

# Sistema de Aire Acondicionado



Desarrollado por Hyundai Motor Company. Todos los derechos reservados



*Drive your way™*

---

## Índice

<b>Tema</b>	<b>Página</b>
Historia de los sistemas de aire acondicionado	5
Fuentes de calor	6
Temperaturas dentro de un vehículo	7
Solución, enfriamiento	8
Definición de temperatura	9
Transferencia de temperatura	10
Estados de agregación	11
Calor latente de evaporación	12
Temperatura y presión	13
Principio de funcionamiento de AC	15
Refrigerante R12	17
Agujero de la capa de ozono	18
El papel del ozono	19
Efecto Invernadero	20
Refrigerante HFC- 134 a	21
Propiedades de los refrigerantes	22
Presión y punto de ebullición	23
Cambios requeridos para el reemplazo del R 12	24
Modificaciones del sistema	25
Revisión del sistema AC	26
Propiedades de los refrigerantes	27
Compresor de placas de chapoteo	30
Compresor variable de placas de chapoteo	31
Condición de baja carga del AC	32
Condición de alta carga del AC	33
Diagrama de funcionamiento	34
Compresor del tipo espiral	35
Embrague del compresor	38
Estructura de mangueras	38
Condensador	40
Secador	41
Válvula de expansión	42
Ciclo del refrigerante CCOT y componentes	43
Válvula de expansión ecualizada internamente	45
Válvula de expansión ecualizada externamente	47
Evaporador	48
Control de flujo del refrigerante	49

---

## Índice

<b>Tema</b>	<b>Página</b>
Ciclo de funcionamiento del AC	50
Unidad del calefactor	51
Circuito eléctrico	52
Interruptor de presión dual	53
Interruptor de presión triple	54
Sensor APT	55
Control de ventilador multi velocidad del PWM	56
Control del ventilador de enfriamiento	57
Interruptor termostatico	58
Sensor / Termistor de aleta	59
Control de velocidad del motor del ventilador	60
Mantenimiento y búsqueda de fallas	61
Filtro de polen	62
Precauciones de seguridad	63
Revisiones preliminares	65
Mal olor	66
Detector de filtraciones y prueba de filtraciones	67
Conjunto básico de medidores	70
Revisión de desempeño	72
Descarga y carga del refrigerante	73
Evaluación del sistema con medidores de presión	74
Cuestionario NVH	83
Herramientas especiales	84
Desarme del embrague y polea	85
Medición de la abertura de aire	86
Válvula de alivio de presión	87
Especificaciones del aceite y ajuste de nivel	88
Conexiones de mangueras y tuberías	90
Sistema FATC / control AC	91
Señales de control AC	92
Ubicación de los componentes	93
FACT con AC trasero	94
AC trasero	95
Unidad HVAC	96
Tipos de controladores de acuerdo con el sistema / cambio de unidad de Temp.	97
Funciones del interruptor	101
Función CELO	103

---

## Índice

<b>Tema</b>	<b>Página</b>
Sensor de temperatura en el automóvil	104
Foto sensor	105
Sensor de calidad del aire	106
Sensor de temperatura del agua	107
Sensor de humedad	108
Sensor de temperatura ambiente	110
Control de velocidad del motor del ventilador	111
Revisión del transistor de energía	112
MOSFET	113
Actuador de la compuerta de entrada	114
Actuador de modo de la compuerta	115
Actuadores de temperatura de la puerta	116
Calentador PTC	117
Control del calentador PTC	118
Diagnóstico FATC	119

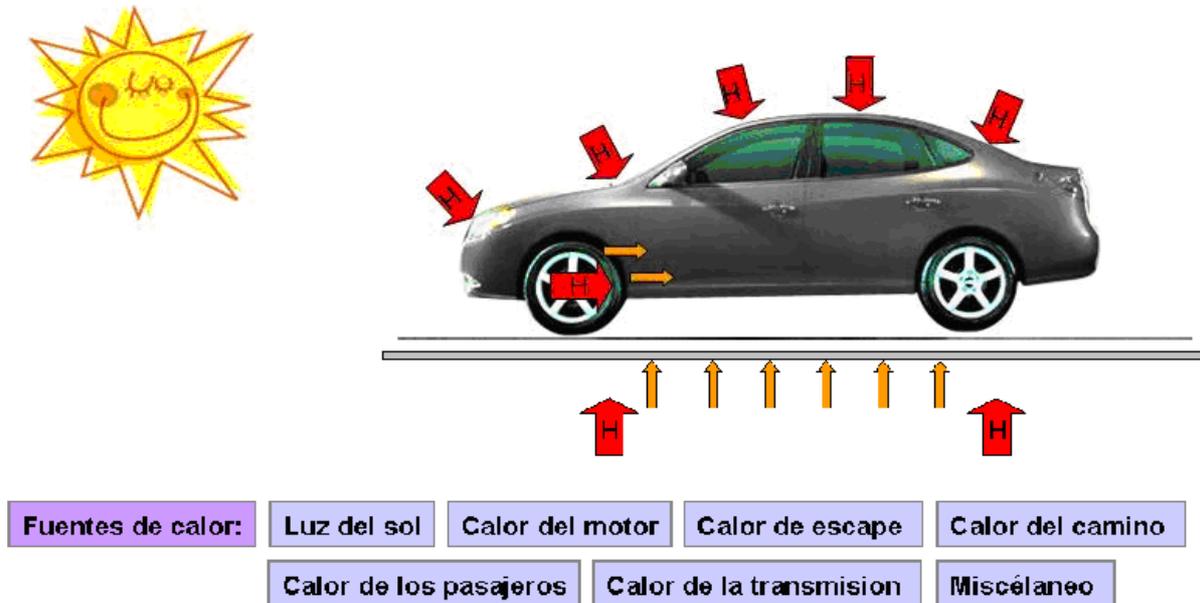
## Historia



Entre 1940 y 1942, Packard equipó 1500 automóviles con aire acondicionado. Para 1954, alrededor de 36000 automóviles tenían sistemas de aire acondicionado instalados en la fábrica. En 1966, el Motor Service Manual estableció que 3.560.000 unidades de AC habían sido atendidas en los U.S. Las ventas de automóviles equipados con AC pronto se agotó. El año 1987 aparece con 19.571.000 unidades de AC. Se estima que actualmente sobre el 80% de los automóviles y camiones livianos en funcionamiento tienen aire acondicionado

Los primeros automóviles no eran exactamente confortables. En invierno, los pasajeros se abrigan con mantas y en el verano, el aire acondicionado era una brisa que resultaba de la velocidad máxima de 15km/h. En 1908, cuando los fabricantes comenzaron a cerrar las cabinas en los vehículos, el calor pronto llegó a ser un problema. Se pusieron ventilaciones en el piso de los automóviles, pero esto trajo al interior más polvo y tierra que aire fresco. Un cubo con agua cerca de la ventilación del piso fue el primer sistema de aire acondicionado. El efecto de reducción de temperatura del aire pasando a través del agua fue llamado un All-Weather Eye. Tales sistemas eran en realidad todavía disponibles para VAN y RV. Este sistema fue inventado por Nash en 1938 y suministro enfriamiento en el verano y calor en el invierno con una simple perilla. El primer automóvil con un sistema real de enfriamiento fue el modelo Packard del año 1940. El “espiral de enfriamiento”, un gran evaporador, se localizaba detrás del asiento y el único control era un interruptor del ventilador. Esta opción permitió a Packard avisar, “Olvídese del calor este verano en el único automóvil con aire acondicionado en el mundo”. Este sistema fue promocionado como un “Acondicionador de Clima” y también filtraba el polen y el polvo del aire. El Acondicionador de Clima pudo también transformarse en un sistema calefactor mediante ajustar controles de amortiguación localizados en el maletero. Entre 1940 y 1942, Packard equipó 1500 automóviles con aire acondicionado. Para 1954, alrededor de 36000 automóviles tenían sistemas de aire acondicionado instalados en la fábrica. En 1966, el Motor Service Manual estableció que 3.560.000 unidades de AC habían sido atendidas en los U.S. Las ventas de automóviles equipados con AC pronto se agotaron. El año 1987 aparece con 19.571.000 unidades de AC. Se estima que actualmente sobre el 80% de los automóviles y camiones livianos en funcionamiento tienen aire acondicionado. Constantemente se realizan cambios para acomodarse a los nuevos diseños de automóviles, medio ambiente, comodidad y seguridad de los pasajeros. Actualmente, pocas personas consideraran un vehículo nuevo que no tenga aire acondicionado. Hoy día, los sistemas de calefacción y aire acondicionado son muy eficientes. Las configuraciones modernas de Control Automático de Temperatura son más confiables que las antiguas controladas por vacío y termostáticas. Los computadores también aseguran la comodidad de los pasajeros y el conductor.

## Fuentes de Calor



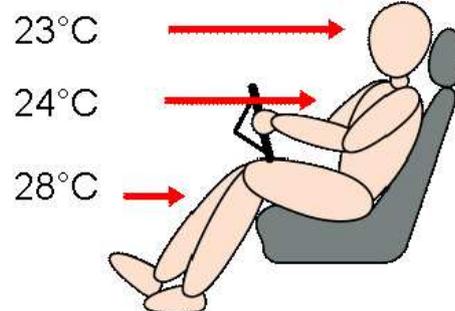
Cuando un vehículo es conducido en una autopista o aun cuando esta solamente estacionado al sol, el calor ingresa al vehículo desde muchas fuentes. La luz directa del sol irradia calor sobre el techo y los paneles de la carrocería y a través del área de vidrio. El calor también es irradiado desde el pavimento caliente y desde los pasajeros. El calor del motor es conducido por el corta fuego. El calor del sistema de escape es generado por el tubo de escape, el tubo trasero, el silenciador y el convertidor catalítico y este calor ingresa a través del piso del vehículo. Todas estas y otras fuentes misceláneas de calor aumentan la temperatura del aire dentro del vehículo. ¡Se ha comprobado que en un día caluroso (aproximadamente 30°C), la temperatura interior de un vehículo estacionado al sol con las ventanas cerradas puede alcanzar mas de 60°C!.

## Temperaturas Dentro de un Vehículo

Tiempo de viaje de una hora, temperatura interior 30°C (a la sombra) y exposición al sol



Sudor, area de la cabeza recalentada, ardor de ojos, alta presión sanguínea



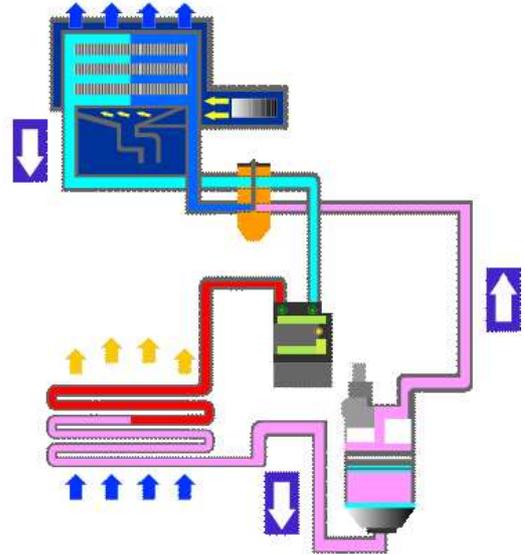
Sensación agradable a temperatura moderada; presión sanguínea normal, no hay problemas con los ojos

**NOTA:**

La función de calentamiento, particularmente con relación a mantener las ventanas libres de llovizna y hielo, esta regulada en muchos países (por ejemplo, dentro de la Comunidad Europea por la pauta EWG 78/317 y en USA por la norma MVSS 103)

El interior de un automóvil refrigerado no solamente ofrece apropiada comodidad, sino que también es la base para una conducción segura activa. Una temperatura interior muy elevada (en el verano frecuentemente entre 40°C y hasta 60° C) empeora la eficiencia y perseverancia, atención y tiempo de respuesta del conductor. El resultado de esta reacción lenta se traduce en mayores distancias de detención y más accidentes. ¡La seguridad activa es el beneficio más importante!.

## Solución: Enfriamiento

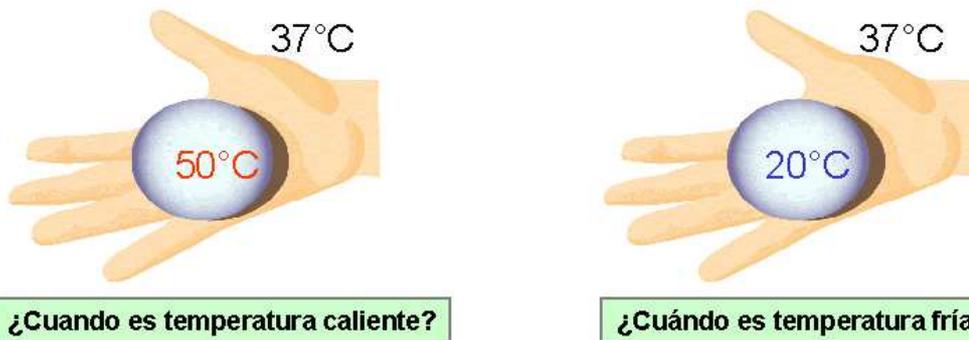
**Enfriamiento****Aire acondicionado**

Además de acondicionar el aire interior (enfriar), confiable en el verano, un sistema acondicionador de aire ayuda a suministrar una visión clara en el invierno o en días húmedos debido a que este remueve la humedad del aire y por lo tanto previene la bruma. También limpia el aire interior de los contaminantes. La fuerte contaminación del aire - en particular en tráfico pesado de ciudad - aparecen también por el sistema usual de ventilación en el interior del vehículo. Esta condición de incomodidad de los pasajeros se previene mediante un sistema de aire acondicionado a través de los filtros (estos también están disponibles sin aire acondicionado) y la limpieza del polvo debido a la remoción de la humedad.

## Definición de Calor



**El Diccionario define calor:**  
**Forma de energizar que aparece del movimiento aleatorio de moléculas, capaz de ser transmitida por inducción, convección o radiación.**

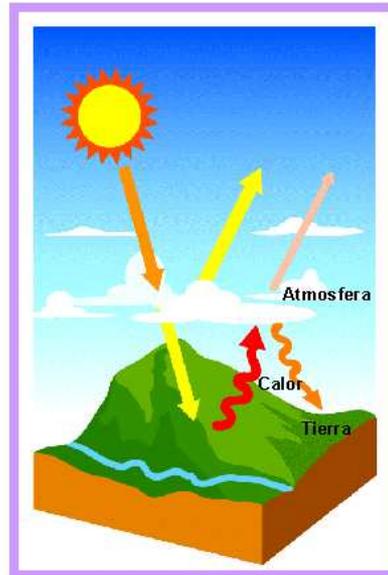


Con el fin de entender el principio de funcionamiento de un sistema de aire acondicionado, es importante comprender los principios físicos que hacen que el sistema trabaje. El calor en la cantidad correcta suministra vida y comodidad. El calor en cualquier extremo sea demasiado o muy poco, conduce a situaciones incómodas. El control del calor significa control de la comodidad. El aire acondicionado es una forma de controlar el calor. Para entender como funciona un sistema de aire acondicionado, primero se debe comprender la naturaleza del calor. Esto parece algo difícil de entender al principio, pero los principios de aparición de temperatura, evaporación, expansión y radiación se harán más claros en la medida que se considere este capítulo. Todas las sustancias contienen calor. Algunas de ellas se sienten calientes cuando están sustancialmente más cálidas que nuestra propia temperatura corporal. La temperatura es el calor sensible. Cuando alguna cosa contiene mucho menos calor que nuestro cuerpo, se dice que se siente fría. El frío es simplemente la remoción de algún calor. El calor siempre viajara desde el lado más cálido al más frío. Este proceso no puede detenerse. Este solamente puede disminuirse mediante aislación. Por lo tanto: el sistema de aire acondicionado no produce frío, sino que remueve calor. De acuerdo con la Ley Natural, el calor siempre se moverá desde el objeto mas caliente al mas frío. Donde sea que allá una diferencia de temperatura entre dos objetos, la energía calórica será transferida desde el objeto mas caliente al mas frío hasta que ambos objetos se establezcan a la misma temperatura. Ejemplos: cuando se sale afuera en un día frío, se siente frío. No porque el frío entra en el cuerpo, sino porque el calor esta moviéndose desde nuestro cuerpo al aire frío, provocando que sintamos frío. Lo contrario es verdad cuando estamos en un lugar que es más cálido que nuestra temperatura corporal, nos sentimos acalorados porque el calor del aire caliente se esta moviendo hacia nuestro cuerpo.

## Transferencia de Calor



**Conducción**



**Radiación**



**Convección**

**Conducción:** el calor viaja a través de una sustancia, desde un punto de calor a un área fría por conducción. Todos hemos experimentado esto cuando se levanta una sartén caliente desde la cocinilla. La manilla está caliente aunque no está en contacto directo con el quemador. El calor es conducido a través del metal de la sartén hacia la manilla fría. (Recuerde, el calor se mueve desde el objeto más caliente al más frío). De manera similar, una barra de metal calentada en un extremo se calentará hasta el otro extremo por conducción.

**Radiación:** el calor es irradiado desde alguna sustancia caliente en forma de onda de calor. Estas ondas son una forma de energía y aumentarán la temperatura de cualquier objeto con el que ellas entren en contacto. El sol es la mayor fuente de calor para la tierra. Sus ondas de calor son transmitidas a través del espacio y calientan la tierra al entrar en contacto con ella. La luz directa del sol es un buen ejemplo de calor por radiación. El color tiene una parte importante que jugar en la radiación de calor. Un vehículo de color oscuro se calentará más que un vehículo de color claro. Esto se debe a que los colores claros reflejan más ondas de calor (luz), mientras que los colores oscuros absorben más ondas de calor (luz). Para poner la radiación de calor en la perspectiva de un sistema de aire acondicionado, nótese que el condensador, que contiene el refrigerante a alta temperatura, conducirá e irradiará el calor al aire exterior más frío.

**Convección:** el calor también es transportado desde un punto a otro por el movimiento de una sustancia calentada. Este movimiento de calor se llama convección. Cuando se abre un grifo de agua caliente, se consigue agua caliente, aunque el calentador de agua está a cierta distancia. Esto se debe a que el agua en movimiento transporta el calor desde el calentador hacia el grifo.

