorro de agua. Para ello se aconseja no acercarse demasiado a las láminas del radiador
- Comprobar posibles daños y fugas externas del radiador (en las mangueras, los rebordeados, las láminas, la carcasa de plástico)
- Comprobar impurezas/coloraciones (por ej. por aceite o por una junta defectuosa) y la proporción de anticongelante
- Verificar la circulación del refrigerante (obturación por cuerpos extraños, material sellante, depósitos de cal)
- Medir la temperatura del refrigerante de entrada y de salida con ayuda de un termómetro de infrarrojos (p.ej. el de Behr Hella Service con nº art. 8PE 351 228-031)



### 9.2.1 Tapón de cierre del radiador

#### **i** Información general

El tapón de cierre del radiador es un elemento importante que a menudo pasa desapercibido. Además de garantizar el cierre hermético del orificio de llenado del radiador o del depósito de compensación, el tapón ha de impedir que se origine sobrepresión o vacío en el sistema de refrigeración. Para ello se ha equipado el cierre de llenado con una válvula de sobrepresión y de vacío. La válvula de sobrepresión contribuye a un aumento de presión aproximado de 0,3-1,4 bar. En función de ello aumenta la temperatura de ebullición del refrigerante a 104 – 110°C y mejora el rendimiento del sistema de refrigeración. Durante el enfriamiento, si el sistema se encontrara cerrado herméticamente, se generaría vacío. Evitar esto es la función de la válvula de vacío.



#### **?** Estructura/Funcionamiento

La elevada temperatura del refrigerante provoca que éste se expanda ocasionando un aumento de la presión en el sistema de refrigeración. El refrigerante es presionado hacia el depósito. La presión en el depósito se incrementa. La válvula de sobrepresión del tapón de cierre se abre y permite que salga el aire. Una vez estabilizada la temperatura del refrigerante se origina un vacío en el sistema de refrigeración. El refrigerante es aspirado desde el depósito. Se origina así un vacío en el depósito. Como consecuencia, se abre la válvula de compensación de vacío del tapón de cierre del depósito. El aire fluye en el depósito hasta compensar la presión.







## Reglas que deben respetarse al abrir el tapón de cierre del radiador

- Dejar enfriar el sistema de refrigeración hasta que el refrigerante alcance una temperatura inferior a 90°C
- Con el motor caliente, el sistema de refrigeración se encuentra bajo presión
- ¡Si se abre el sistema de refrigeración de manera brusca, existe peligro de escaldarse!
- Abrir el tapón de cierre hasta la muesca y, en los modelos atornillados, girar ½ vuelta y dejar salir la presión
- ¡Utilizar guantes, gafas y vestimenta de protección!



## Comprobación del funcionamiento

Con una herramienta de comprobación adecuada puede comprobarse si la válvula del tapón de cierre del radiador funciona correctamente (conforme a las indicaciones del fabricante del vehículo).

1. Comprobar la presión de apertura al aumentar la presión.
2. La válvula de vacío debe estar en la junta de goma, levantar ligeramente y, después de soltar, volver a enroscar.

**Behr Hella Service recomienda sustituir el tapón de cierre siempre que se sustituya el radiador.**



## 9.2.2 Lavado del sistema de refrigeración

En caso de que existan impurezas deberá purgarse el refrigerante y deberá lavarse el sistema de refrigeración.

### Las impurezas pueden ser:

- Aceite (junta de la culata defectuosa)
- Óxido (corrosión interna del motor)
- Aluminio (corrosión interna del radiador)
- Sustancias extrañas (aditivos/sellantes)
- Partículas extrañas (bomba de refrigerante defectuosa)

Los análisis efectuados en los radiadores averiados revelan que el tipo de suciedad más común son los residuos de óxido. Esta formación se atribuye a una limpieza insuficiente o apenas existente durante la reparación del sistema de refrigeración, o al llenado con anticongelantes incorrectos, así como a la reutilización del refrigerante purgado. Los residuos de óxido pueden adherirse y obstruir los canales estrechos, aceleran la corrosión al cubrir las superficies metálicas (efecto anódico con perforación) y actúan como abrasivos en el circuito del refrigerante, especialmente en zonas de redirección del flujo.

## Limpieza

El sistema de refrigeración deberá lavarse con agua caliente o con un fluido de lavado especial dependiendo del grado de suciedad. Dependiendo del fabricante del vehículo y de los síntomas que presente el sistema, existen diversos procedimientos a la hora de efectuar el lavado. Así, en caso de que el refrigerante adquiera una tonalidad marrón y existan quejas respecto a la potencia de la calefacción, Audi establece, p.ej. en el A6, el lavado con un fluido de lavado especial. Si se lleva a cabo un proceso de lavado múltiple, deberá desmontarse el termostato y medirse la potencia de la calefacción tras el lavado.

Volkswagen prescribe un producto de limpieza con efecto **desengrasante** y el siguiente procedimiento:

- Poner el motor en la temperatura de servicio
- Vaciar el refrigerante

- En motores de 4 cilindros, rellenar con 3 litros de producto limpiador y completar con agua
- En motores de 8 cilindros, rellenar con 4 litros de producto limpiador y completar con agua
- Dejar el motor en funcionamiento durante 20 min. con el termostato abierto
- Purgar el limpiador
- Repetir el proceso hasta que el producto de limpieza salga transparente
- Repetir dos veces el proceso con agua corriente
- Rellenar con anticongelante

Para los modelos Corsa B, Vectra B y Omega B fabricados hasta el año 1997, Opel advierte de que la elevada temperatura del motor puede deberse a un fallo en el radiador. En ese caso deberá realizarse el lavado con agua caliente (> 50°C) y



reemplazar, además del radiador, todas las piezas por las que circula el refrigerante (intercambiador de calor, culata, etc.). La mayoría de los productos de limpieza se basan en componentes de ácido fórmico, oxálico y clorhídrico que no deben permanecer en el sistema de refrigeración. **¡Aclare el sistema a fondo!**

A menudo sucede que, tras la limpieza, se observan fugas que antes pasaban desapercibidas. Este hecho suele atribuirse a la agresividad del producto de limpieza. No obstante, la causa real radica en un defecto que ya estaba presente con anterioridad, con lo cual las adherencias de suciedad garantizaban la permeabilidad del sistema. Antes de montar cualquier nueva pieza, Behr Hella Service recomienda llevar a cabo un lavado del circuito de refrigeración.

**El procedimiento de lavado y el líquido empleado dependen del grado de suciedad y de las indicaciones del fabricante del vehículo.**

Debe tenerse en cuenta que, debido a la estructura de los sistemas de refrigeración modernos, no es posible lavar todas las piezas y éstas deberán ser sustituidas.

**Esto afecta especialmente a las siguientes piezas:**

- Termostato
- Radiador
- Válvulas eléctricas
- Tapones de cierre
- Intercambiador de calor

Si no resulta posible observar el nivel de refrigerante en el depósito de compensación debido a la presencia de impurezas (aceite, óxido), deberá sustituirse también el depósito.

**El termostato y el tapón de cierre deben sustituirse siempre.**

Si emplean limpiadores del sistema de refrigeración, deberá procurarse que éstos no dañen los materiales sellantes y no lleguen a las aguas subterráneas ni se eliminen a través del contenedor para desechar aceite. El producto de limpieza debe recogerse junto con el refrigerante y debe eliminarse por separado. Tras el lavado, deberá rellenarse de nuevo el sistema con refrigerante siguiendo las indicaciones del fabricante del vehículo (observar las especificaciones y la proporción de la mezcla) y comprobar el funcionamiento y la estanqueidad.

**¡Anticongelante = Antioxidante!**



### 9.3 Intercoolers

#### **i** Información general

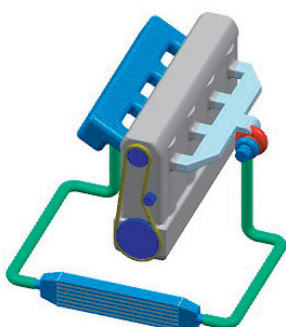
Mejora en el rendimiento del nº de revoluciones, menor consumo de combustible, mejora del grado de eficacia del motor, reducción de los valores de los gases de escape, descarga térmica del motor... Existen numerosas razones para enfriar el aire de combustión de motores turboalimentados con refrigeradores de aire de carga. Básicamente se distinguen dos tipos de refrigeradores. La refrigeración directa del aire de carga, en la que el intercooler está montado en la parte delantera del vehículo y que se enfría a través del aire ambiental (aire que entra durante la marcha); y la refrigeración indirecta del aire de carga, en la que el refrigerante fluye a través del intercooler y desvía el calor.



#### **?** Estructura/Funcionamiento

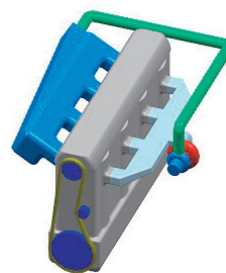
Por su estructura, el refrigerador de aire de carga se corresponde con el radiador de refrigerante. En el refrigerador de aire de carga, el medio que debe enfriarse no es el refrigerante, sino el aire caliente comprimido que llega desde el turbocompresor (hasta 150°C). Básicamente, el aire de carga puede disipar calor a través del aire exterior o del refrigerante del motor. En la refrigeración directa del aire de carga, éste entra en el radiador, circula por el aire que entra durante la marcha y entra refrigerado en el canal de admisión del motor. En el caso del refrigerador de aire de carga que se enfría mediante refrigerantes, su posición de montaje puede escogerse casi libremente, ya que su reducido volumen de montaje también es una ventaja. Así, por ejemplo, en la refrigeración indirecta del aire de carga, el radiador que se enfría mediante refrigerante y el canal de admisión pueden formar una sola unidad. Sin un circuito de refrigeración extra, el aire de carga

sólo puede reducirse hasta una temperatura cercana a la del refrigerante. Con ayuda de un circuito de refrigerante especial para el refrigerador de aire de carga, independiente del circuito de refrigeración del motor, se puede seguir aumentando el grado de eficacia del motor mediante el incremento de la densidad atmosférica. Unidos a este circuito hay un radiador de refrigerante de baja temperatura y un radiador de refrigerante del aire de carga. El calor residual del aire de carga se transmite en primer lugar al líquido refrigerante, y luego se conduce por el radiador del refrigerante de baja temperatura hacia el aire ambiente. El refrigerador de baja temperatura está montado en el módulo frontal del vehículo. Puesto que el refrigerador de baja temperatura necesita mucho menos espacio que un refrigerador de aire de carga convencional refrigerado por aire, queda más espacio libre en el frontal del vehículo. Además, así desaparecen las voluminosas tuberías del aire de carga.



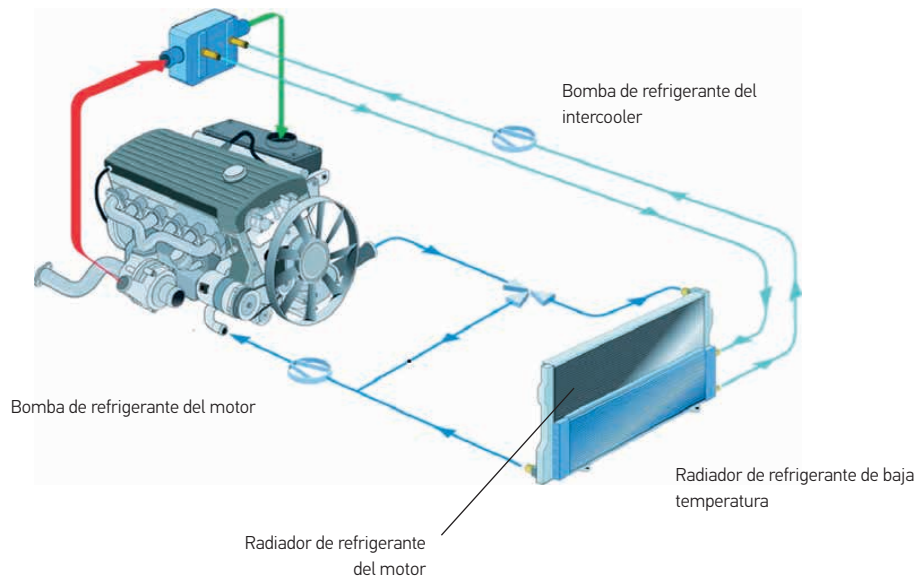
Refrigeración directa del aire de carga

#### Representación esquemática



Refrigeración indirecta del aire de carga /  
Cámara de admisión con intercooler  
integrado