## Estados de Agregación



Sólido



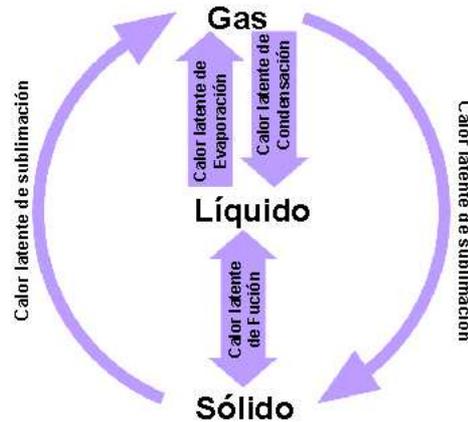
Líquido



Gaseoso

### Calor latente

El calor latente es suministrado o absorbido por una sustancia cuando cambia de estado. Se utiliza el termino latente, porque este proceso no cambiara la temperatura. Cada sustancia tiene una cantidad característica de calor latente para fusión, evaporación, condensación o sublimación.



Cambio de Estado: Evaporación y Condensación. Un efecto adicional por el intercambio de calor es que las moléculas pueden cambiar su estado en lugar de su temperatura. En cierto punto (punto de ebullición, punto de solidificación), por ejemplo, el agua se transforma en vapor o en hielo. Existen tres procesos que describen un cambio de estado: Evaporación, Condensación y Congelamiento.

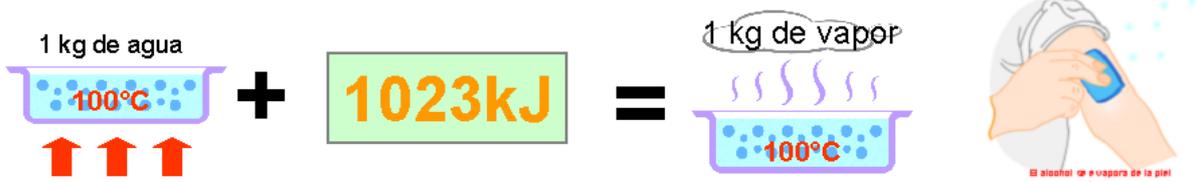
La Evaporación es el término utilizado cuando se agrega suficiente calor para cambiar una sustancia de estado líquido a vapor (gas). Todos estamos familiarizados con el agua hirviendo y el vapor (vaho) que ella despidе. En el punto de ebullición del agua (100°C), se ha absorbido calor suficiente por el agua para cambiar su estado. El líquido se convierte en vapor.

Condensación es el término utilizado para describir el proceso inverso a la evaporación. Si se tiene vapor y se remueve suficiente calor de el, se producirá un cambio de estado que causara que el vapor se convierta en líquido.

El Congelamiento resulta cuando se remueve calor continuamente desde una sustancia liquida hasta que esta queda en estado sólido. Debe recordarse que cualquier cosa sobre  $-273^{\circ}\text{C}$  contiene alguna cantidad de calor. En un sistema de aire acondicionado, el congelamiento es un peligro que debe evitarse.

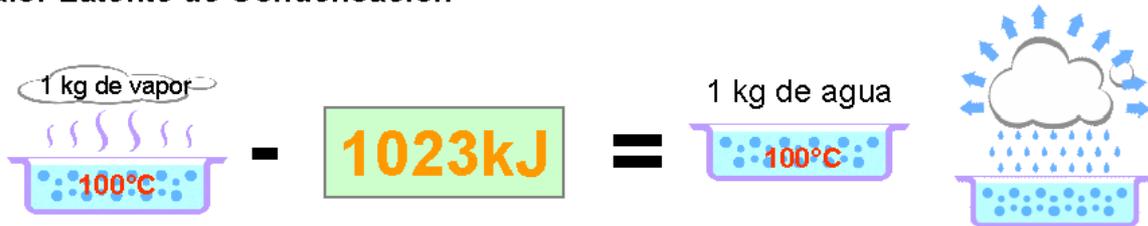
NOTA: El Plasma (gas ionizado que tiene una alta conductividad eléctrica) es generalmente considerado un cuarto estado de agregación.

## Calor Latente de Evaporación



Un Material toma calor durante la transformación de condición líquida a gaseosa.

## Calor Latente de Condensación



Un Material libera calor durante la transformación de condición gaseosa a líquida.

Términos y Parámetros: capacidad específica de calor. La capacidad específica de calor es la cantidad de calor en J (Joule) necesaria para levantar la temperatura de una sustancia. La capacidad específica de calor es una función de temperatura. En el caso de los gases, es necesario diferenciar entre capacidad específica de calor a presión constante y a volumen constante.

### Calor Específico de Fusión

El calor específico de fusión de un sólido es la cantidad de calor en J necesaria para transformar 1kg de una sustancia a temperatura de fusión desde el estado sólido a estado líquido.

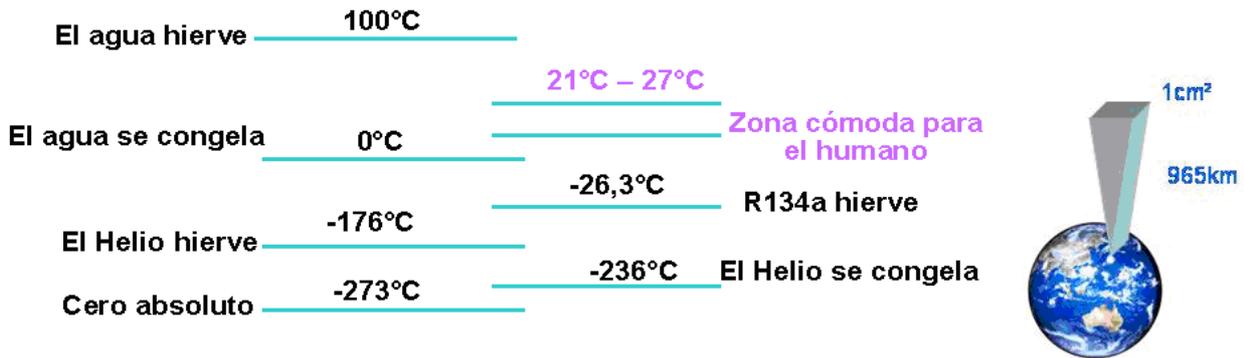
### Calor Latente de Evaporación

El calor latente de evaporación de un líquido es la cantidad de calor en J necesaria para evaporar 1kg de un líquido a temperatura de ebullición. El calor latente de evaporación es altamente dependiente de la presión. Por ejemplo: cuando se agrega calor a un contenedor con 1kg de agua a 100°C (a nivel del mar), el agua absorberá 1 023kJ de calor latente sin algún cambio en la lectura del termómetro. Sin embargo, se producirá un cambio de estado desde líquido a vapor. El calor que se absorbe es llamado “el Calor Latente de Evaporación”. El vapor retendrá los 1023kJ debido a que eso fue necesario para provocar el cambio de estado.

### Calor Latente de Condensación

Cuando el proceso de arriba se invierte y se remueve calor desde 1kg de vapor de agua a 100°C (a nivel del mar), el vapor entregará 1023kJ de calor sin causar una caída en la lectura del termómetro. Sin embargo se producirá un cambio de estado desde vapor a líquido. El calor que a sido entregado se llama “Calor Latente de Condensación”.

## Temperatura y Presión



### Presión atmosférica

Esta región de gas que envuelve la tierra ejerce presión, que se mide en bar.

Presión atmosférica normal = 1.01325bar = 101325 Pa

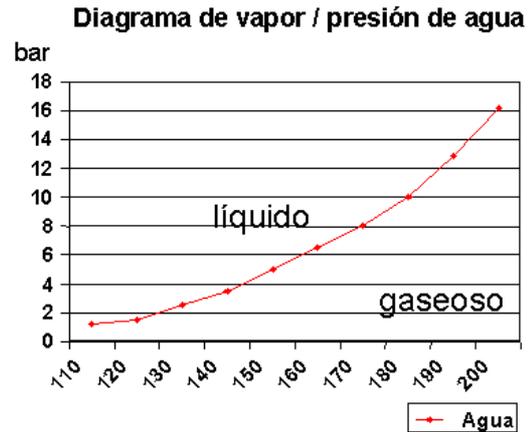
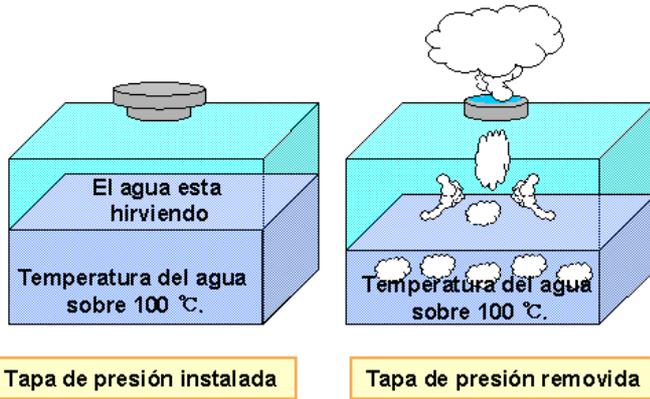
### Medición del Calor

La temperatura o INTENSIDAD del calor se mide con un termómetro. Aunque se utilizan en ocasiones Grados Celsius (°C) y Fahrenheit (°F), la mayoría de las referencias en este manual se harán en grados Celsius. Una lectura de temperatura indica solamente la intensidad del calor o el CALOR SENSIBLE de una sustancia y no la cantidad actual de calor. La persona promedio tiene una zona de comodidad de alrededor de 21-27°C. En este rango de temperatura es donde nos sentimos más confortables. Cuando la temperatura de alguna cosa está sobre o debajo de este rango, pensamos de esta como caliente o fría. Los científicos dicen que una medida llamada "Cero Absoluto" es el punto en el cual se ha removido todo el calor de un objeto. Este punto está determinado a los -273°C. Cualquier sustancia que está sobre esta temperatura absoluta contiene algún calor. Para comprender el aire acondicionado también debe comprenderse la presión y la relación con la temperatura y constitución. El mundo en que vivimos está rodeado por aire o gas. El gas ejerce presión en todas las direcciones con igual fuerza. El gas que nos rodea está compuesto por 21% de oxígeno y 78% de nitrógeno. El 1% restante está compuesto por otros gases raros. Esta combinación de gases es llamada atmósfera y se extiende por algunos cientos de kilómetros sobre la tierra y está sujeta a ella por la gravedad. A nivel del mar, la presión atmosférica es de 1.0 bar y el punto de ebullición del agua es 100°C. Si estuviéramos en algún punto más alto que el nivel del mar, la presión atmosférica será menor y por lo tanto también lo será el punto de ebullición del agua. Si la presión disminuye a 0.38 bar, el punto de ebullición del agua será de 75°C. Si la presión disminuye a 0.12 bar, el punto de ebullición será de 50°C. Si el punto de ebullición del agua es afectado por la caída de presión, entonces igualmente el aumento de presión afectará también el punto de ebullición del agua. Por ejemplo ¡Vapor de cocina!

Información adicional: Como convertir Fahrenheit a Celsius y viceversa:  $C = \frac{5}{9} \times (F - 32)$ ,

$F = \frac{9}{5} \times C + 32$ , Kelvin =  $C + 273$ , Rankine =  $F + 460$ .

## Temperatura y Presión

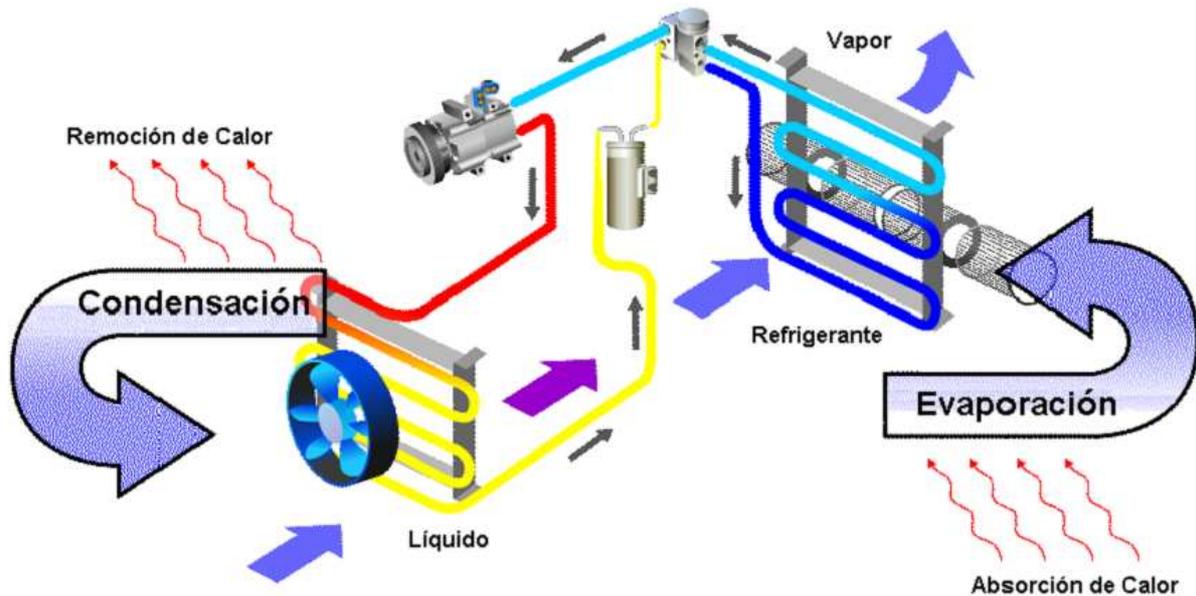


**El Diccionario define presión: una fuerza que actúa contra una fuerza opuesta.  
Nota :Los vapores refrigerantes calentados se expanden y ejercen presión**

Relación Presión Calor: es importante conocer la relación presión – temperatura del refrigerante en el sistema de aire acondicionado. Si la presión del refrigerante es baja, su temperatura también será baja. Inversamente, si la presión es alta, su temperatura también será alta. Esto significa por ejemplo que el aumento de temperatura es aumento de presión y el aumento de presión es aumento de temperatura.

Por ejemplo bomba de aire para una bicicleta, recordar esto es importante, porque la presión cambia así como la temperatura cambia es muy importante en la función de sistema de AC.

## Principio de Funcionamiento del AC

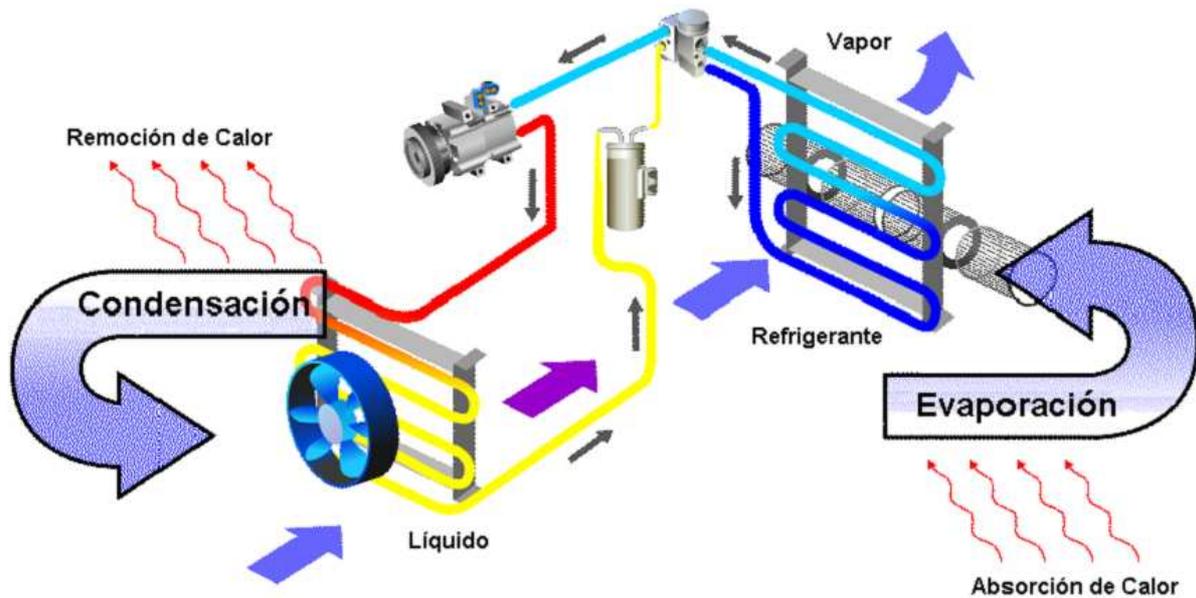


**Con el fin de utilizar los principios físicos en el sistema de aire acondicionado es necesario algo que tenga un punto de ebullición mas bajo que la temperatura ambiente: Refrigerante**

Introducción: Para la comprensión del funcionamiento del sistema de aire acondicionado, debe conocerse los componentes del sistema y como ellos se relacionan unos con otros. Cuando se habla acerca de los componentes básicos del sistema de aire acondicionado, también se debe entender los términos Lado Alto y Lado Bajo del sistema. Los componentes básicos de todo sistema de aire acondicionado también estarán relacionados con el lado Alto y Bajo del sistema.

Lado Alto: Simplemente se refiere al lado del sistema en el que existe alta presión. La creación de alta presión (y alta temperatura) es trabajo de los compresores de manera que el R134a será capaz de condensar y liberar calor al condensador. Se crea un diferencial de presión en la válvula de expansión – junto con el compresor, este es el segundo punto de división entre el lado de alta presión y baja presión.

Lado Bajo: Es el término utilizado para la porción del sistema de aire acondicionado donde existe baja presión y temperatura. Desde la válvula de expansión, a través del Evaporador y hacia el lado de entrada del compresor, el R134a esta en un estado de baja presión. Esto permite que el calor se transfiera desde el interior del vehículo al R134a enfriado, y luego sea transportado y alejado desde el interior del habitáculo.