Refrigeración directa del  
aire de carga



## ! Consecuencias en caso de avería

**Un fallo en el refrigerador de aire de carga puede detectarse de la siguiente manera:**

- El motor no tiene potencia suficiente
- Pérdida de refrigerante (en intercooler refrigerado con refrigerante)
- Mayor emisión de sustancias nocivas
- Mayor consumo de combustible

**Como causa de ello se puede considerar:**

- Las mangueras de conexión/del refrigerante están dañadas o bloqueadas
- Pérdida de refrigerante o filtración de aire por fugas
- Daños externos (impactos de gravilla, accidente)
- Menor caudal de aire (suciedad)
- Intercambio de calor insuficiente por suciedad interna (corrosión, material sellante, depósitos de cal)
- Avería de la bomba de refrigerante (radiador de refrigerante de baja temperatura)

## 🔍 Búsqueda de fallos

**Pasos de comprobación para detectar averías:**

- Controlar el nivel del refrigerante
- Comprobar impurezas/coloración y la proporción de anticongelante en el refrigerante
- Observar si hay daños externos o suciedad
- Comprobar si los componentes del sistema y los elementos de conexión (mangueras flexibles) presentan fugas
- Comprobar la bomba de refrigerante
- Controlar los ventiladores y los ventiladores auxiliares
- Comprobar el caudal de aire (obstrucción por partículas extrañas, corrosión)



## 9.4 Radiador de aceite

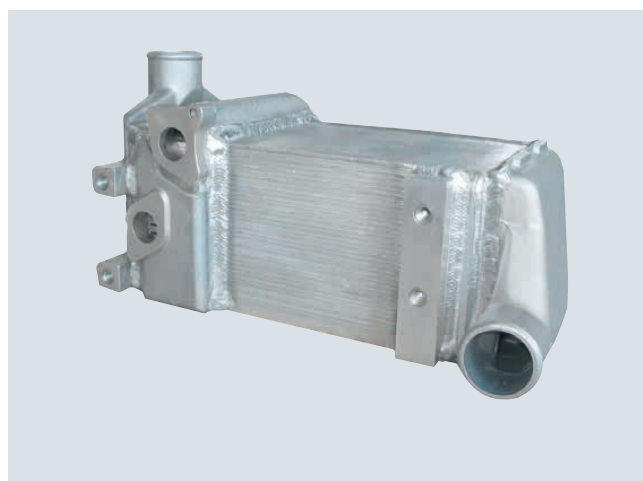
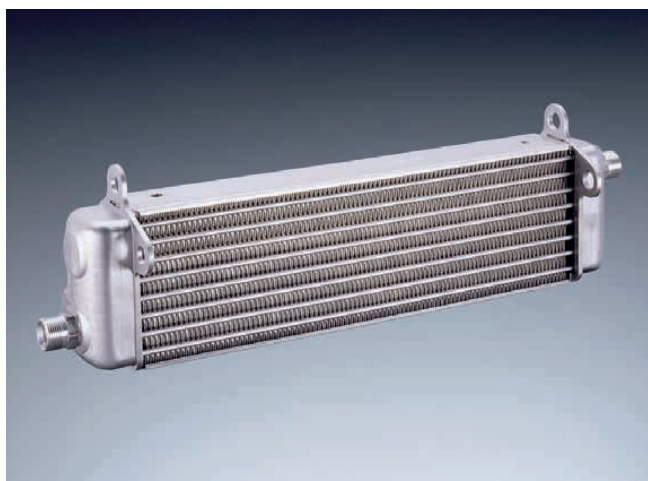
### **i** Información general

La refrigeración mediante radiadores de aceite sometido a grandes cargas térmicas (del motor, la transmisión o la servodirección) y el mantenimiento de una temperatura constante conlleva notables ventajas. Los intervalos de cambio de aceite son más largos y se prolonga la vida de diversas piezas. Dependiendo de las necesidades, los radiadores de aceite se encuentran en el radiador del motor o directamente en el bloque del motor. Básicamente, se diferencia entre los tipos de radiadores de aceite que funcionan mediante aire o mediante líquido refrigerante.

### **?** Estructura/Funcionamiento

Actualmente, en el caso de motores de vehículos sobrecargados, ya no basta con una refrigeración convencional. Así, p.ej., la refrigeración del aceite del motor es bastante irregular, ya que depende de la temperatura exterior y del viento que entra durante la marcha. Los radiadores de aceite que se enfrían por aire y que se encuentran en las corrientes de aire del frontal del vehículo, proporcionan una refrigeración suficiente de la temperatura del aceite. Los radiadores de aceite que se enfrían mediante refrigerantes están conectados al circuito del refrigerante del motor y ofrecen una regulación óptima de la temperatura. Así, el refrigerante fluye a través del radiador de aceite. Cuando el motor está caliente, el refrigerante extrae el calor del aceite y lo refrigera. Cuando el motor está frío, el refrigerante se calienta más rápido que el aceite, y aporta así calor al aceite.

De este modo, el aceite alcanza antes su temperatura de servicio. Alcanzar rápidamente la temperatura de servicio o mantener una temperatura de servicio constante es de especial importancia para la caja de cambios automática y la servodirección. En caso contrario, existe el peligro de que, por ejemplo, la servodirección se vuelva demasiado dura o demasiado blanda. Los refrigeradores de tubos se sustituyen cada vez más a menudo por los refrigeradores compactos de discos apilados, fabricados completamente de aluminio. Éstos ofrecen una refrigeración mayor de las superficies en un espacio de montaje reducido y se pueden montar en varios lugares del compartimento del motor. Un fallo en el radiador de aceite puede detectarse de la siguiente manera:



## ! Consecuencias en caso de avería

**Un fallo en el radiador de aire de aceite puede detectarse de la siguiente manera:**

- Potencia insuficiente de la refrigeración
- Pérdida de aceite
- Temperatura del aceite muy alta
- Refrigerante sucio