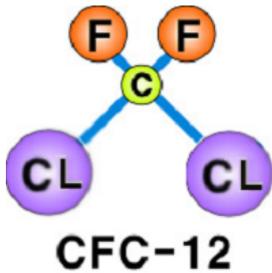


**Con el fin de utilizar los principios físicos en el sistema de aire acondicionado es necesario algo que tenga un punto de ebullición mas bajo que la temperatura ambiente: Refrigerante**

#### General

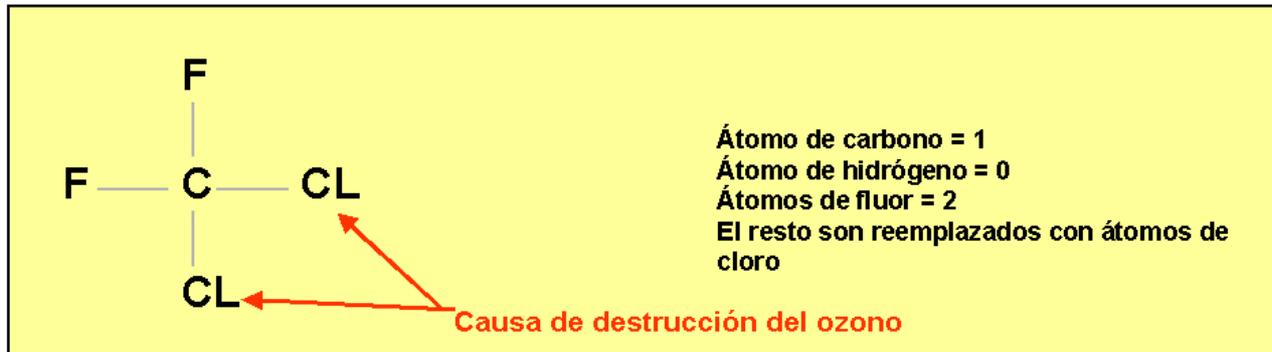
Un sistema de aire acondicionado remueve el calor desde el aire exterior cuando este pasa por el evaporador, de forma que entra aire frío al habitáculo. El aire caliente al interior transfiere algún calor al aire enfriado que acaba de entrar. Debido a esto el habitáculo completo se enfría. El patrón del ciclo refrigerante muestra el principio de funcionamiento de un sistema de aire acondicionado: el refrigerante circula en un ciclo cerrado y constantemente cambia entre la condición de líquido y gaseoso. Con esto el calor es extraído desde el interior y entregado a fuera del vehículo. El ciclo refrigerante esencialmente esta compuesto por cinco componentes principales: Compresor, Condensador, Tanque Colector / Secador, Válvula de Expansión, Evaporador. Los componentes están conectados en un ciclo cerrado, por el cual circula el refrigerante. El refrigerante que entra al compresor es gaseoso y entonces es comprimido, condensado por emisión de calor, de manera que se convierte en líquido. Cuando alcanza la válvula de expansión, tiene lugar una reducción de presión, de forma que se evapora (dentro del evaporador) y por medio de eso absorbe calor. En la forma de gas este alcanza nuevamente el compresor y el ciclo se reinicia. El ciclo refrigerante esta dividido en un circuito de alta presión y un circuito de baja presión (lado de succión). Los puntos de separación son el compresor, la placa de válvula y la válvula de expansión.

## Refrigerante R12



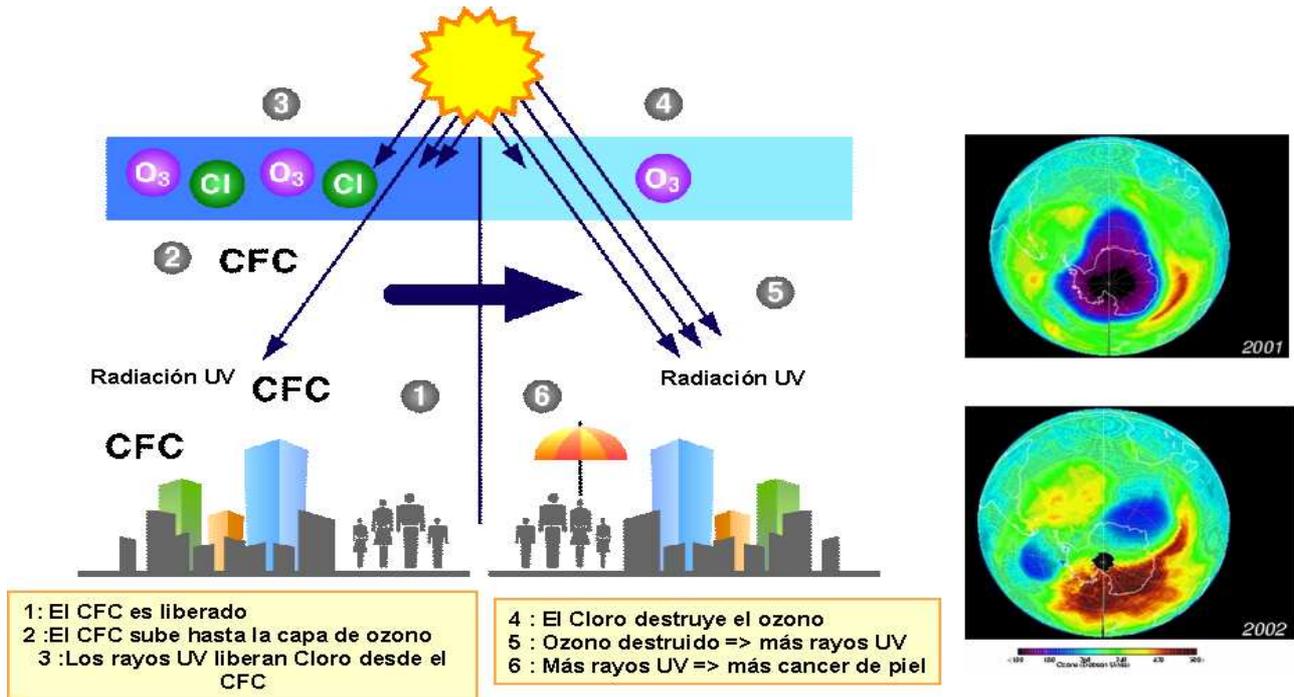
**CFC** = Cloro Fluoro Carbono, clorofluorocarbono completamente halogenado. Como este contiene, es muy probable que cause destrucción de la capa de ozono.

**CFC 12**, que se utiliza como un refrigerante para los sistemas acondicionadores de aire de automóviles, también está sujeto a restricción como una sustancia que destruye el ozono.



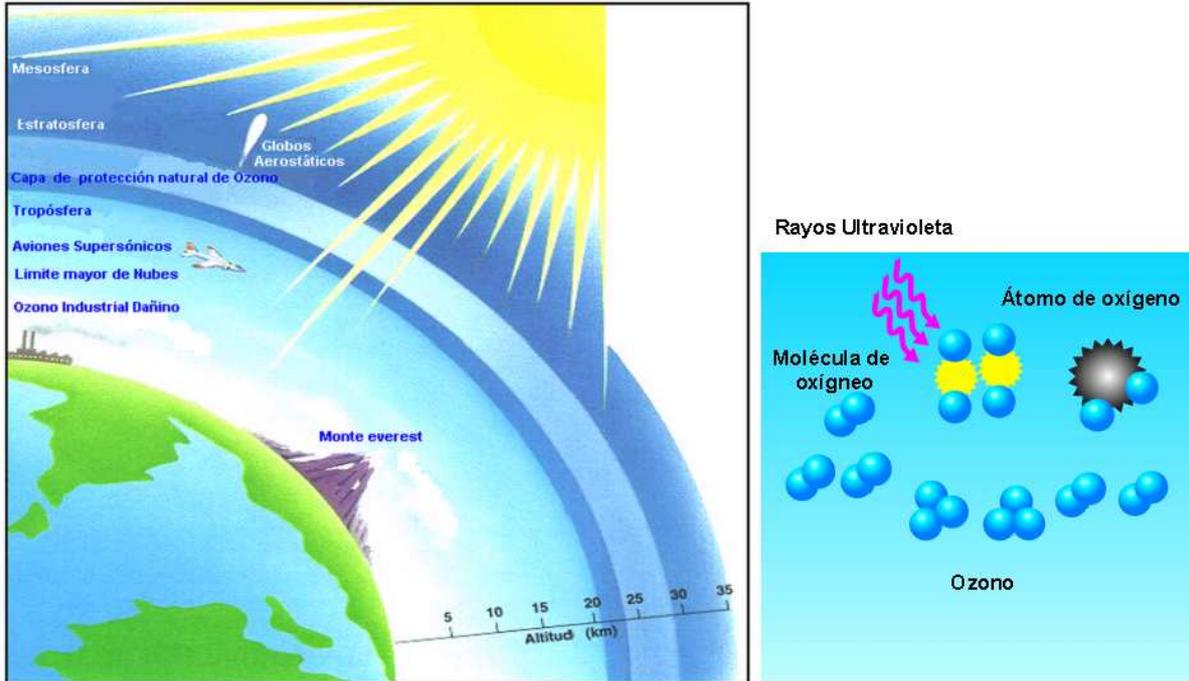
Como muchos saben, en el pasado el refrigerante que se utilizó en los automóviles se llamaba R12. La razón de utilizar esto fueron sus propiedades físicas y químicas, tales como el punto de ebullición de  $-28.9^{\circ}\text{C}$  pero fue desechado cuando aparecieron problemas medio ambientales tales como la destrucción de la capa de ozono. Por lo tanto, este fue reemplazado por un nuevo refrigerante: R134a.

## Agujero de la Capa de Ozono



Teoría de destrucción de la capa de ozono: El Freón es una sustancia extremadamente estable, de forma que esta pasa desde la tierra a través de la Troposfera y alcanza la Estratosfera sin descomponerse. Aquí, el Freón dispersado es inundado con fuertes rayos ultravioleta y se descompone, liberando cloro. Con este cloro como catalizador, se produce una reacción y el ozono se destruye. Una vez que el cloro penetra en la estratosfera, permanece allí por largo tiempo y la destrucción del ozono continúa. Control de los CFC: En Mayo de 1989, se sostuvo el "Tratado de Viena, Montreal Protocol First Treaty Powers Meeting" y el propósito de fortalecer las regulaciones mandatorias de abolición total del Freón especificado para el año 2000, se examinó en detalle. Con este plan, la producción del Freón objetivo debería ser reducida al 25% o menos desde Enero 1994, basada en los resultados actuales de consumo de Freón en 1986. Para el año 1996 ellos deberían ser totalmente abolidos. El fenómeno del agujero de ozono: los rayos ultravioleta de cierto largo de onda son dañinos para los organismos vivos, son una causa de cáncer de piel y ejercen una influencia sobre los genes. La capa de ozono absorbe estos rayos ultravioleta, desarrollando de esa forma un papel extremadamente importante en la preservación de la vida en la tierra. Sin embargo, en 1985 el Dr. Farman, de Gran Bretaña anuncio que un fenómeno podía observarse sobre el Polo Sur, donde la capa de ozono se reduce en primavera y se restaura a su nivel normal en el verano. Un satélite artificial sensor también capturo este fenómeno y la imagen que envió revelo que el ozono en el cielo sobre el continente de la Antártica estaba siendo destruido. Como este aparecía como un agujero en la capa de ozono, fue llamado el "agujero de ozono". Este agujero de ozono atrajo la atención de los científicos. El hecho de que la capa de ozono estaba siendo destruida por el Freón y existía el peligro de que los dañinos rayos ultravioleta cayeran copiosamente sobre la superficie de la tierra, había sido advertido más de 10 años antes. Se tomo una decisión de montar una observación a gran escala con el fin de investigar el mecanismo del agujero de ozono y clarificar su relación con el Freón.

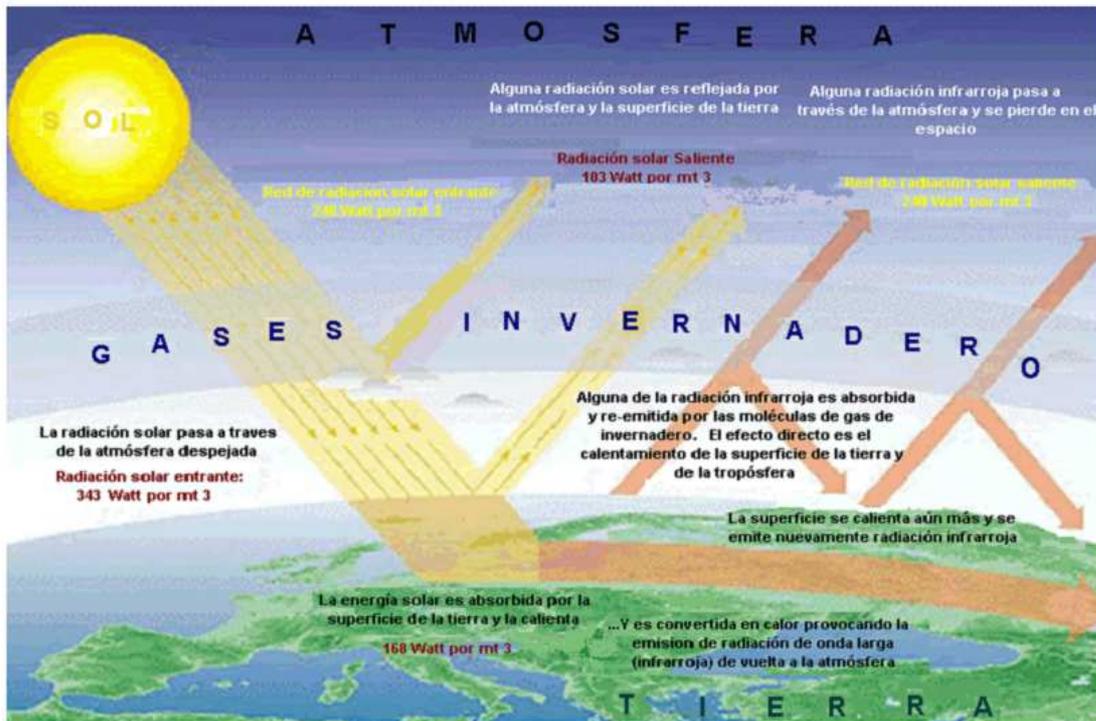
## El Papel del Ozono



El Papel de la Capa Ozono: la atmósfera que envuelve la superficie de la tierra esta dividida en un número de capas y la más cercana a la tierra se llama la Troposfera. En la troposfera, las temperaturas son mayores cerca de la superficie de la tierra y en la medida que aumenta la altitud, la temperatura disminuye. Por esta razón, se produce una convección en la atmósfera y se manifiesta como un fenómeno atmosférico. En el rango de altitud de los 20 a 30km de la estratosfera, el grado de concentración de ozono es alto. Este es llamado La Capa de Ozono. Un cierto largo de onda de rayos ultravioleta esta dañando a los seres vivientes, es una fuente de cáncer a la piel y tiene un efecto sobre la estructura genética. La capa de ozono, mediante absorber esos rayos ultravioleta juega una parte critica en la preservación de la vida en la tierra.

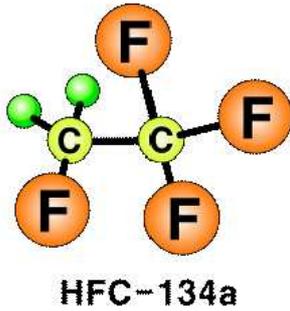
Formación del Ozono: Los átomos de oxígeno absorben los rayos ultravioleta y son descompuestos en átomos de oxígeno. Estos átomos de oxígeno se combinan con las moléculas de oxígeno para formar el ozono. El ozono se forma cerca del ecuador donde la cantidad de radiación solar es alta y se esparce en dirección de los polos a través del lento movimiento atmosférico.

## Efecto Invernadero

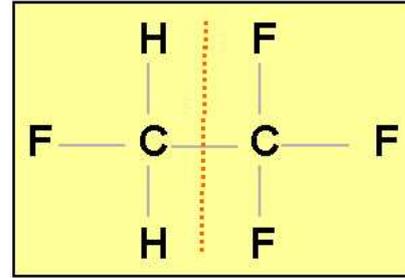


Efecto Invernadero: como resultado de utilizar grandes cantidades de combustible fósil (tales como el aceite, carbón y gas espontáneo) y la destrucción de los bosques, la concentración de ácido carbónico, Freón, Metano, etc. esta aumentando en la atmósfera, y el calor desde la superficie de la tierra esta siendo absorbido en la atmósfera. Bajo estas condiciones, se dice que esto causa calentamiento global.

## Refrigerante HFC-134 a



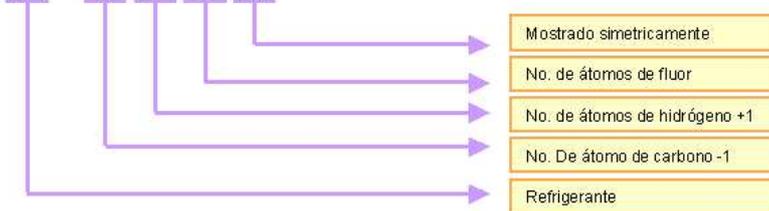
- CH<sub>2</sub>FCF<sub>3</sub>
- Átomo de carbono = 2
- Átomo de hidrógeno = 2
- Átomos de Fluor = 4



**HFC = Hidro Fluoro Carbono, contiene elementos de hidrógeno. Como no contiene cloro, no causa destrucción del ozono.**

¿Como leer los nombres del Freon?

**R 1 3 4 a**



Reemplazo con refrigerantes alternativos: refrigerantes específicos, sustancias químicamente estables que son superiores en resistencia al calor y no combustibles, tienen las características de ser incoloros e inoloros sin ser inflamables, corrosivos o tóxicos. Por estas razones, ellas han llegado a ser utilizadas para un amplio rango de finalidades tales como refrigerantes para los sistemas de aire acondicionado y unidades de refrigeración, agentes atomizadores aerosoles, agente de limpieza para sistemas eléctricos, materiales para extinción de fuego, agentes de espuma y material en bruto para resinas sintéticas. Por el contrario, la característica más importante de un Freón alternativo es que el potencial de destrucción de la capa de ozono es mínimo y esta es la condición mínima indispensable por la que puede ser utilizado con seguridad en cada área. El Freón es una sustancia en la cual partes o todos los átomos de hidrógeno, tales como el metano y etano, están arreglados en los elementos halógenos de fluor (F) y cloro (Cl). Mediante esta combinación se están haciendo varios tipos de Freón. Una sustancia alternativa que no incluye cloro, fuente de destrucción del ozono, el HFC 134a es considerado como la sustancia más adecuada y probada por su seguridad con PAFT-1 [Programa de prueba de Toxicidad Medioambiental de Fluorocarbono Alternativo], la que esta en progreso.

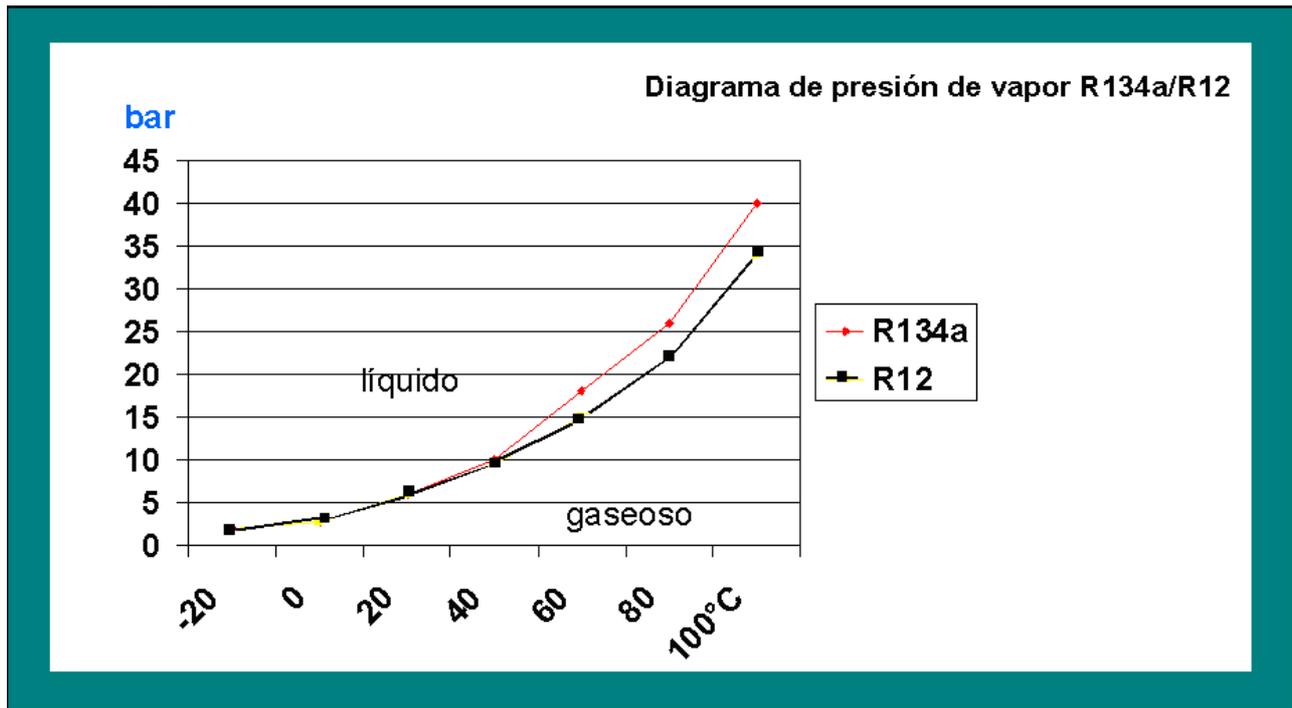
## Propiedades de los Refrigerantes

REFRIGERANTE	R-134a	R-12
Formula Molecular	CH <sub>2</sub> FCF <sub>3</sub>	CCL <sub>2</sub> F <sub>2</sub>
Peso Molecular	102.03	120.91
Punto de ebullición (1atm, °C)	-26.3	-28.9
Punto de congelamiento (°C)	-108.0	-155.0
Temperatura critica (°C)	101.29	111.8
Presión saturada de vapor	2.98 kg/cm <sup>2</sup> (0 °C)	3.15 kg/cm <sup>2</sup> (0 °C)
	17.11 kg/cm <sup>2</sup> (60 °C)	15.51 kg/cm <sup>2</sup> (60 °C)
Calor latente de evaporación	47.04 kcal/ (0 °C)	36.43 kcal/ (0 °C)
	33.18 kcal/ (60 °C)	27.33 kcal/ 60 °C)
Tamaño Molecular	4.2	4.4
Toxicidad	Posible (explosión)	No
Tiempo de permanencia en la atmósfera	8~11 años	95~150 años
Solubilidad del aceite mineral	Mala	Buena

**NOTA:**
**No mezclar los refrigerantes**
**Utilizar solamente refrigerantes prescritos para el sistema de aire acondicionado respectivo**

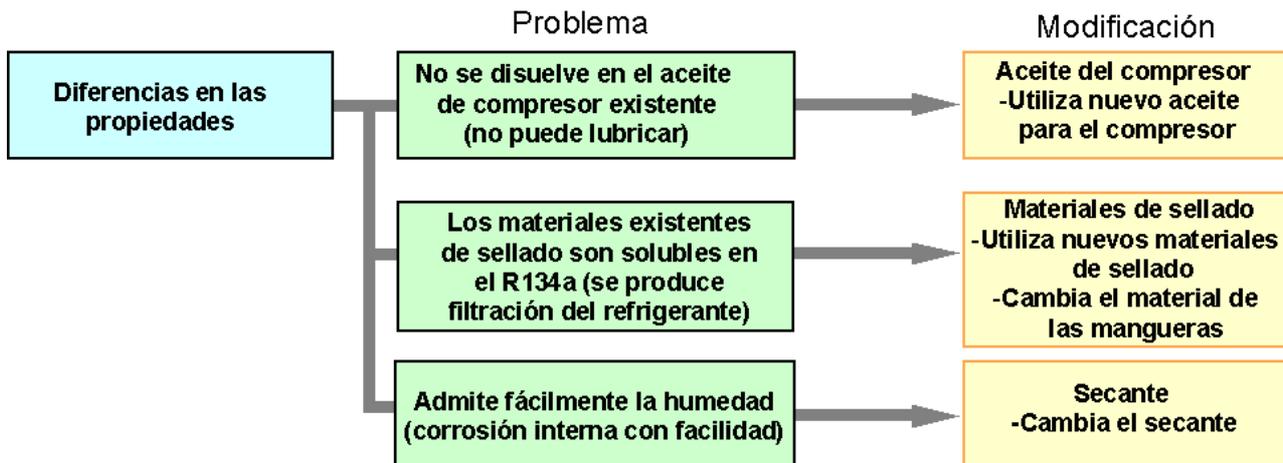
La medida molecular del R134a es mucho más pequeña que la del R12. Como resultado tenemos una alta pérdida de refrigerante. Una cantidad de 10% a 15% por año puede ser normal. Junto a los diferentes puntos de ebullición, se necesitan cambios en el diseño del sistema tales como el ajuste de la válvula de expansión, etc. Y también es necesario utilizar un aceite diferente. La modificación retroactiva por lo tanto requiera cambiar algunos sistemas, tales como el secador y además el sistema debe ser lavado 2 a 3 veces para remover el aceite mineral al máximo posible (después de removerlo desde el compresor, etc). Algunos sustitutos que pueden utilizarse en lugar del 134a son otra posibilidad, pero pueden ser difíciles de conseguir y también causar problemas en el servicio, por lo tanto no se recomiendan sustitutos para el 134a.

## Presión y Punto de Ebullición



El punto de ebullición de un líquido está indicado en tablas y siempre se refiere a la presión atmosférica de 1 bar. Si la presión sobre el líquido cambia, también cambia su punto de ebullición. Todos los líquidos homogéneos por lo tanto se comportan de común acuerdo. En el diagrama de presión de vapor se puede reconocer que por ejemplo con presión continua y una reducción de temperatura, el vapor se vuelve líquido (en el condensador). Mediante reducir la presión, el refrigerante del líquido cambia a la condición de vapor (en el evaporador). El proceso de evaporación es utilizado por los sistemas de aire acondicionado de los vehículos. Este trabaja con un material que hierve fácilmente, llamados refrigerantes. Los refrigerantes aplicados son Diclorodifluorometano (R-12), que hierve a  $-29.8^{\circ}\text{C}$  y Tetrafluoroetano (R-134<sup>a</sup>), que hierve a  $-26.5^{\circ}\text{C}$ . El punto de ebullición indicado corresponde a la temperatura de ebullición a presión atmosférica normal (760 Torr = 1013.25 millibar).

## Cambios Requeridos para el Reemplazo del R 12



El R134a, que fue desarrollado como una sustancia alternativa al R12, tiene las siguientes características en comparación con el R12: La compatibilidad con los aceites lubricantes (aceite de compresor) es mala. Su grado de solubilidad del agua es alto y su dilatación y permeabilidad de los materiales de los sellos y los materiales de las mangueras es alta. Como el nuevo refrigerante R134a tiene propiedades y características que son diferentes a las del R12, deben hacerse cambios en concordancia. Si un sistema de aire acondicionado con R12 es llenado con R134a en su lugar, ocurrirán problemas tales como bloqueo del compresor o pérdida del refrigerante. Por esta razón, deben tomarse contramedidas para que no se produzca una carga errónea de gas, estas fueron hechas junto con los cambios debido a las diferencias en las propiedades y características. Las diferencias en características son: la presión y la carga aumentan cuando la temperatura ambiente es alta (provoca pobre enfriamiento). Los sistemas fueron equiparado a esto por aumento de eficiencia, cambio en el embrague magnético y condensador, cambio en las especificaciones tales como fijar los valores para los interruptores de presión, válvulas de expansión, etc. Para los servicios post venta: el refrigerante, el aceite y los O-rings no son intercambiables. Para prevenir una conexión equivocada de tuberías y una carga equivocada de refrigerante, el diseño de las tuberías, uniones, válvulas de carga e identificación de las herramientas de servicio se cambiaron. Para prevenir el escape de refrigerante a la atmósfera, se eliminaron los pernos soldados y se instalaron válvulas de alivio de presión en su lugar.

## Modificaciones del Sistema

Componente	Sistema R-12	Sistema R-134a
Condensador	Tipo serpentina	Tipo de flujo paralelo
Compresor	Sellos O-ring NBR	Sellos O-ring H-NBR
Aceite del Compresor	Aceite mineral	Aceite PAG
Meterial de las mangueras	Manguera NBR	Manguera tipo Híbrido
Secante	Tamiz Molecular XH 5	Tamiz Molecular XH 9/ XG 7
Interruptor de alta presión	27kg /cm2	32kg /cm2
Orificios de carga	Tipo SAE	Conector rápido y adaptador del racor de succión

\*NBR : Nitrile Butadiene Rubber  
 \*PAG : Poly alkaline Glycol (Synthetic oil)  
 \*HNBR : Hybrid Nitrile Butadiene Rubber

### CONDENSADOR:

Se reducen las temperaturas de condensación para mantener el desempeño debido a que el sistema R-134a generalmente tiene mayores capacidades de condensación que aquellos diseñados para el uso con R12.

COMPRESOR: H-NBR provee mejor compatibilidad con el R-134a PAG. Los compresores para ser utilizados con R-134a generalmente han sido fabricados durables para acomodar las mayores presiones y los diferentes lubricantes asociados con el refrigerante.

ACEITE DEL COMPRESOR: El aceite mineral no es soluble con R-134a.

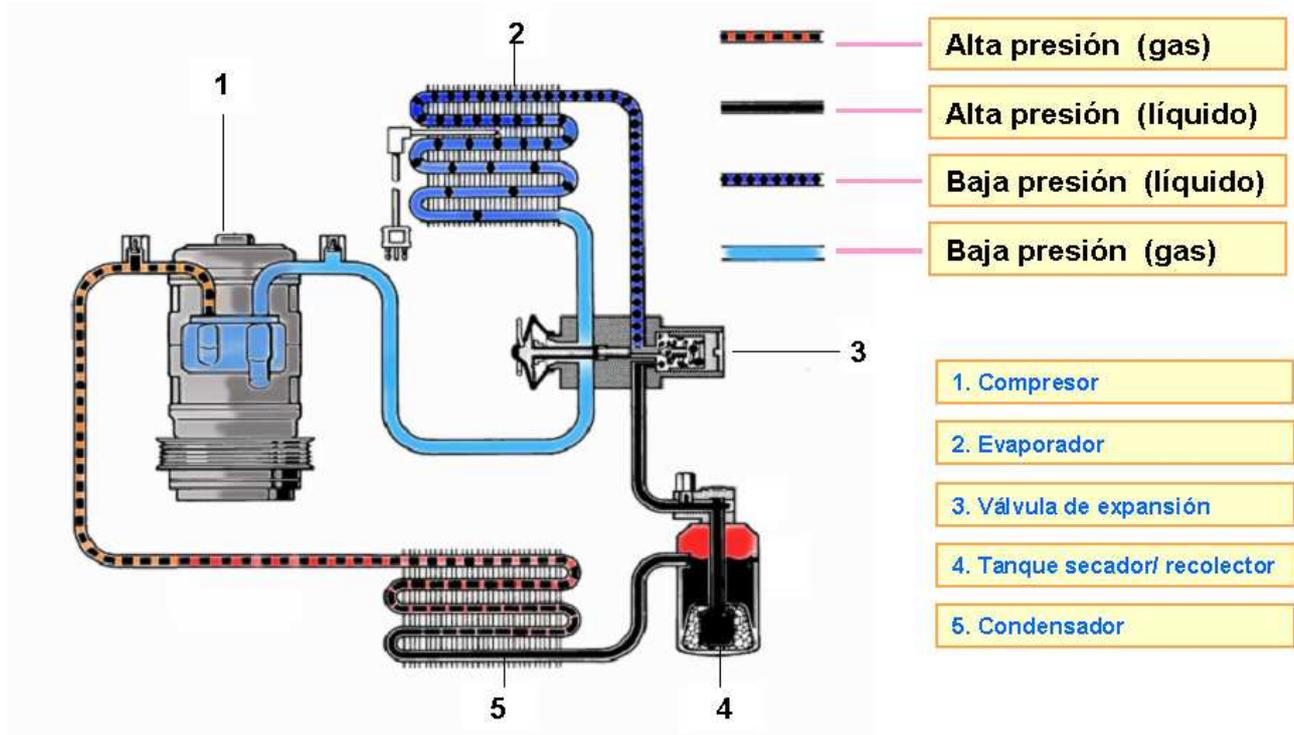
MATERIAL DE LAS MANGUERAS: Contención mejorada y soluble con el R-134a

SECANTE: Material cambiado por deferente diámetro de poros para mejor absorción de la humedad, la cantidad cambio de 30 a 45g.

INTERRUPTOR DE CORTE DE ALTA PRESIÓN: El R-134a tiene mayores presiones de descarga que el R-12 a la misma temperatura de condensación.

ORIFICIOS DE CARGA: Un único orificio de carga del R-134a se suministra para evitar confusión con el del R-12. Reduce la perdida en el sistema y previene la carga con refrigerantes equivocado.

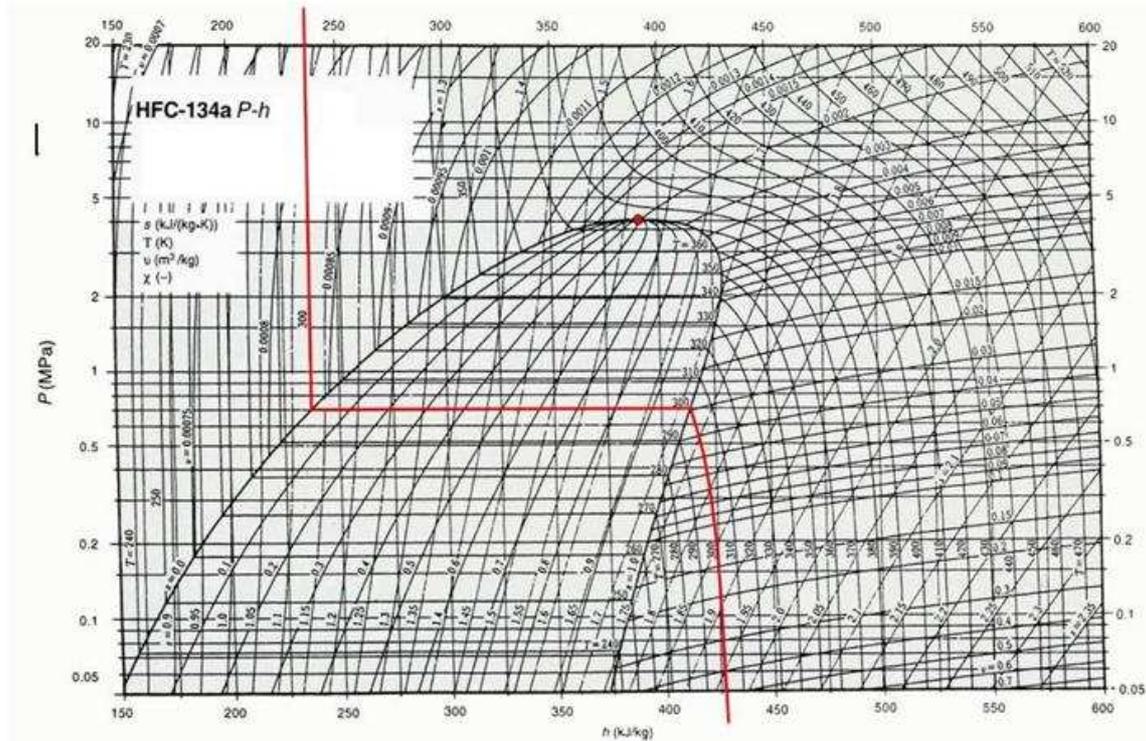
## Revisión del Sistema A/C



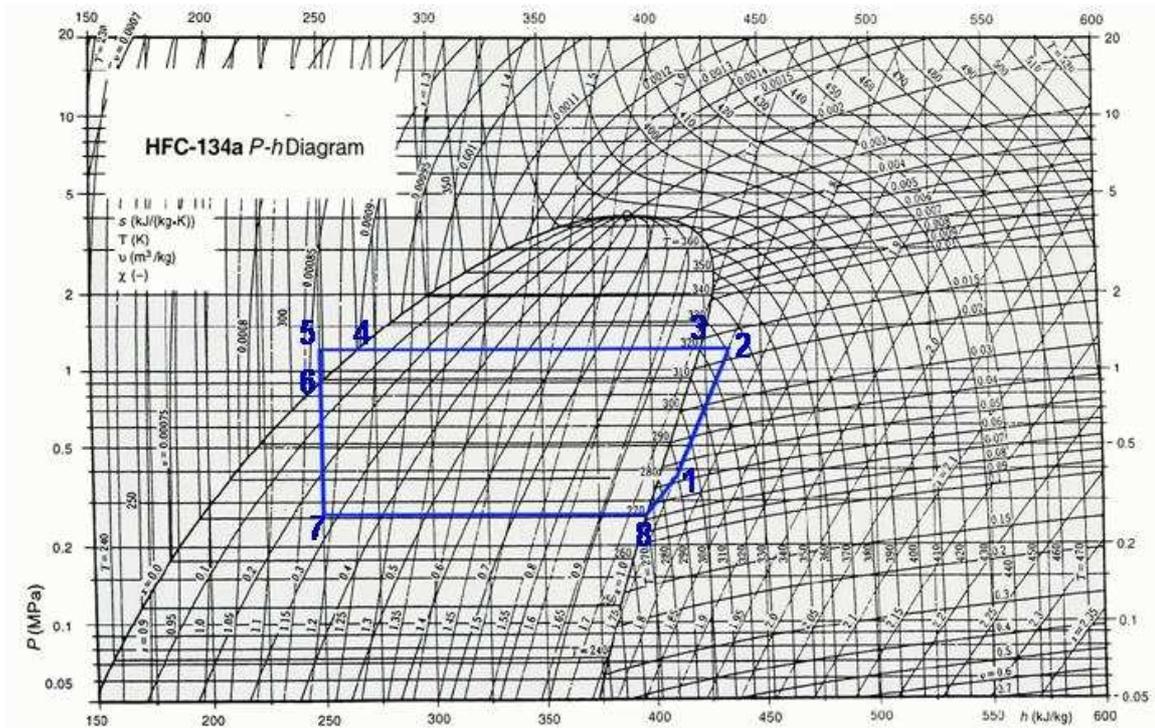
En un sistema de aire acondicionado, el calor que fue conducido al refrigerante en el evaporador es transportado a través del sistema mediante el movimiento del R134a (este comienza a moverse por la acción de bombeo del compresor). Este flujo de refrigerante transporta el calor desde el evaporador al condensador donde es liberado a la atmósfera. De manera similar, una vez que el calor que ha sido transportado al condensador es conducido a través de las aletas del condensador, este irradia a la atmósfera. La envestida del flujo de aire (el aire que pasa a través del condensador causado por el movimiento hacia adelante del vehículo) aleja el calor desde el área del condensador. Esta es otra forma de convección. En el sistema de aire acondicionado, el calor desde el interior del vehículo es conducido a través de las aletas de metal del evaporador y dentro del enfriador del refrigerante (R-134a). De manera similar el calor es conducido afuera del refrigerante calentado en el otro extremo del sistema AC y a través de las aletas metálicas del condensador, donde la radiación y la convección lo alejan. Al ser absorbido el calor, el refrigerante se evapora y transporta el calor hacia el condensador. En este punto el refrigerante esta a alta temperatura y alta presión. La temperatura del refrigerante es mas alta que el aire exterior en el condensador.