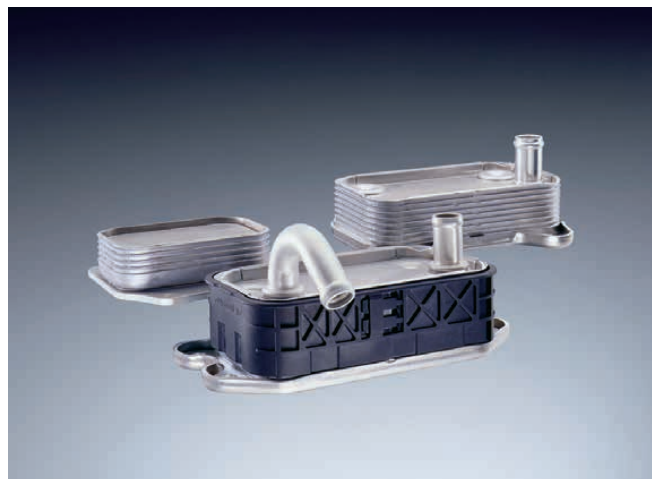
**Como causa de ello se puede considerar:**

- Intercambio de calor insuficiente debido a la suciedad exterior o interior (insectos, suciedad, restos de aceite, corrosión)
- Pérdida de aceite por daños (accidentes)
- Entrada de aceite en el sistema de refrigeración (fugas internas)
- Pérdida de aceite debido a fugas en las tomas

## 🔍 Búsqueda de fallos

**Pasos de comprobación para detectar averías:**

- Controlar el nivel de aceite y de refrigerante
- Comprobar impurezas y posibles daños (fisuras) del radiador de aceite
- Comprobar impurezas/coloración y la proporción de anticongelante en el refrigerante
- Comprobar si hubiera fugas externas (en las tomas)
- Comprobar el caudal (obstrucción por sustancias extrañas, corrosión, restos de aceite, etc.)



## 9.5 Calefacción auxiliar de Coeficiente Positivo de Temperatura PTC

### **i** Información general

Por el alto grado de efectividad de los modernos motores de inyección directa (p. ej. TDI), a menudo el calor residual no es suficiente para calentar rápidamente el habitáculo del vehículo en los días fríos. Gracias a los calefactores auxiliares PTC que van montados delante del intercambiador de calor, tomando como referencia el sentido de la marcha, el habitáculo puede calentarse con gran rapidez. Estos calefactores se componen de varias resistencias que dependen de la temperatura y que son controladas eléctricamente.

Con gran rapidez se extrae energía de la red eléctrica de a bordo y se evacua en forma de calor en el habitáculo del vehículo a través del flujo de aire de la ventilación.

### **?** Estructura/Funcionamiento

Los elementos PTC pertenecen a las resistencias cerámicas no lineales. "PTC" significa "Coeficiente Positivo de Temperatura", es decir, la resistencia eléctrica aumenta con la temperatura del elemento. Aunque esto no sea verdad completamente, ya que en un primer momento la resistencia desciende y la temperatura aumenta. La línea característica de resistencia tiene en este ámbito una característica negativa de temperatura. Sólo cuando se alcanza la resistencia mínima, la característica de temperatura pasa de ser negativa a positiva, es decir, con la temperatura que sigue aumentando, la resistencia disminuye al principio lentamente, y a partir de los 80°C aumenta rápidamente hasta llegar a un punto en el cual el calefactor PTC prácticamente no puede seguir absorbiendo más corriente extra. Al llegar a este punto, la temperatura de la superficie del calefactor PTC llega a unos 150°C, cuando ya no corre aire por el calentador PTC, y la temperatura del bastidor de metal es de 110°C. El calefactor PTC se compone de varios elementos calefactores (imagen 2, pos. A): un bastidor de fijación, un bastidor aislante y el relé o sistema electrónico de potencia.

Los elementos calefactores se componen de elementos cerámicos PTC, chapas de contacto, conexiones y nervaduras

onduladas de aluminio. Las nervaduras onduladas aumentan la superficie disipadora de calor de las chapas de contacto. Para incrementar la transferencia de calor hacia el aire, las nervaduras onduladas están provistas de "ranuras". Al mejorar la transferencia de calor, el incremento de la corriente de conexión se reduce significativamente frente a los calefactores con nervaduras onduladas sin ranuras. Esto tiene la ventaja de que las barras PTC pueden conectarse por separado con más frecuencia. El calefactor, por tanto, puede funcionar con una potencia total más alta. De la fabricación de radiadores procede el conocimiento para la producción de dichas ranuras. El calefactor va montado, dentro de la unidad de aire acondicionado/calefacción, en la corriente de aire, directamente detrás del intercambiador de calor convencional, con lo que la necesidad de espacio de montaje se reduce a la mínima expresión. Con temperaturas exteriores bajas y con el motor frío, por el calefactor PTC circula en un primer momento sólo aire frío o ligeramente calentado por el intercambiador de calor. La temperatura y la resistencia de los elementos calefactores es baja, aunque la potencia calorífica, por el contrario, sea elevada. Con la respuesta de la calefacción tradicional aumenta la temperatura del aire y la resistencia y, por lo tanto, baja la



potencia calorífica. Con una temperatura de la superficie del calefactor PTC por el que circula aire a 25°C, se alcanza un flujo de aprox. 480 kg de aire por hora. La parrilla de la calefacción alcanza, con esta temperatura del aire, una temperatura media de 50°C. La resistencia nominal de los calefactores PTC se puede elegir y, de acuerdo con ello, varía la absorción de energía y la potencia. Una resistencia nominal baja permite una alta potencia calorífica durante el funcionamiento. La potencia de los calefactores PTC se encuentra entre 1 y 2 kW. Con 2 kW se alcanza el valor límite de la potencia de las redes de 12 V (150 A en 13 V). Con una red de a bordo de 42 V se podría alcanzar una potencia mayor. Por su escasa masa y debido a que el calor generado eléctricamente, sin pasar por otras vías, se disipa directamente en la corriente de aire, la calefacción PTC responde prácticamente de inmediato. Esta alta disponibilidad es la característica distintiva del calefactor PTC. Como, además, el motor llega más rápidamente a la temperatura de servicio como consecuencia de la carga extra del alternador, la calefacción tradicional también responde más rápidamente. Esa potencia calorífica extra implica unos dos tercios de la potencia del calefactor PTC. En la práctica, esta potencia calorífica puede atribuirse a la calefacción PTC. Mediante la curva de resistencia característica de los calefactores PTC se evita que la calefacción PTC se sobrecaliente. La temperatura de la superficie del bastidor de metal se encuentra siempre por debajo de los 110°C. Además, en caso de altas temperaturas de soplado del intercambiador de calor, se reducirá la potencia de la calefacción PTC. Mediante un sistema electrónico de potencia, la calefacción PTC puede regularse en varios niveles o gradualmente, de manera que se pueda adaptar la potencia de calefacción necesaria o la potencia eléctrica de la que se dispone. La activación del calefactor PTC se realiza mediante un relé externo o mediante una regulación integrada que cuenta con un sistema electrónico de potencia. Si se realiza con el relé, el fabricante del vehículo determina qué niveles se conectan y cuántos de ellos. Con la regulación integrada en el calefactor hay que diferenciar entre funcionalidad mínima o alta. Con la funcionalidad mínima, los distintos niveles pueden conectarse por separado.

El sistema electrónico protege el calefactor ante sobretensiones, cortocircuitos e inversiones de polaridad. No se ha previsto ninguna posibilidad de diagnóstico con esta regulación. La regulación mediante niveles permite hasta ocho niveles. La activación se realiza dependiendo del consumo de corriente y de la demanda de calefacción, es decir, del confort térmico deseado. En la regulación con alta funcionalidad, el control del sistema electrónico de potencia se realiza, p. ej., de manera gradual a través del bus LIN o CAN del vehículo. Esto permite utilizar siempre de forma óptima la corriente para la calefacción, corriente que proporciona la red de a bordo en cualquier tipo de situación. Además de la protección ante sobretensiones, cortocircuitos o inversiones de polaridad, el sistema electrónico de potencia dispone de una protección en cada nivel contra sobrecorrientes, de una protección de la placa de circuitos impresos contra el sobrecalentamiento y de una supervisión de la tensión. La regulación con alta funcionalidad permite llevar a cabo tareas de diagnóstico.



## Consecuencias en caso de avería

**Un fallo del calefactor auxiliar PTC puede detectarse de la siguiente manera:**

- Disminución de la potencia de la calefacción con el motor frío
- Se registra un código de avería en la memoria de averías

**Como causa de ello se puede considerar:**

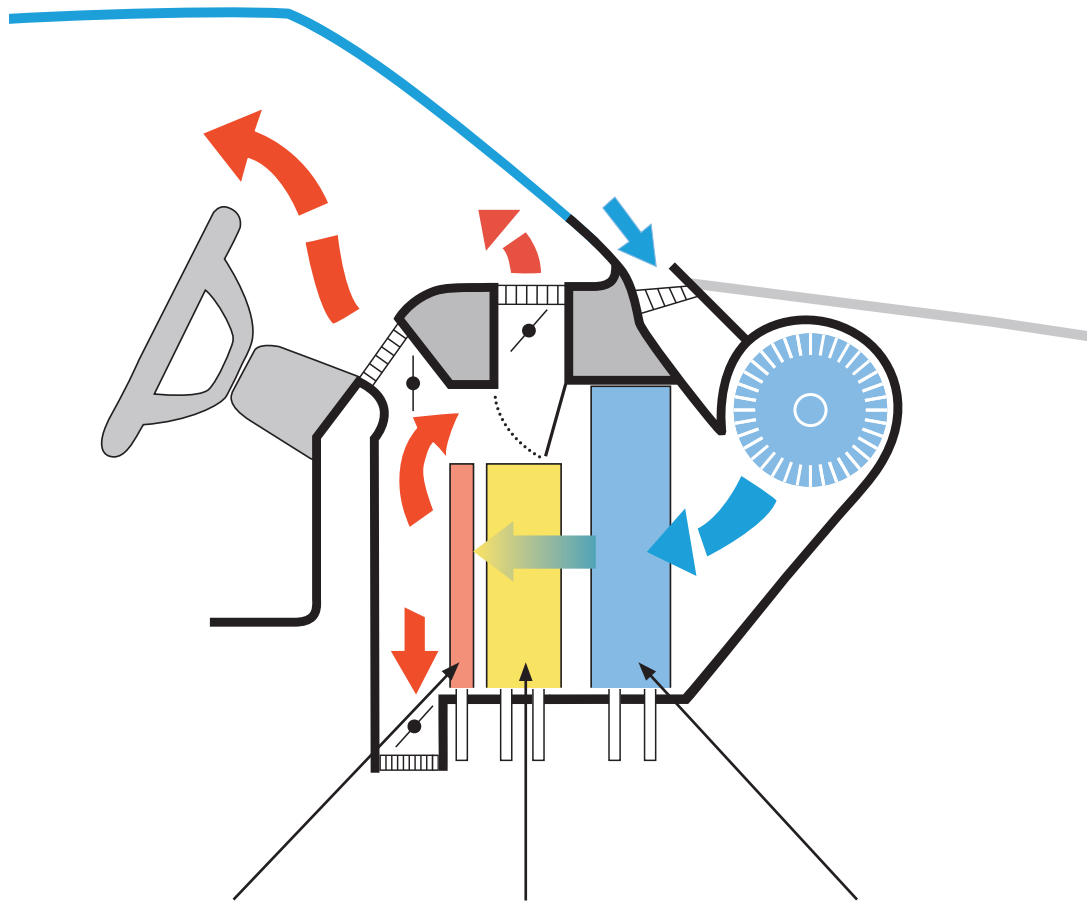
- Activación eléctrica defectuosa o conexiones eléctricas del calefactor auxiliar PTC defectuosas
- Calefactor auxiliar PTC defectuoso (sistema electrónico de potencia, resistencias)

## Búsqueda de fallos

**Pasos de comprobación para detectar averías:**

- Comprobar el fusible
- Leer la memoria de averías
- Leer los bloques de valores de medición
- Comprobar el control eléctrico (relé)
- Comprobar las conexiones eléctricas

A través de la llamada "gestión de la carga", en muchos vehículos la unidad de control de la red de a bordo regula el calefactor auxiliar PTC y también lo desconecta en caso de sobrecarga de la red de a bordo. El estado de la gestión de la carga puede consultarse a menudo a través de los bloques de valores de medición. En caso de problemas en la potencia calorífica, mediante la lectura de la memoria de averías y de los bloques de valores de medición, puede determinarse si una sobrecarga de la red de a bordo ha provocado la desconexión del calefactor auxiliar. La sobrecarga también puede deberse a un fallo en el calefactor auxiliar.