El calor nuevamente fluye desde el objeto mas caliente al mas frío y de esta forma el calor es liberado fuera del vehículo. Mediante liberar el calor, el refrigerante vuelve a condensarse a líquido y el ciclo vuelva a comenzar. Una de las mayores ventajas de utilizar el refrigerante es que este es capaz de circular a través de su cambio de estado dentro de un amplio rango de temperaturas y presiones que existen al interior del sistema de AC. Recordatorio: El refrigerante para a través de un cambio de fase dos veces en un ciclo. De gas a líquido en el condensador y de líquido nuevamente a gas en el evaporador.

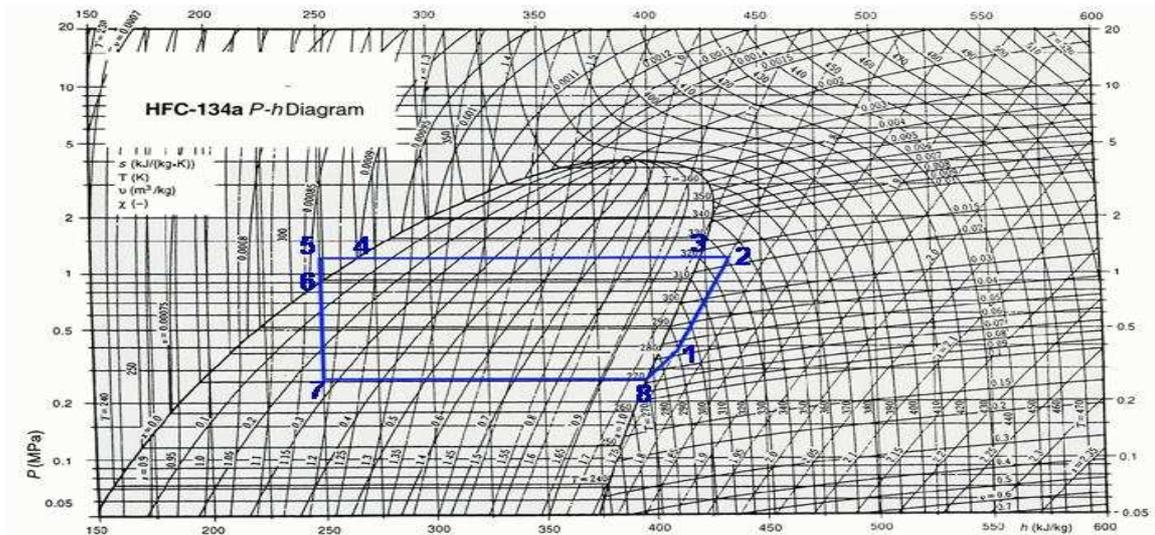
## Propiedades de los Refrigerantes



La entalpía es la cantidad de energía que contiene el refrigerante y es medida en Kilo joule por kilogramo de refrigerante. En esta carta, las líneas de presión constante son horizontales, si se mueve a la derecha o a la izquierda, la presión permanece igual mientras otras propiedades cambian. Las líneas de entalpía constante son verticales, de manera que si se mueve solamente hacia arriba o abajo en la carta, la entalpía permanece constante, pero otras propiedades cambian. Las líneas de temperatura constante en este diagrama no son rectas, ellas siguen una senda específica. Nótese como las líneas se comportan dentro del llamado cúpula húmeda, ellas son perfectamente horizontales, lo que significa que si la presión y la temperatura permanecen constantes la mezcla puede ser 0% gas, 100% gas o cualquier cosa entre ellas. La distribución depende de la entalpía, o en palabras comunes: cuanta energía es almacenada por kilogramo de refrigerante. Nótese que para una presión dada hay solamente una temperatura donde el refrigerante es saturado, lo que significa que todo el refrigerante es cambiado a gas. Si la temperatura es aumentada mas allá esto se llama sobrecalentado. Como el cambio de estado es igual al cambio en la entalpía (cantidad de energía), esta es la clave para el funcionamiento del aire acondicionado.

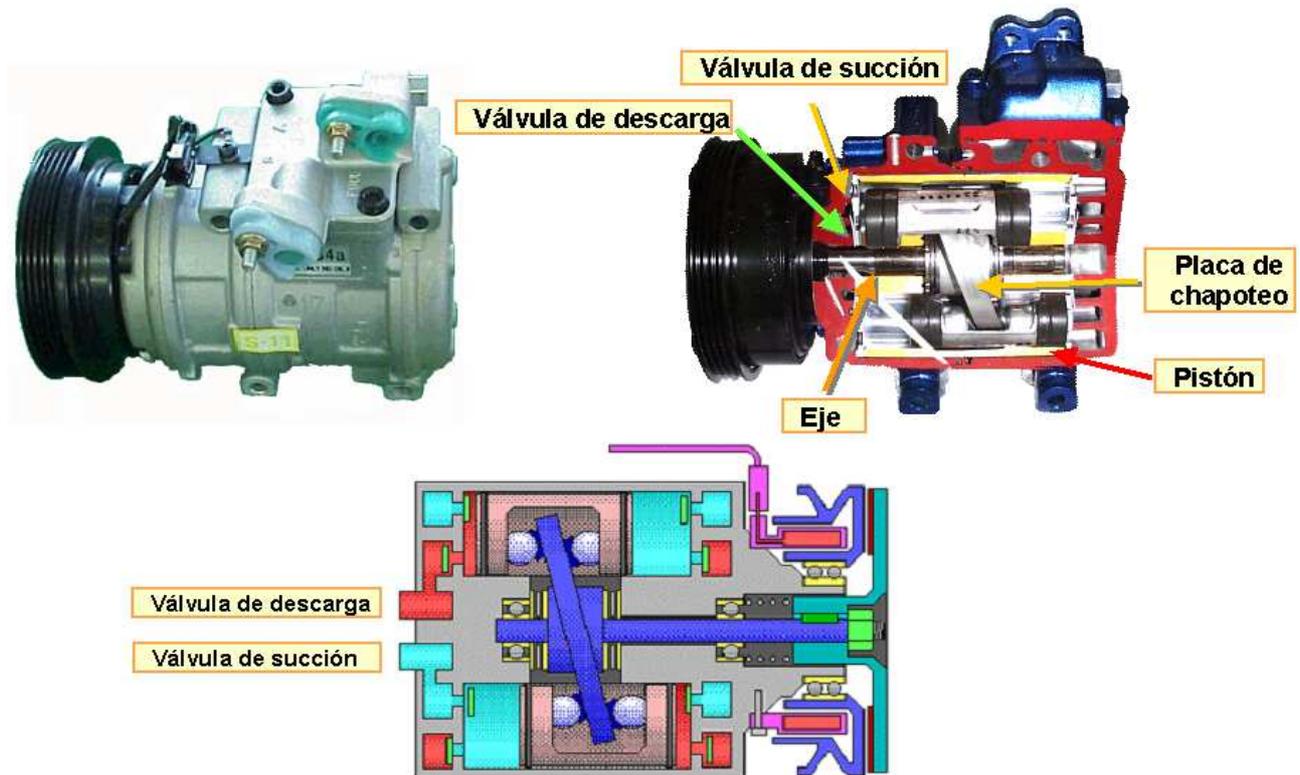


1. El refrigerante ingresa al compresor. En el ejemplo, el gas frío tiene una temperatura de 10°C a alrededor de 2.2 bar.
2. El compresor a hecho su trabajo. Nótese que la temperatura presión fue desde 2.2bar a alrededor de 13.5bar. También la temperatura y la temperatura del gas se disparo a alrededor de 70°C. Junto con el aumento de temperatura y presión, se tiene un aumento en la entalpía (debido a que se movió a la derecha en la carta). El refrigerante ahora contiene mas energía y entra al condensador.
3. Una vez dentro del condensador, el refrigerante libera algo de su calor, la temperatura bajo pero la presión se mantiene constante. El refrigerante aquí es un gas saturado y ahora comienza a condensar debido a que se a removido más energía.
4. La mezcla tiene una calidad de 0%, es líquido saturado. La temperatura del refrigerante es la misma que tenia en el punto 3 pero ahora tiene muchos menos entalpía. Esta energía fue disipada a través del condensador.
5. Este punto esta al final del condensador. Entre los puntos 4 y 5 el condensador esta solamente enfriando el líquido. Nótese que la presión permanece igual, pero la temperatura y la entalpía han caído. Este proceso se llama sub enfriamiento.



6. Entre los puntos 5 y 7 hay una válvula de expansión. Cuando el refrigerante atraviesa este dispositivo de expansión, la presión y la temperatura caen dramáticamente (nótese la línea vertical en el diagrama). En el punto 6 el refrigerante ingresa nuevamente al área de la cúpula húmeda.
7. Dentro del evaporador. Nótese que algo del refrigerante es ya un gas. De acuerdo con el diagrama se tiene una calidad de alrededor de 0.27, de forma que la mezcla de líquido/gas es 27% gas. En este ejemplo, el refrigerante está alrededor de 0°C. Este es el refrigerante que comienza a absorber calor que es lo que se desea que haga. Nótese la entalpía relativamente baja. En este punto el refrigerante realiza la mayor parte del camino a través del evaporador. Este absorbe mucho calor, nótese que la entalpía aumenta. También la temperatura del refrigerante es la misma debido a que ingresó al evaporador. En el punto 8 el refrigerante es un gas saturado. Cuando el refrigerante abandona el evaporador y entra al compresor en el punto 1, la temperatura del refrigerante aumenta de alguna forma. Esto se llama súper calor. Sub enfriamiento y súper calor: como el proceso de absorción de calor tiene lugar entre los puntos 7 y 1, esto se llama el efecto de refrigeración. Si se pudiera conseguir más sub enfriamiento, se podría mover más a la izquierda en la carta y entonces caer en la cúpula húmeda a un punto que pudiera estrechar el efecto de refrigeración. También, el súper calor tiene una finalidad muy válida. El aumento de temperatura del refrigerante más allá del punto de saturación suministra un factor de seguridad contra el tener algún líquido refrigerante absorbido de vuelta en el compresor. Esto podría potencialmente ocurrir si el refrigerante no absorbe suficiente energía para convertirse completamente en un gas. Con la naturaleza de los sistemas AC de los automóviles, alguna forma de capacidad de control se necesita para asegurar que la cantidad correcta de enfriamiento se suministra para la carga que está en el sistema (esto se explicará en el siguiente capítulo). No se necesita mucho enfriamiento en Abril así como se necesitara en Julio. Si este fuera el caso, el sistema debe tener alguna forma de autorregulación.

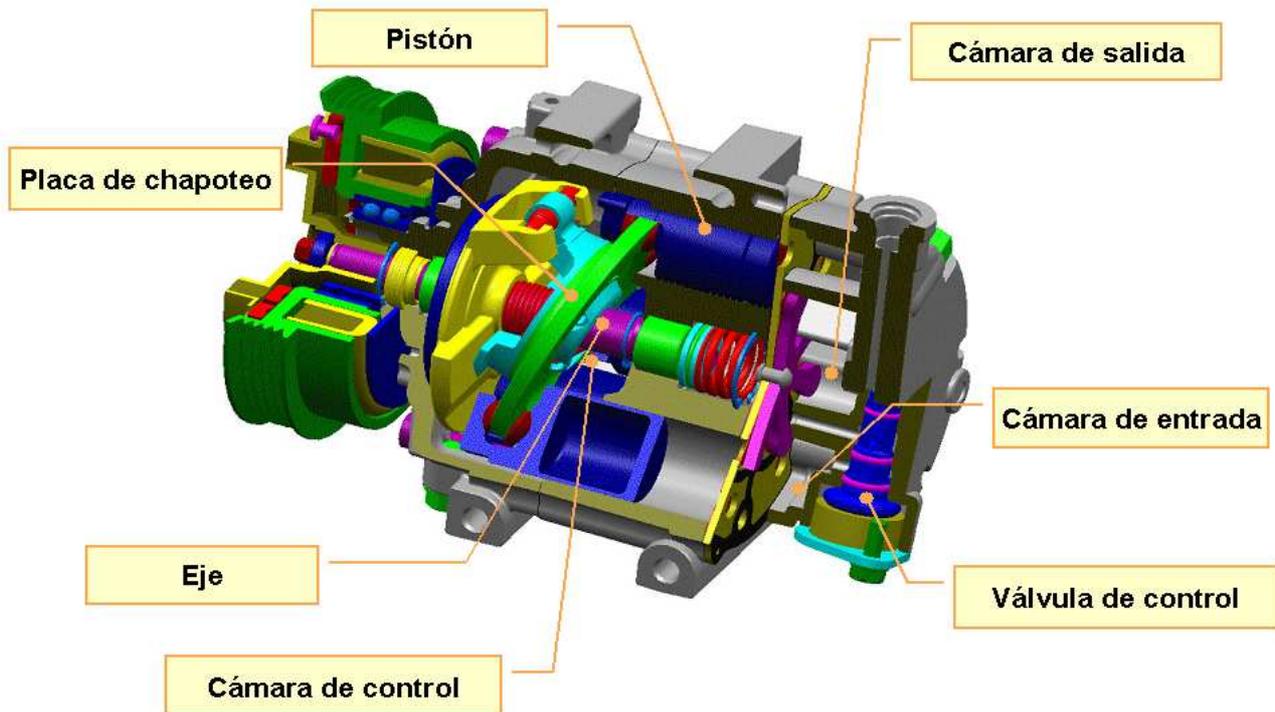
## Compresor de Placa Reciprocante



**Funcionamiento (General):** El compresor es conducido por el motor. Este aumenta la presión del refrigerante evaporado (gas), de forma que este está a alta presión (alta temperatura) y lo suministra al condensador. Como la temperatura disminuye en el condensador, el refrigerante se vuelve líquido. Para el ajuste de las diferentes velocidades del motor, temperatura ambiente o temperatura interior seleccionada por el conductor, la relación de suministro del compresor es variable. Muchos compresores son variados en la ejecución mediante conmutarlo ON y OFF. En el compresor de placa de chapoteo los pistones se mueven por la llamada placa de chapoteo, que es una placa conectada al eje con una inclinación. Por lo tanto, si el eje gira los pistones se mueven hacia adelante y hacia atrás (carrera de admisión y compresión). Los compresores de placa de chapoteo tienen varios pistones independientes, por ejemplo 5 pistones, que sirven a 10 cilindros. En la carrera de admisión, el R134a desde el lado de baja presión del sistema (desde el evaporador) es arrastrado dentro del compresor. La admisión del R134a se produce a través de una válvula de lámina. Esta válvula de una vía controla el flujo del refrigerante evaporado al cilindro. Durante la carrera de compresión, el R134a vaporizado es comprimido. Esto aumenta la presión y la temperatura del refrigerante. Las válvulas de lámina del lado de salida (descarga) entonces abren para permitir que el refrigerante se mueva hacia el condensador. Desde la válvula de salida hacia adelante se inicia el lado de alta presión del sistema.

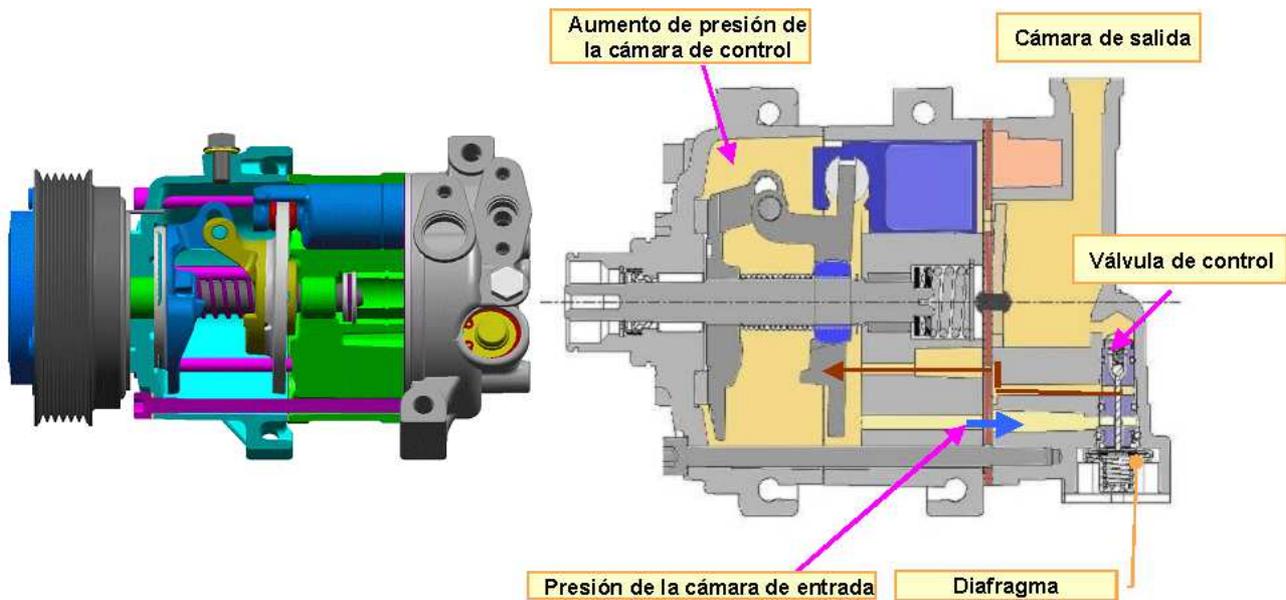
**NOTA:** Los compresores están designados para funcionar solamente con refrigerante vaporizado; el refrigerante líquido en el compresor causará daño a las válvulas de lámina del compresor. Algunos compresores tienen lo que se llama un fusible térmico instalado en la bobina solenoide para prevenir el daño de la correa en caso de bloqueo del compresor.