Calefactor auxiliar PTC

Intercambiador de calor

Evaporador



## 9.6 Embrague Visco®

### **i** Información general

El embrague Visco® forma parte del ventilador Visco®. Se encarga de establecer la transmisión entre la tracción y el núcleo del ventilador en función de la temperatura y su función también es la de modificar el nº de revoluciones de dicho núcleo del ventilador. En el embrague hay un ventilador de plástico que

genera la corriente de aire necesaria. Los ventiladores Visco® se emplean principalmente en turismos de gran cilindrada, en turismos con el motor montado transversalmente y en camiones.

### **?** Estructura/Funcionamiento

Generalmente, el embrague Visco® es accionado directamente por el motor a través de un eje (imagen 1). Si no se necesita aire frío, el embrague Visco® se desconecta y funciona con menor nº de revoluciones. Si aumenta la demanda, el aceite de silicona fluye desde el depósito de reserva hasta el espacio de trabajo. Una vez allí, el par motor se transmite al ventilador, sin desgaste y mediante un rozamiento viscoso, cuyo nº de revoluciones se irá ajustando gradualmente a las condiciones de trabajo.

El punto de encendido está situado a aprox. 80°C. En los embragues Visco® convencionales, la salida de aire del radiador llega hasta un bimetetal (imagen 2), cuya deformación térmica provoca que una válvula se abra y se cierre a través de un pasador y de la palanca de la válvula. En función de la posición de la válvula y de la cantidad de aceite en el espacio de trabajo, se ajustan los pares de giro transferibles y las revoluciones del ventilador. La cantidad de relleno del aceite es de 30 – 50 ml (turismos).

Incluso cuando el espacio de trabajo esté completamente lleno, existe una diferencia entre las revoluciones de la tracción y las del ventilador (deslizamiento). El calor que se genera se disipa al aire exterior a través de las nervaduras de refrigeración. En el embrague Visco® controlado electrónicamente, la regulación se realiza directamente a través de sensores. Un regulador procesa los valores y una corriente de regulación de ciclo fijo los transporta hasta los electroimanes integrados. El campo magnético definido regula, mediante un inducido, la válvula para el control interno del flujo del aceite. Un sensor auxiliar para las revoluciones del ventilador cierra el circuito de regulación.



Imagen 1

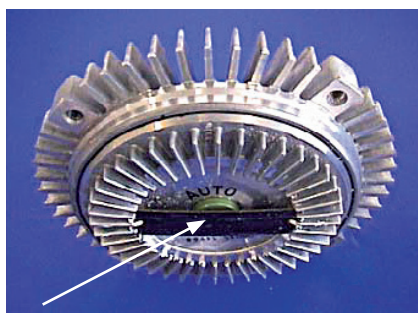


Imagen 2

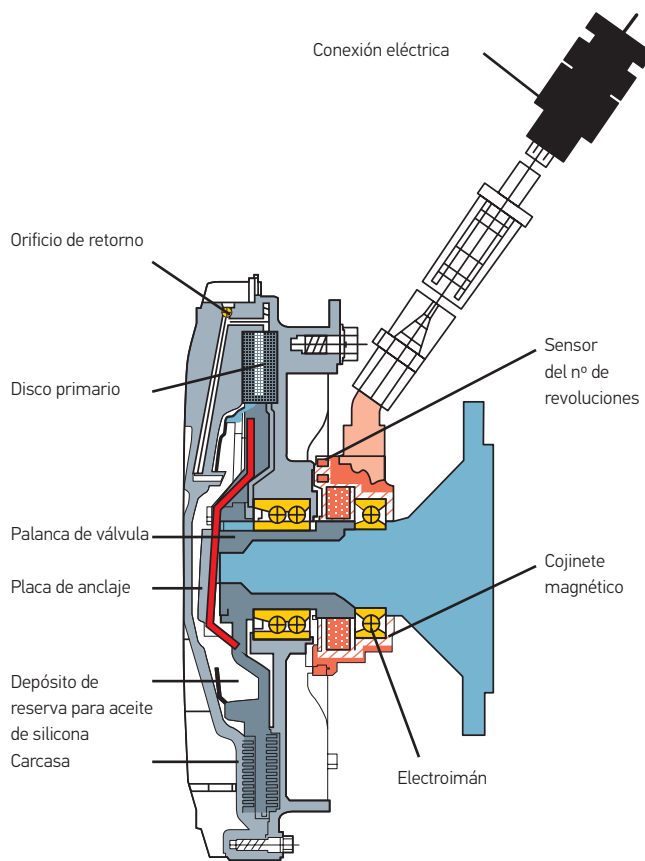
## ! Consecuencias en caso de avería

Un embrague Visco® averiado puede detectarse de la siguiente manera:

- Aumento de la temperatura del motor o de la temperatura del refrigerante
- Fuerte formación de ruidos
- El núcleo del ventilador gira al máximo en todas las condiciones de servicio

Como causa de ello se puede considerar:

- Transmisión insuficiente debido a la pérdida de aceite
- Pérdida de aceite debido a una fuga
- La superficie de refrigeración o del bimetalo está sucia
- Daños internos (p. ej. válvula de regulación)
- Daños en el cojinete
- Núcleo del ventilador dañado
- Transmisión plena permanente provocada por una avería en el embrague



Embrague Visco® regulado electrónicamente

## 🔍 Búsqueda de fallos

Pasos de comprobación para detectar averías:

- Comprobar el nivel de refrigerante y la proporción de anticongelante
- Comprobar que el ventilador Visco® no presente suciedad ni daños en su parte externa
- Comprobar que los cojinetes no tengan demasiado juego y que no se produzcan ruidos
- Prestar atención a la pérdida de aceite
- Comprobar el embrague Visco® girándolo con la mano, con el motor apagado. Con el motor en frío, el núcleo del ventilador debería poder girarse fácilmente y, con el motor caliente, con dificultad.
- Si es posible, comprobar el deslizamiento del embrague comparando el nº de revoluciones del ventilador con el del eje de transmisión. Con la transmisión máxima, la diferencia en los ventiladores con accionamiento directo no deberá ser superior al 5%. Para ello resulta muy adecuado un medidor óptico de revoluciones con bandas reflectantes (imagen 3)
- Comprobar la conexión eléctrica (embrague Visco® controlado electrónicamente)
- Supervisar la toma de aire/chapa conductora del aire
- Comprobar que el caudal de aire del radiador es suficiente



## 9.7 Ventilador Visco®

### **i** Información general

Para disipar el calor en motores de vehículos industriales y de turismos de gran potencia se requiere, además de un radiador de alto rendimiento, un ventilador y un accionamiento del ventilador que suministren el aire refrigerante de forma especialmente eficaz. Los ventiladores Visco® se componen de un núcleo y de un embrague Visco®. Se utilizan en motores montados transversalmente, se montan delante del radiador (según el sentido de la marcha) y son accionados a través de una correa trapezoidal o directamente por el motor.

### **?** Estructura/Funcionamiento

El núcleo del ventilador está fabricado principalmente de plástico y está atornillado al embrague Visco®. El número y la posición de las paletas del ventilador varían en función de su construcción. La carcasa del embrague Visco® está fabricada en aluminio y dispone de numerosas nervaduras de refrigeración. La regulación del ventilador Visco® se realiza mediante un acoplamiento bimetálico autorregulable que depende de la temperatura. La magnitud más importante en este caso es la temperatura ambiente del radiador de refrigerante. Existe otro modelo de embrague Visco® que es controlado eléctricamente. Éste presenta una regulación electrónica y un accionamiento electromagnético. Para la regulación se utilizan como punto de partida las magnitudes de entrada de distintos sensores. Para saber más, puede consultar la información técnica sobre el embrague Visco®.



## ! Consecuencias en caso de avería

Un fallo en el ventilador Visco® puede detectarse de la siguiente manera:

- Fuerte formación de ruidos
- Aumento de la temperatura del motor o de la temperatura del refrigerante

Como causa de ello se puede considerar:

- Núcleo del ventilador dañado
- Pérdida de aceite/fugas
- La superficie de refrigeración o del bimetal está sucia
- Daños en el cojinete

## 🔍 Búsqueda de fallos

Pasos de comprobación para detectar averías:

- Controlar el nivel del refrigerante
- Comprobar que el núcleo del ventilador no presente daños
- Prestar atención a la pérdida de aceite
- Comprobar que los cojinetes no tengan demasiado juego y que no se produzcan ruidos
- Supervisar la fijación del núcleo del ventilador y del embrague Visco®
- Comprobar que la toma de aire/chapa conductora del aire se encuentren en su sitio y estén bien fijadas



## 9.8 Calefactor

### **i** Información general

El intercambiador de calor está montado en la caja de calefacción del habitáculo del vehículo y por él circula el refrigerante. El aire del habitáculo se transmite a través del intercambiador de calor y allí se calienta.

### **?** Estructura/Funcionamiento

El calefactor o intercambiador de calor se compone, igual que los radiadores de refrigerante, de un sistema mecánico de tubos y nervaduras ensamblados. La tendencia actual es la de fabricarlos totalmente de aluminio. El refrigerante circula por el intercambiador de calor. El caudal se regula principalmente mediante válvulas controladas eléctrica o mecánicamente. El calentamiento del aire del habitáculo se produce mediante las nervaduras de refrigeración (parrilla) del intercambiador de calor. La corriente que crea la ventilación del habitáculo o el aire que entra durante la marcha se transporta a través del intercambiador de calor por el cual pasa el agua caliente del radiador. De esta forma se calienta el aire y vuelve de nuevo al habitáculo del vehículo.



## ! Consecuencias en caso de avería

**Un intercambiador de calor defectuoso o que funcione incorrectamente puede detectarse de la siguiente manera:**

- Potencia calorífica insuficiente
- Pérdida de agua del radiador
- Formación de olores (olor dulzón)
- Cristales empañados
- Caudal insuficiente

**Como causa de ello se puede considerar:**

- Intercambio de calor insuficiente debido a suciedad exterior o interior (corrosión, aditivo refrigerante, suciedad, depósitos de cal)
- Pérdida de refrigerante debido a la corrosión
- Pérdida de refrigerante debido a conexiones no estancas
- Filtro del habitáculo sucio
- Suciedad/Bloqueos en el sistema de ventilación (hojas de árbol)
- Mando de la válvula defectuoso

## 🔍 Búsqueda de fallos

**Pasos de comprobación para detectar averías:**

- Observar si se forman olores y si se empañan los cristales
- Comprobar el filtro del habitáculo
- Comprobar si hay fugas en el intercambiador de calor (tomas de las mangueras, rebordeado, parrilla)
- Observar si el refrigerante presenta suciedad/coloración
- Verificar la circulación del refrigerante (obturación debida a partículas extrañas, depósitos de cal, corrosión)
- Medir la temperatura de entrada y de salida del refrigerante
- Observar si hay bloqueos/cuerpos extraños en el sistema de ventilación
- Comprobar el control de la válvula (aire circulante/aire fresco)





## 9.9 Radiador de aceite para retardadores hidrodinámicos

### **i** Información general

El retardador hidrodinámico (que funciona con líquidos) se utiliza en el vehículo industrial para auxiliar al propio sistema de frenos, como un freno continuo que apenas sufre desgaste. La disminución en la velocidad de circulación del aceite ocasiona que la energía producida durante el movimiento se transforme en calor, que debe ser conducido al sistema de refrigeración por medio de un calefactor.

### **?** Estructura/Funcionamiento

Además del freno de servicio de un vehículo industrial, que suele ser un freno que sufre desgaste, los fabricantes de estos vehículos suelen emplear cada vez más a menudo algunos dispositivos auxiliares de retardo. Uno de ellos es el retardador hidrodinámico que puede variar en su tipo de montaje. Aquí hay que distinguir entre retardadores internos o externos. Los retardadores externos pueden colocarse libremente en la zona de la correa de transmisión, mientras que los retardadores internos están integrados en parte o totalmente en la caja de cambios. Existen retardadores "Inline" (integrados en la correa de transmisión) y "Offline" (acoplados en el lateral de la caja de cambios).