## Compresor Variable de Placa Reciprocante



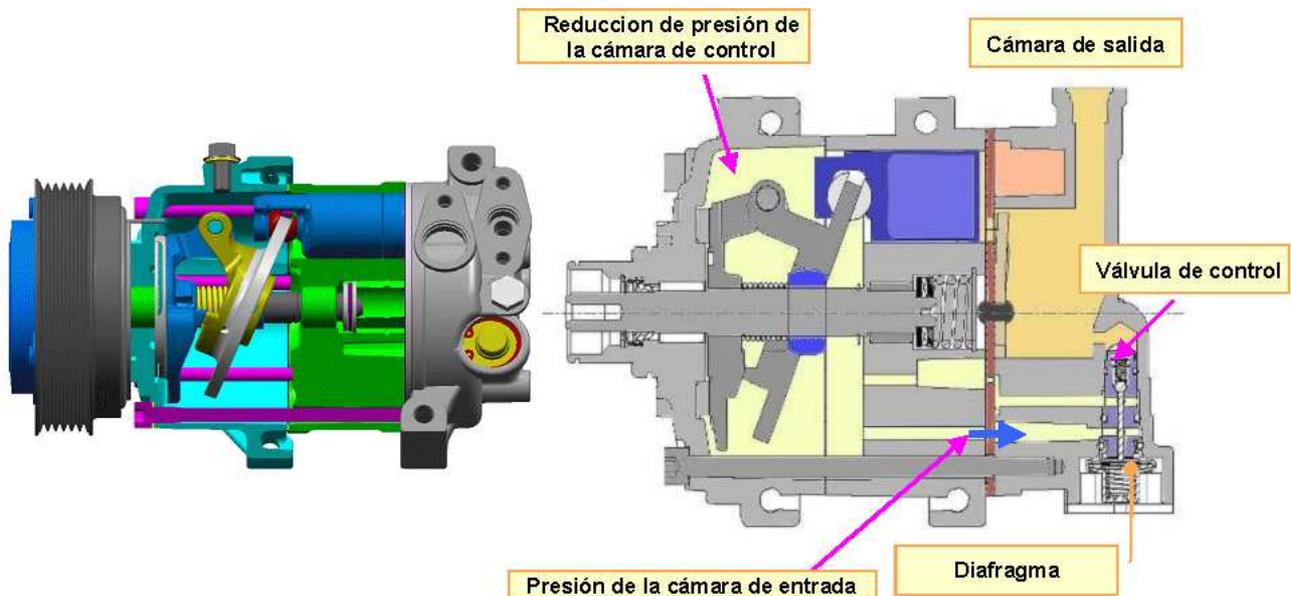
El compresor variable de placa reciprocante se utiliza para reducir el consumo de combustible y mejorar el confort de conducción. Como usted puede ver en la imagen el principio de funcionamiento principal es el mismo, pero los pistones laterales utilizados en la placa angular son ahora variable. Dependiendo de la refrigeración requerida cambia el ángulo de la placa. Junto con el ángulo de la placa también cambia la cantidad de entrega de refrigerante, de modo que es posible mantener la presión mucho más constante. Esto evita la frecuente activación del compresor y reduce el consumo de combustible, debido a que sólo se produce la presión requerida. El control del ángulo de la placa se controla con una válvula de control mecánica. Los modelos que usan el compresor VS hasta ahora son: NF, TG

## Condición de Baja Carga del AC



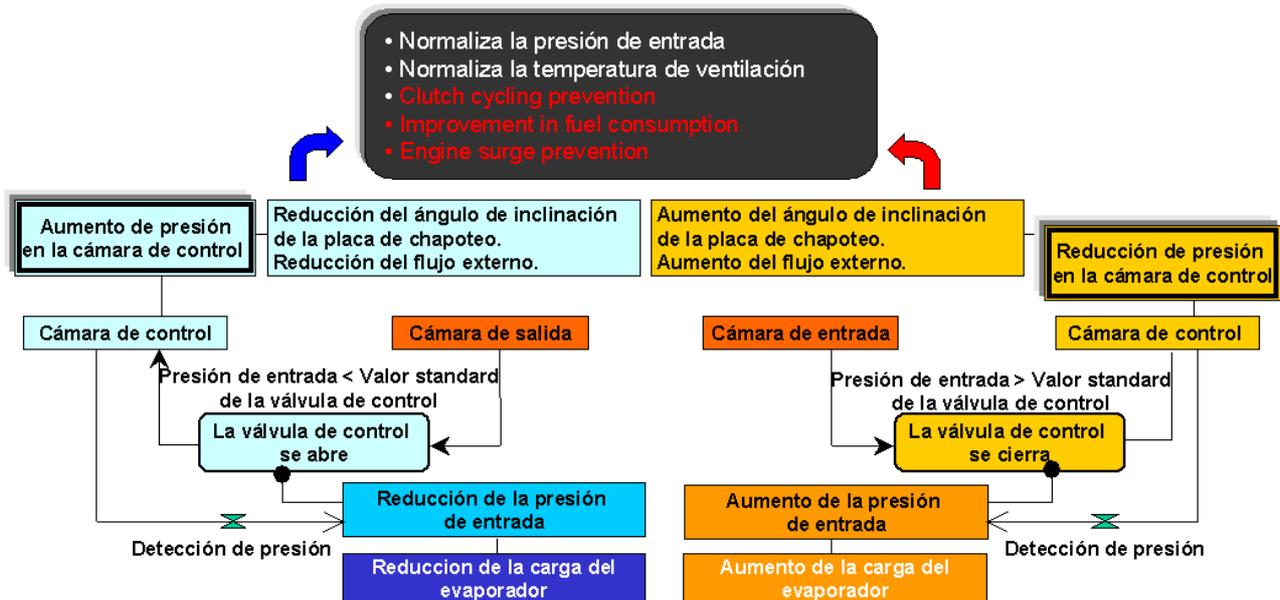
Si la carga del enfriamiento es baja la válvula de expansión esta casi cerrada. Así la presión en la cámara de entrada disminuye. Si la presión llega a ser menor que el valor normal ( $2.0\text{kgf/cm}^2$ ), el diafragma (que esta en conexión con la cámara de entrada), se expande y mediante esto se abre la conexión entre la cámara de salida y la cámara de control. De esta forma la presión en la cámara de control aumenta y el ángulo de la placa de chapoteo se reduce. Esto reducirá la cantidad de entrega a la cantidad requerida de refrigerante.

## Condición de Alta Carga del AC



Si la carga de enfriamiento es alta la válvula de expansión esta casi abierta. De esta forma la presión en la cámara de ingreso aumenta. Si la presión llega a ser mas alta que el valor normal, el diafragma que tiene una conexión a la cámara de entrada se contrae y mediante esto cierra la conexión entre la cámara de salida y la cámara de control. Entonces la presión en la cámara de control disminuye y el ángulo de la placa de chapoteo aumenta. Esto aumentara la cantidad entregada al monto requerido de refrigerante.

## Diagrama de Funcionamiento



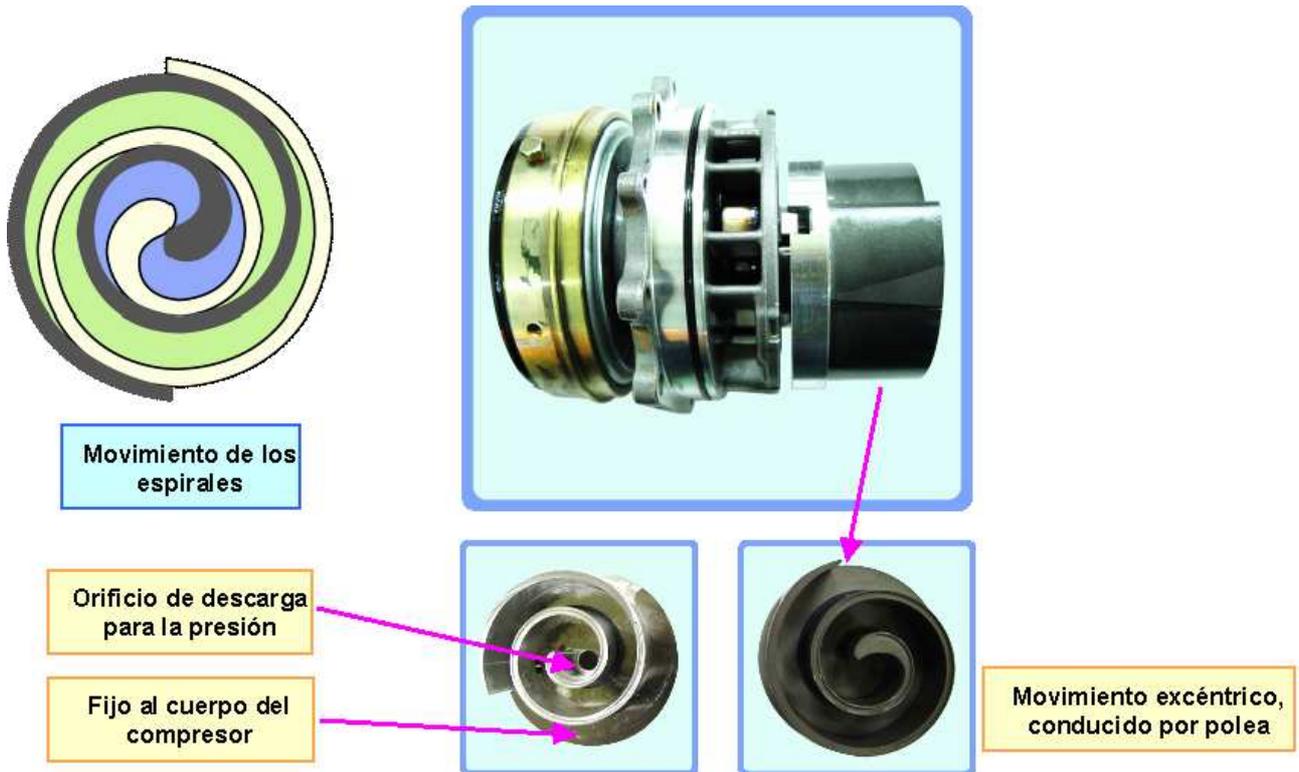
Aquí se puede observar la estrategia de control para el compresor. La válvula de control está conectada a la cámara de admisión del compresor, a la cámara de salida y a la cámara de control. La apertura y cierre de la válvula de control de presión se ajusta mecánicamente por el balance de la presión de admisión, la presión de salida y los resortes dentro de la válvula. Si la carga de enfriamiento es baja, el ángulo de la inclinación (cantidad de entrega) se reduce. Si la carga de enfriamiento es alta el ángulo, y por este medio, la cantidad de entrega aumenta.

## Compresor del Tipo Espiral



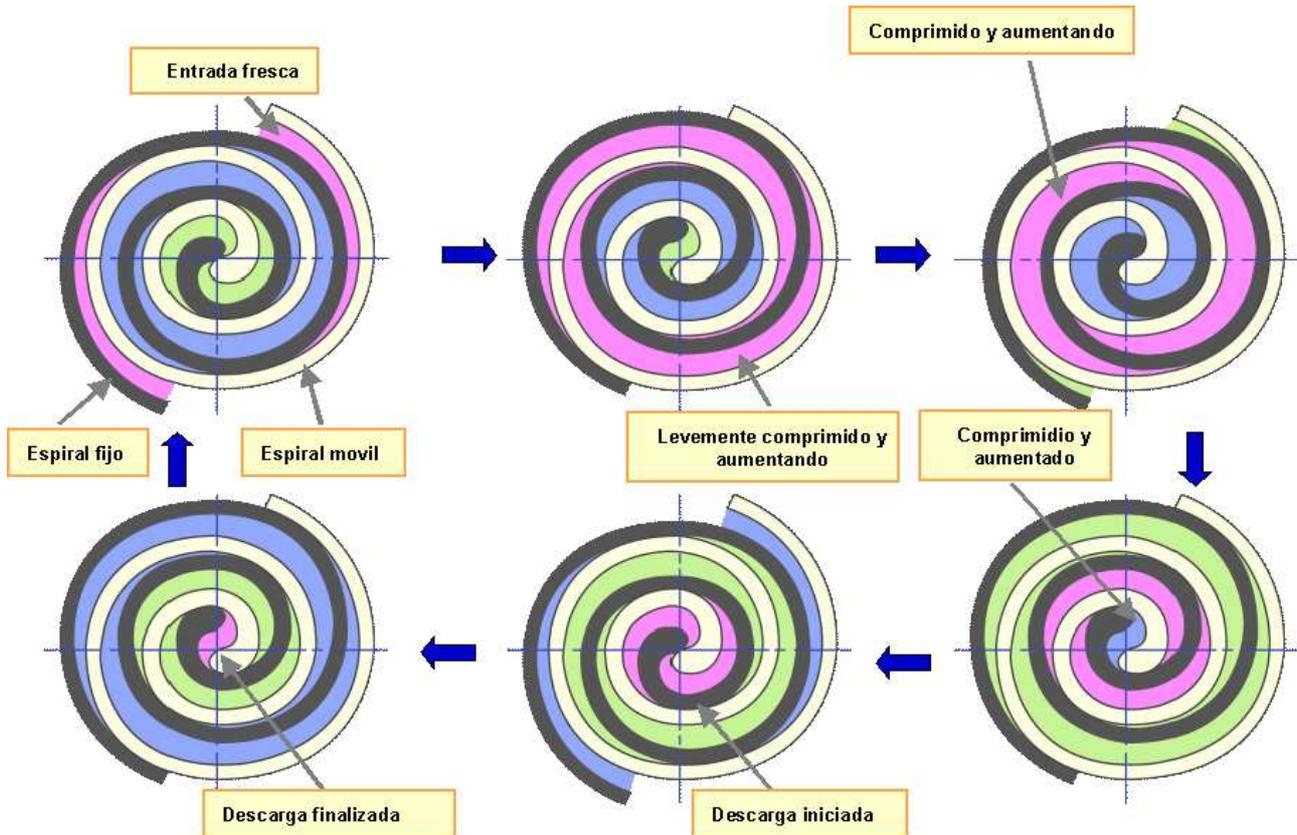
Esta imagen muestra el compresor del tipo espiral, estos son utilizados en el modelo LZ 4.5L.  
 Nota: El modelo 3.0 y 3.5L utiliza compresor de placa recíprocante.

En la parte superior del compresor pueden verse dos sensores: uno es el sensor de temperatura para detectar la temperatura del refrigerante dentro del compresor, el otro es un sensor detector de velocidad, que reconoce la velocidad del compresor. La velocidad del compresor y la velocidad del motor se comparan mediante un controlador de bloqueo de la correa. En el caso de una diferencia muy alta entre ellos (80% de deslizamiento), el embrague magnético se desactiva. El controlador de bloqueo de la correa está conectado a la unidad del ventilador, justo al lado del actuador de admisión. Esta función se aplica con el fin de evitar daño a la correa conductora en caso de que el compresor tenga una falla interna. La razón para hacer esto es que se utiliza solamente una correa conductora para todos los accesorios tales como la bomba de agua, la bomba de dirección hidráulica, alternador y compresor del aire acondicionado. Este será el resultado en caso de que el compresor se bloquea y la correa se daña, también los otros dispositivos ya no funcionarán. Al observar la imagen inferior se puede reconocer que el eje de entrada del compresor está ligeramente excéntrico al eje de salida. Debido a esto el deslizador que transfiere el movimiento de la polea a los espirales móviles lo hace en movimiento excéntrico mediante este movimiento, en espiral se mueve de izquierda a derecha y de arriba hacia abajo. Debido a esta diferencia en el movimiento, las secciones entre los dos espirales se expanden o contraen de forma que el refrigerante es aspirado, comprimido y descargado con alta presión.



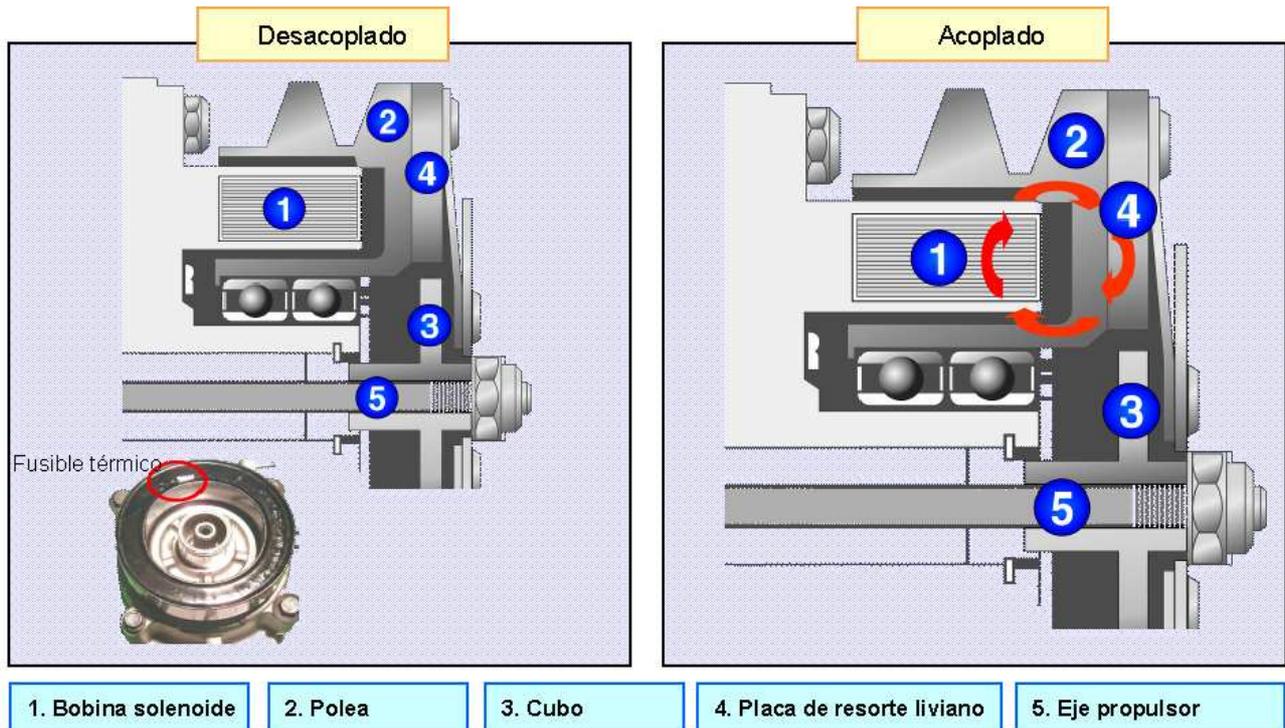
Como se ha indicado, una parte esta fija al cuerpo del compresor y permanece estacionaria, mientras que la otra parte es conducida mediante la polea (vía el deslizador) y se mueve como se describió anteriormente. La animación permitirá un mejor entendimiento de este movimiento. El ciclo de trabajo se describe en la próxima página.