**Todos los modelos tienen los mismos objetivos:**

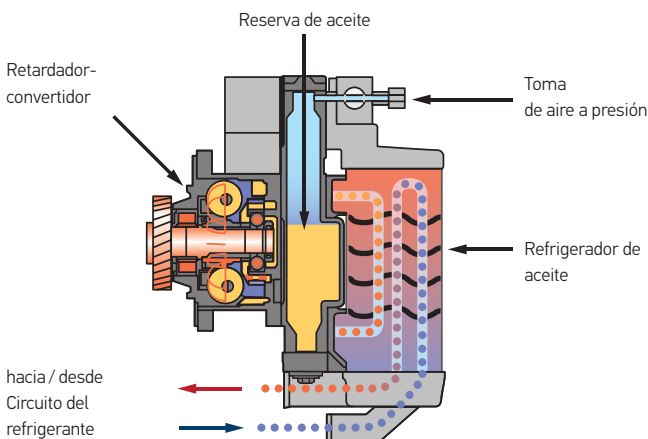
- Reducir la velocidad del vehículo
- Mantener constante la velocidad cuando sea necesario
- Minimizar el desgaste del freno de servicio
- Proteger el freno de servicio de posibles sobrecargas

Los retardadores hidrodinámicos (ver imagen 2 en la página contigua) suelen funcionar con aceite (en parte, también con agua) y disponen de una reserva de aceite interna o externa;

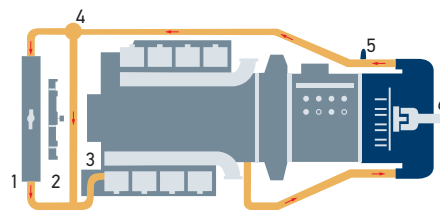
El mismo conductor del vehículo puede activar el uso del retardador o puede producirse de manera automática. La potencia de frenado sobrepasa los 100 KW.

al accionar el freno este aceite es conducido hasta la carcasa del convertidor con ayuda de aire comprimido. Esta carcasa se compone de dos rodetes colocados uno frente al otro. Uno de ellos es un rotor unido a la correa de transmisión del vehículo, y el otro es un estátor fijo. El rotor acelera el aceite que entra. Debido a la forma de los rodetes y a la fuerza centrífuga, el aceite es conducido hasta el estátor que, por medio de la acción del rotor, frena el eje de transmisión. La energía calorífica producida en el retardador calienta el aceite que vuelve a enfriarse gracias a un refrigerador de aceite (ver imagen 4 en la página contigua).

El refrigerador de aceite, ya sea completamente de aluminio o de acero, está acoplado al retardador y transmite el calor absorbido al circuito del refrigerante del vehículo. Para que no se supere la temperatura límite prescrita se ha montado un sensor de temperatura al lado del refrigerador de aceite para vigilar la temperatura del líquido refrigerante. El sensor se ocupa de regular o desconectar el retardador en caso de que se supere la temperatura límite.



Retardador con radiador de aceite integrado



Circuito refrigerante con retardador:

1. Radiador del vehículo
2. Ventilador del radiador
3. Bomba del refrigerante
4. Termostato del refrigerante
5. Sensor de temperatura del refrigerante
6. Retardador con radiador de aceite

## ! Consecuencias en caso de avería

**Un fallo/una avería en el retardador puede detectarse de la siguiente manera:**

- Pérdida de refrigerante
- Pérdida de aceite
- El aceite y el agua se han mezclado
- Fallo completo en la función del freno

**Se deben considerar las siguientes posibilidades:**

- Sobrecalentamiento del sistema de refrigeración debido a falta de refrigerante, refrigerante inadecuado o mezcla refrigerante inadecuada
- Sobrecalentamiento del sistema de refrigeración debido a una maniobra inadecuada (frenado completo del vehículo a pocas revoluciones del motor, se introduce una marcha incorrecta), por lo que surge la cavitación (formación de burbujas en el refrigerante debido a una elevada carga térmica), ver imagen 3

- Daños en las juntas/tomas de las mangueras
- Estrechamiento de la sección transversal debido a suciedad dentro del calefactor o del sistema de refrigeración
- Elevada o brusca carga térmica (temperatura / presión)
- Falta de estanqueidad en el interior del calefactor
- Fallo del sensor de temperatura (imagen 1)

## 🔍 Búsqueda de fallos

**Se deben seguir los siguiente pasos para localizar una avería:**

- Comprobar si el líquido refrigerante se encuentra en las condiciones que prescribe el fabricante del vehículo (tipo de refrigerante, proporción de la mezcla)
- Comprobar el nivel del refrigerante
- Comprobar el sistema de refrigeración por si hubiera fugas o suciedad (aceite, cal, óxido, agente sellante)
- Comprobar si la sección transversal de la entrada/salida del refrigerante está más estrecha de lo que debiera
- Comprobar si el calefactor está bien colocado o si presenta grietas
- Comprobar los componentes eléctricos (sensor)
- Comprobar si es correcto el funcionamiento de los otros componentes (ventilador, termostato, bomba de agua, tapón de cierre)

Cuando se sustituya un radiador de aceite deberá lavarse el sistema de refrigeración y deberán sustituirse el aceite del retardador y el líquido refrigerante. Para el proceso de lavado se recomienda el limpiador de sistemas de refrigeración (con nº de art. de HELLA Nussbaum Solutions 8PE 351 225-841). Siempre deben respetarse las prescripciones específicas del fabricante del vehículo.



Imagen 1



Imagen 2

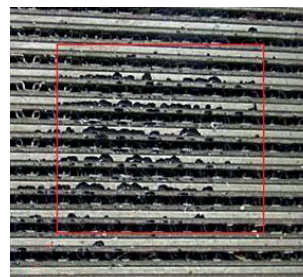


Imagen 3

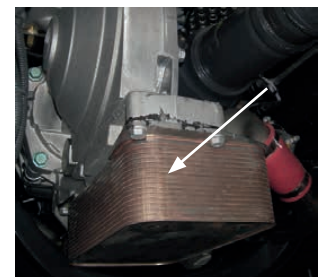


Imagen 4

Distribución y más información a través de

**HELLA S.A.**

Avda. de los Artesanos, 24  
28760 Tres Cantos (Madrid)  
Tel.: 91 806 19 00  
Fax: 91 803 81 30

**hella.es**  
**territoriohella.es**

© BEHR HELLA SERVICE GmbH, Schwäbisch Hall  
Dr.-Manfred-Behr-Straße 1  
74523 Schwäbisch Hall, Germany  
[www.behrhellaservice.com](http://www.behrhellaservice.com)

06.13