## Ciclo de Funcionamiento



Demos una mirada al ciclo de funcionamiento del compresor de espiral. Como es un proceso que esta teniendo lugar continuamente de forma que se alcanzan varias etapas de compresión del refrigerante al mismo tiempo, seguiremos el proceso de un ciclo paso a paso. El proceso que veremos esta marcado en color rojo mientras que las otras etapas que están produciéndose al mismo tiempo están coloreadas diferente. Cada color indica la compresión para una cantidad específica de refrigerante desde la admisión a la compresión y descarga. El ciclo comienza cuando los extremos de ambos espirales abren la admisión, de forma que el refrigerante puede entrar en la abertura. Definamos esta posición como  $0^\circ$  (ángulo de rotación de la polea conductora). Después de  $180^\circ$  de movimiento, el espiral a cambiado la posición de forma que el espiral toca al otro, por lo cual se cierra la admisión y se forma una cámara, de manera que ya no entra más refrigerante, pero tampoco puede escapar el refrigerante. A la posición de  $360^\circ$ , el espiral alcanza una posición donde el orificio de descarga esta cerrado y la medida de las diferentes cámaras se ha reducido. De modo que el refrigerante esta comprimido. Al mismo tiempo, el espiral esta empujando el refrigerante en la dirección del orificio de descarga. A  $540^\circ$  el refrigerante esta comprimido al nivel necesario y abandona el compresor a través del orificio de descarga que ahora esta abierto. A  $720^\circ$ , el espiral alcanza la misma posición, esta a  $0^\circ$  y el ciclo se reinicia.

## Embrague del Compresor



El embrague está compuesto por la bobina solenoide, la polea y el eje con tenaza y la placa de resorte liviano. La bobina está directamente fija al cuerpo del compresor y está localizada detrás de la polea. La polea está fija al compresor mediante un cojinete y por lo tanto puede girar libremente; la polea es conducida por una correa tan pronto como el motor enciende. El eje está conectado al eje de mando del compresor e incluye una placa de resorte liviano. Cuando se necesita enfriamiento, se energiza la bobina solenoide, creando un campo magnético que atrae la placa de resorte, mediante la cual está conectada con la polea. En esta condición, se acciona el eje del compresor. El refrigerante por lo tanto comienza a circular y se consigue el enfriamiento. Para desconectar el compresor, se interrumpe la energía al solenoide, el campo magnético desaparece y la placa de resorte se separa de la polea mediante los resortes de retorno, lo que nuevamente gira libre sin estar en contacto con el eje de mando. Por razones de seguridad, en el circuito de la bobina de embrague del compresor se ha instalado un fusible térmico. Si se produce deslizamiento de la correa, por ejemplo debido al bloqueo del compresor se genera calor. Si el calor alcanza cierto valor (alrededor de 180°) el fusible térmico se quema. Esto interrumpe el suministro de energía al solenoide y la polea puede girar libremente de forma que el cojinete del embrague, la polea y la correa no se dañen. Una vez que el fusible se ha quemado, el solenoide debe reemplazarse. Algún deslizamiento del embrague podría ser indicio de separación incorrecta o bajo voltaje al embrague. Una separación muy pequeña puede causar raspaduras en las placas; una abertura muy grande causará un campo magnético debilitado. Si se ha revisado esto y se encuentra correcta y el embrague está aun sin funcionar este debe reemplazarse. El consumo aproximado de corriente del embrague magnético es de alrededor de 3amps. a 12V. Revisar la resistencia de la bobina del embrague (3.0 – 3.2 Ohm) para determinar la condición del fusible térmico y reemplazar la bobina del embrague si es necesario.

## Estructura de Mangueras

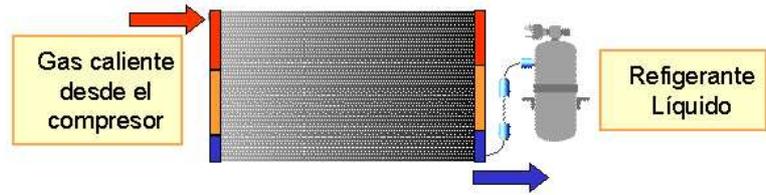
Con el fin de prevenir las pérdidas desde las mangueras debido a la alta presión, las características de las mangueras para el R134a han sido cambiadas, en su capa media e interior.



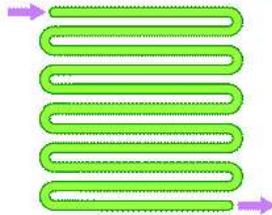
Ubicación de la capa exterior	Materiales	
	Para 134a	Para R12
Capa exterior	EPDM (Goma etileno polipropileno)	EPDM (Goma etileno polipropileno)
Capa reforzada	PET (Poli etileno tereftalato)	PET (Poli etileno tereftalato)
Capa media	CL – IIR (Goma isopreno isobutileno clorada)	NBR (Goma nitrilo butilo)
Capa interior	6 -12 NY 6 -12 NY (nylon)	
Recubrimiento	Cubierta	

Como se menciona anteriormente, las mangueras para el R134a deben ser diferentes debido al menor tamaño de las moléculas. Pero todavía las mangueras son la parte donde aun bajo condiciones normales desaparece refrigerante e ingresa humedad al sistema.

## Condensador

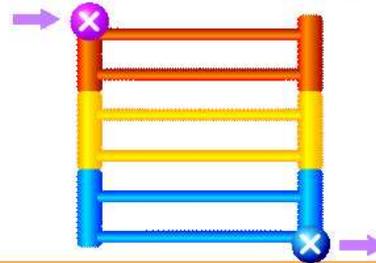


Condensador R12



El condensador utilizado para el sistema A/C R12 es del tipo Serpentina (corrugado).

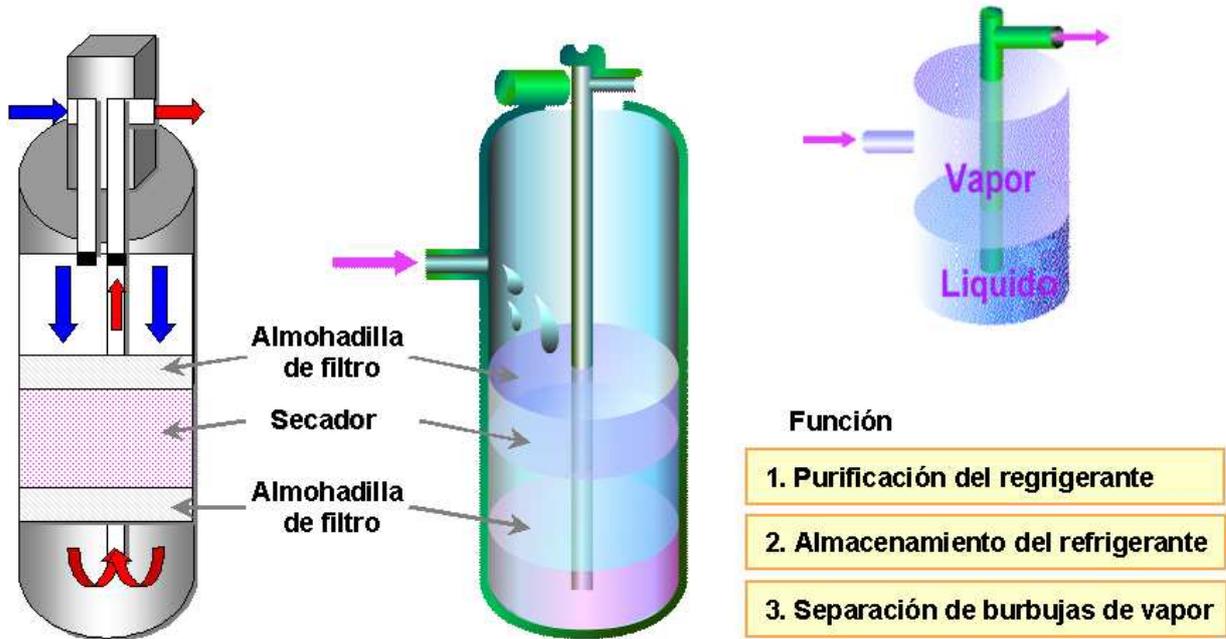
Condensador R134a



En los sistemas A/C R134a se utiliza un condensador del tipo de flujo paralelo, para mejorar el efecto de enfriamiento del aire (15% -20% mayor que el tipo serpentina).

El condensador está compuesto por tuberías y láminas, que están firmemente conectadas con las tuberías para crear una gran superficie de intercambio de calor para alcanzar una buena transferencia de calor. El condensador está instalado al frente del radiador. Este enfría el refrigerante a alta presión y alta temperatura a su punto de condensación y lo vuelve a su estado líquido. Los gases calientes entran al condensador con una temperatura de 60° a 100°C, pero aun si este es enfriado solamente 2° – 3°C, cambia de estado gaseoso a líquido debido a las propiedades del refrigerante. El intercambio de calor en el condensador tiene lugar mediante enfriamiento por aire. Es esencial para un enfriamiento eficiente del condensador el paso de aire a través de sus aletas. Cualquier obstrucción tal como polvo, hojas, lodo o algún material extraño, reducirá la capacidad de reducir la temperatura del refrigerante, resultando en un aumento del calor y la presión. En condición normal el condensador está a una temperatura más baja que el radiador del vehículo, pero si la eficiencia del condensador se reduce, su temperatura aumenta. Esta puede llegar a estar más alta que la del radiador del vehículo provocando sobrecalentamiento del motor. No es necesaria una rutina de mantenimiento para el condensador, aparte de la remoción de obstrucciones y las reparaciones solamente pueden realizarse si el condensador se remueve del vehículo.

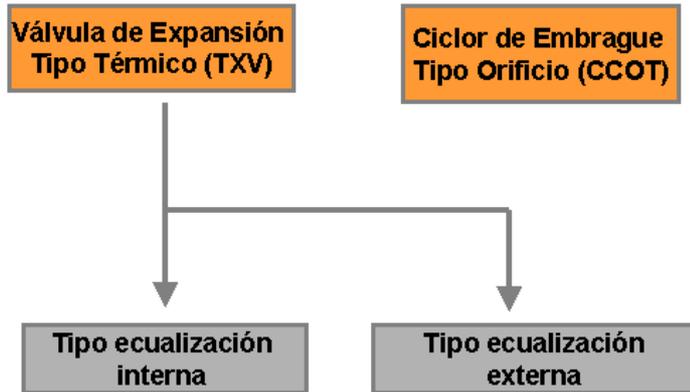
## Secador



**El secador esta localizado en el LADO DE ALTA PRESIÓN del circuito refrigerante. El refrigerante líquido entra lateralmente al container y ahí es recolectado. Este fluye a través del secador y a través de la tubería de la válvula de expansión.**

La finalidad del secador es almacenar temporalmente el refrigerante licuado. Este también debe remover la suciedad y la humedad del refrigerante. Por las diferentes condiciones de funcionamiento, como la carga térmica en el evaporador y condensador, numero de revoluciones del compresor, se bombea una diferente cantidad de refrigerante a través del sistema. Para la reconciliación de estas fluctuaciones se ha insertado el secador. El líquido proveniente del condensador es recolectado y almacenado en este, de forma que solamente la cantidad necesaria fluye al evaporador para el enfriamiento del aire. Adicionalmente, el secador es capaz de atrapar una pequeña cantidad de agua desde el ciclo, usualmente puede tomar 6 a 12 gr. de agua y la cantidad depende de la temperatura. La cantidad aumenta a temperaturas más bajas. Secante: para los sistemas R12 se ha utilizado gel de silicio como secante para eliminar la humedad, pero en los sistemas R134a se utiliza zeolita como secador.

## Válvula de Expansión



Componente \ Tipo	CCOT	TXV
Acumulador	O	X
Compresor	O	O
Condensador	O	O
Int. de Presión Dual	X	O
Evaporador	O	O
Válvula de expansión	X	O
Int. de baja presión	O	X
Tubo de orificio	O	X
Recolector/Secador	X	O
Termostato	X	O

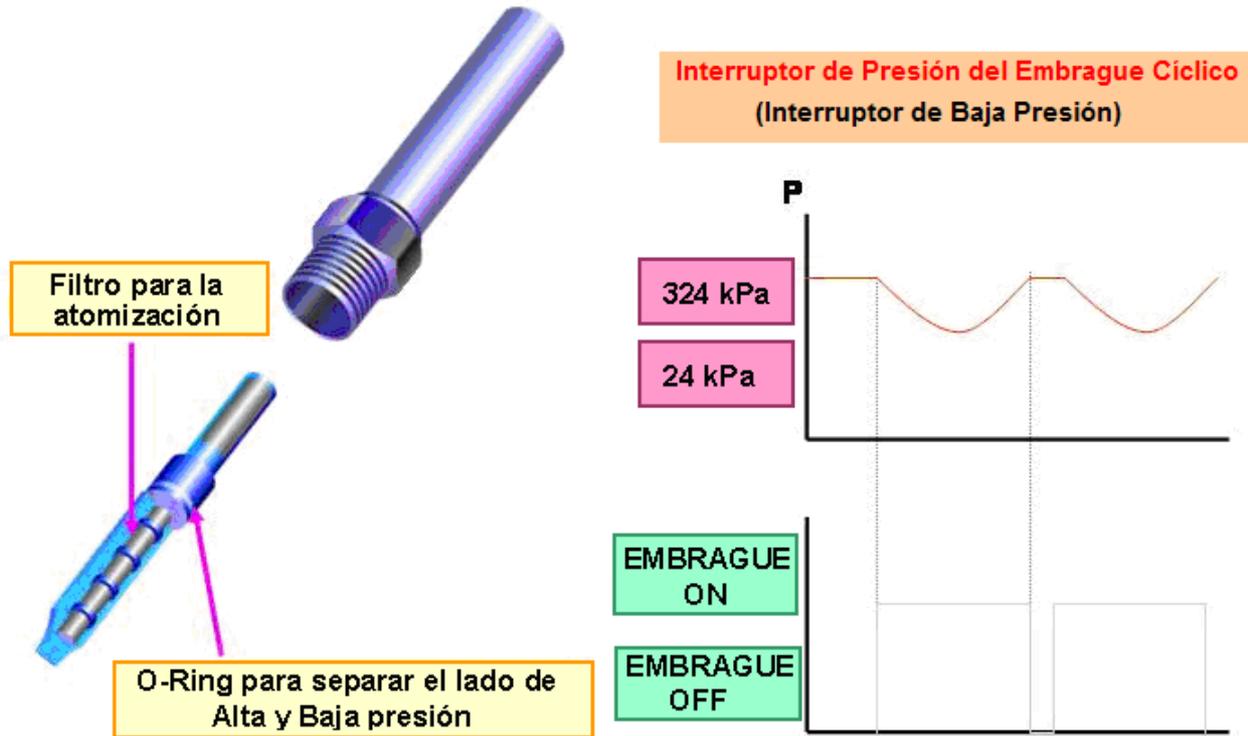
Básicamente se distinguen dos tipos de sistemas refrigerantes.

Tipo TXV: Tipo Válvula de Expansión Térmica

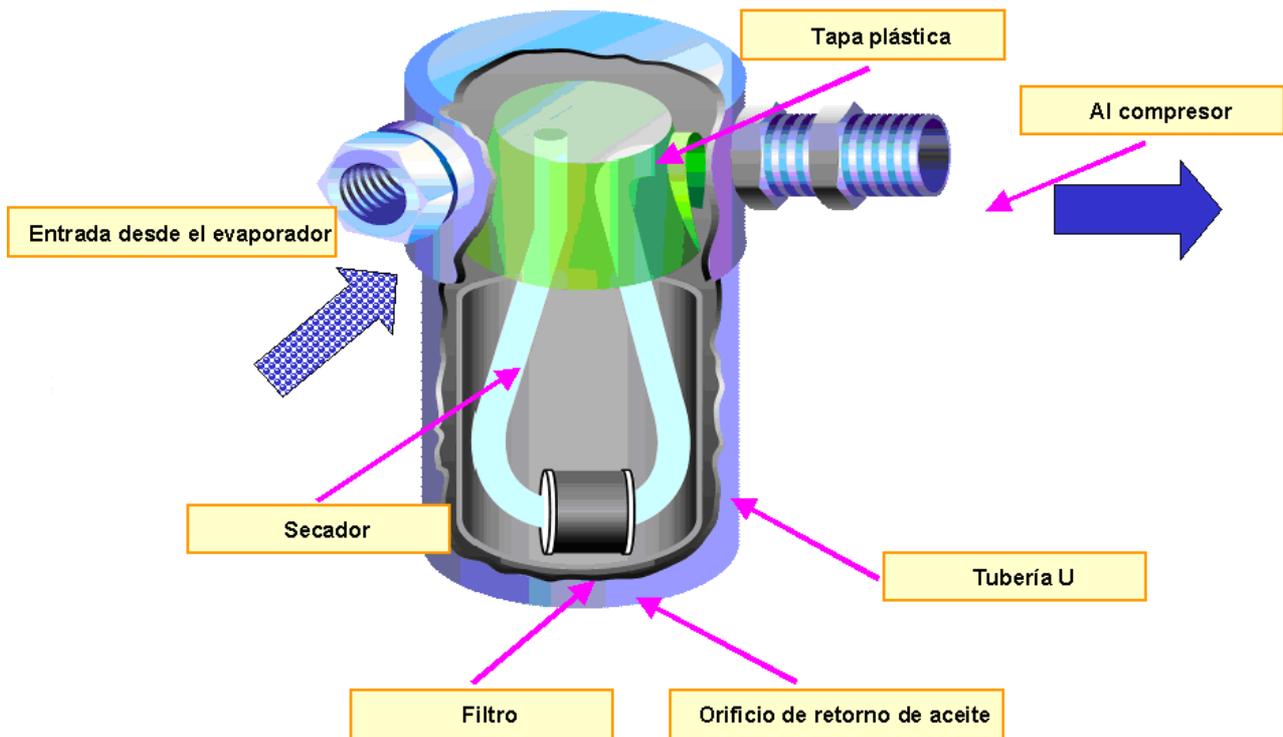
Tipo CCOT: Ciclo del Embrague de Tipo Orificio

Debido al hecho de que hay algunas diferencias en los componentes y el principio de funcionamiento, la carta contiene las diferencias entre ellos.

## Ciclo del Refrigerante CCOT y Componentes

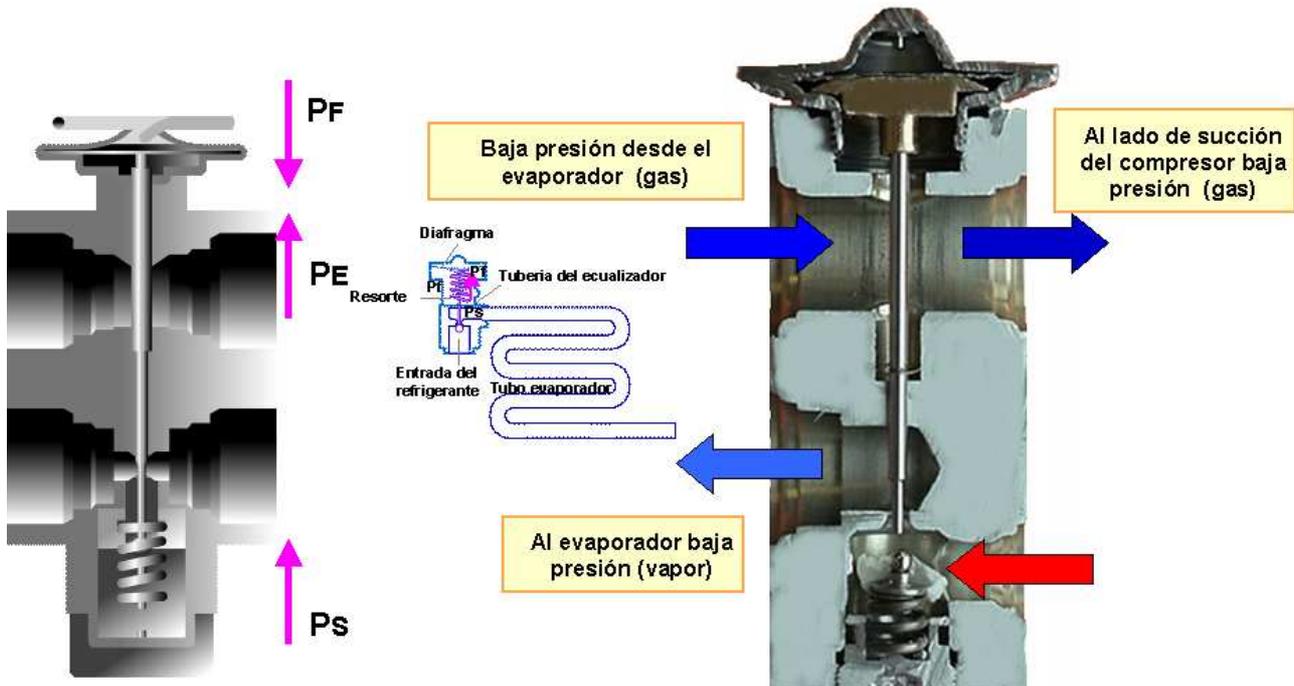


A diferencia de la regulación por válvula de expansión, la inyección del líquido refrigerante tiene lugar en el evaporador mediante un regulador fijo. Este orificio fijo está localizado en la línea de líquido cerca del evaporador y tiene rejillas de filtro localizadas en la tubería de entrada y salida del cuerpo. En el tubo de orificio fijo el líquido refrigerante comienza a vaporizarse, debido a esto permite solamente el ingreso de una cantidad apropiada de refrigerante al evaporador, para conseguir un buen efecto refrigerante. El estado del refrigerante inmediatamente después del tubo de orificio fijo es 100% líquido. Tan pronto como la presión del líquido cae, este comienza a hervir y mediante hacer esto se absorbe el calor. Este calor es removido desde el aire que pasa a través de las aletas de enfriamiento del evaporador por lo que es enfriado. Un interruptor de presión se utiliza para controlar la cantidad de refrigerante que ingresa al evaporador. Cuando los contactos del interruptor están abiertos y la bobina del embrague no está energizada, el embrague del AC está desconectado y el compresor no funciona. Cuando los contactos del interruptor están cerrados, la bobina del embrague magnético del compresor está energizada y el embrague del AC está conectado para conducir al compresor. No pueden realizarse ajustes ni servicios al conjunto de tubo de orificio fijo, pues no puede removerse de la línea. El tubo de orificio fijo debe ser reemplazado cuando se reemplaza el compresor.



Acumulador (CCOT): el Acumulador está localizado en el lado de baja presión del circuito refrigerante. La entrada del acumulador está conectada al tubo de salida del núcleo del evaporador mediante una línea de succión. El refrigerante ingresa al depósito acumulador a través del tubo de entrada. El aceite se separa al fondo del depósito. El refrigerante pasa a través del secante, donde el agua y la humedad son separadas y almacenadas debajo de la tapa plástica. Desde aquí este es succionado a través de un tubo U por medio del compresor. Un orificio de pequeño diámetro de retorno del aceite está ubicado cerca del fondo del depósito este permite al aceite ingresar a la línea de succión en una proporción controlada. Para prevenir el ingreso de suciedad o humedad a través del orificio de retorno de aceite, se ha instalado una malla de filtro.

## Válvula de Expansión Ecuilizada Internamente

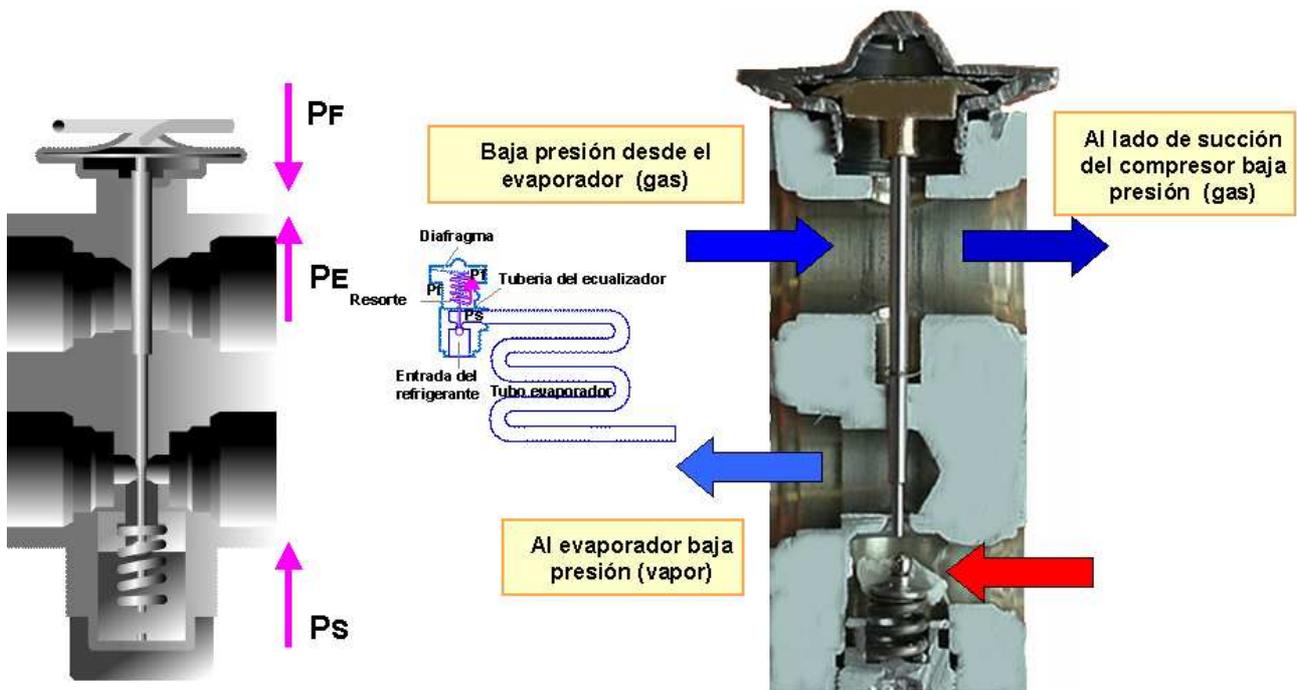


La válvula de expansión tiene dos funciones: Mide el líquido refrigerante en las bobinas del evaporador de acuerdo a la demanda del sistema, esto reduce la presión refrigerante. El interior del vehículo no se enfriara suficientemente si la salida de la válvula de expansión es demasiado pequeña. Si esta es demasiado ancha, se producirá congelamiento en el evaporador, disminuyendo la eficiencia del enfriamiento. Por lo tanto, la medida de este pequeño agujero atomizador debe ser controlada de acuerdo a las condiciones variables. La válvula de expansión también sirve como un regulador para este orificio atomizador. Dependiendo del sobrecalentamiento del gas refrigerante a la salida del evaporador, la TXV ajusta la cantidad de refrigerante que ingresa al evaporador (dependiendo de las respectivas condiciones de funcionamiento), de forma que la superficie intercambiadora de calor del evaporador se utiliza óptimamente. La TXV esta instalada entre el circuito de alta y baja presión y en el ciclo refrigerante y antes del evaporador. Si la temperatura del refrigerante (que abandona el evaporador) aumenta, el refrigerante en el termostato de la válvula de expansión se expande y aumenta el flujo del refrigerante al evaporador. Si temperatura del refrigerante disminuye, su volumen en el termostato se reduce y el flujo al evaporador también se reduce.

Como se vio anteriormente, las válvulas de expansión pueden clasificarse en dos tipos: Tipo de Ecuilización Externa, Tipo de Ecuilización Interna.

La válvula térmica de expansión es regulada por la interacción de tres fuerzas:

1. La presión en la línea del sensor, que depende de la temperatura del refrigerante sobrecalentado, afecta la fuerza de apertura del diafragma (PF).
2. La presión del evaporador afecta el diafragma en dirección opuesta (PE).
3. La presión del resorte de ajuste (PS); este actúa en la misma dirección que la presión de evaporación.



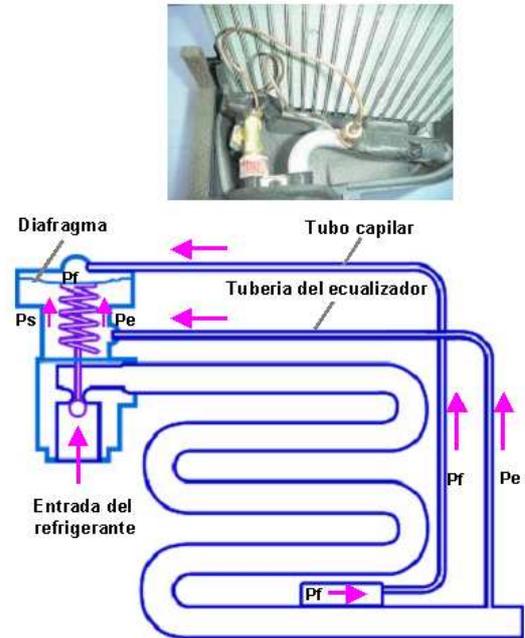
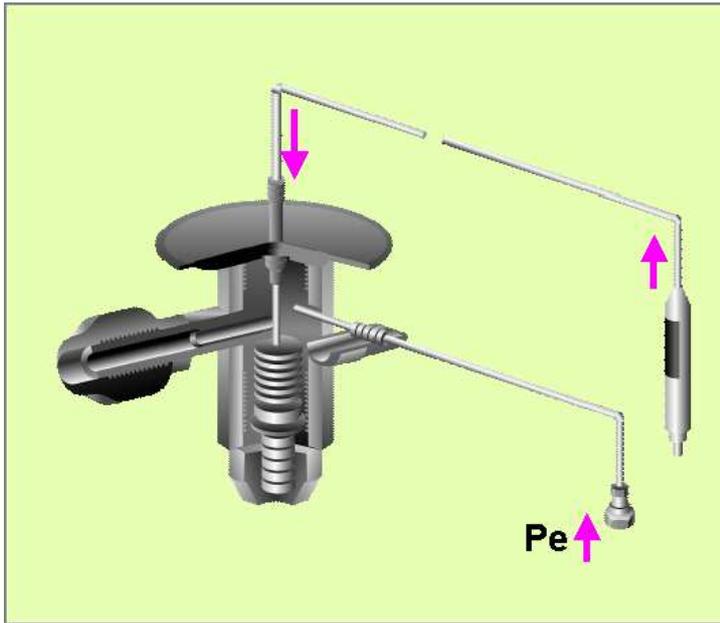
El interior del vehículo no se enfriará suficientemente si la salida de la válvula de expansión es demasiado pequeña. Si esta es demasiado ancha, se producirá congelamiento en el evaporador, disminuyendo la eficiencia del enfriamiento. Por lo tanto, la medida de este pequeño agujero atomizador debe ser controlada de acuerdo a las condiciones variables. La válvula de expansión también sirve como un regulador para este orificio atomizador. Dependiendo del sobrecalentamiento del gas refrigerante a la salida del evaporador, la TXV ajusta la cantidad de refrigerante que ingresa al evaporador (dependiendo de las respectivas condiciones de funcionamiento), de forma que la superficie intercambiadora de calor del evaporador se utiliza óptimamente. La TXV está instalada entre el circuito de alta y baja presión y en el ciclo refrigerante y antes del evaporador. Si la temperatura del refrigerante (que abandona el evaporador) aumenta, el refrigerante en el termostato de la válvula de expansión se expande y aumenta el flujo del refrigerante al evaporador. Si la temperatura del refrigerante disminuye, su volumen en el termostato se reduce y el flujo al evaporador también se reduce.

Como se vio anteriormente, las válvulas de expansión pueden clasificarse en dos tipos: Tipo de Ecuilización Externa, Tipo de Ecuilización Interna.

La válvula térmica de expansión es regulada por la interacción de tres fuerzas:

1. La presión en la línea del sensor, que depende de la temperatura del refrigerante sobrecalentado, afecta la fuerza de apertura del diafragma (PF).
2. La presión del evaporador afecta el diafragma en dirección opuesta (PE).
3. La presión del resorte de ajuste (PS); este actúa en la misma dirección que la presión de evaporación.

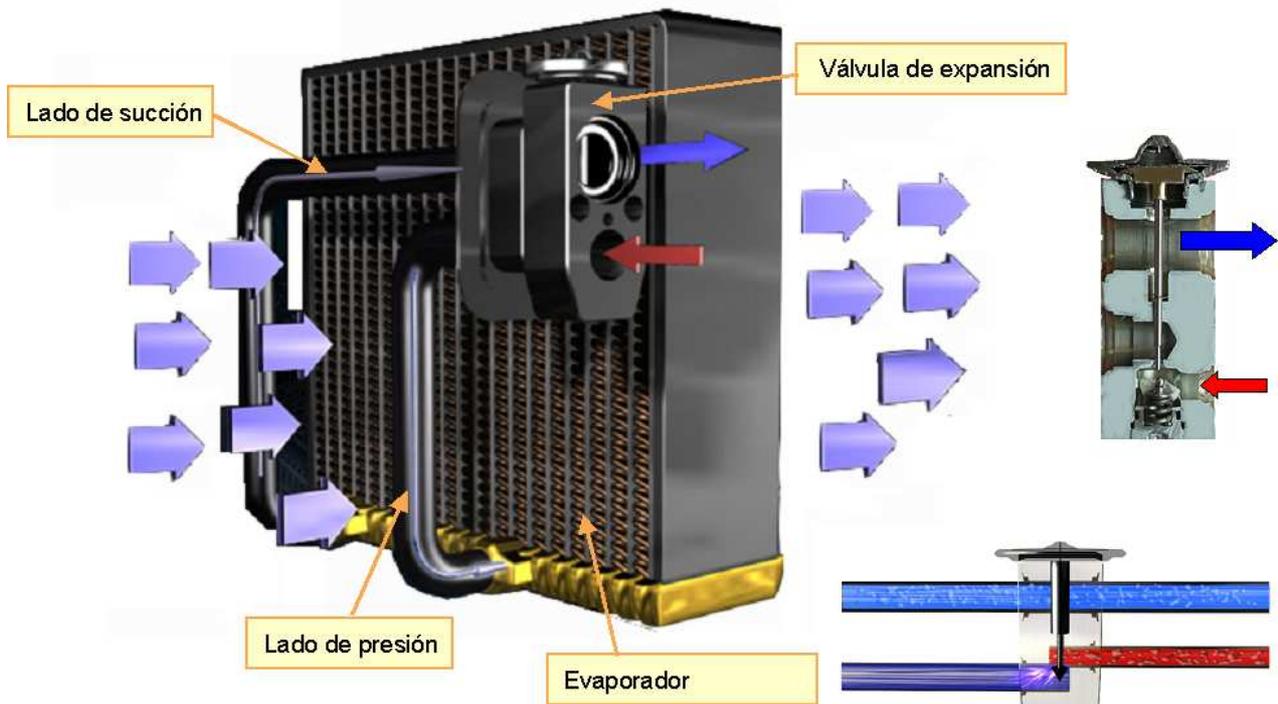
## Válvula de Expansión Ecualizada Externamente



El tipo de ecualización externa esta compuesto por un tubo capilar térmico cargado con refrigerante vaporizado, un elemento de potencia de diafragma, resorte de balanceo, tubo de presión de ecualización externa, vástago actuador del asiento de la válvula, válvula de medición, orificio de ingreso y filtro y orificio de salida. La diferencia entre la ecualización interior es que el tipo de ecualización externa no tiene solamente el bulbo sensible al calor, sino que también una tubería adicional que esta conectada a la salida del evaporador. Mediante esta tubería, la presión puede detectarse en la salida, muy cerca del lugar donde se detecta la temperatura de salida. Esto permite un control mas preciso, especialmente en caso de que el evaporador tenga una alta resistencia interna.

La cámara superior del diafragma refleja la temperatura de salida del evaporador y suministra la acción diferencial por la temperatura de salida opuesta contra la presión de salida. La temperatura de salida actúa sobre el tubo sensible al calor, que cambia la presión en la parte superior del diafragma en concordancia. Esta presión trata de abrir mas la entrada del refrigerante para aumentar la cantidad de refrigerante que pasa a través de la válvula. Junto con la fuerza del resorte la presión de salida actúa debajo del diafragma tratando de cerrar la entrada. El equilibrio de estas fuerzas causa que la entrada se abra la cantidad correcta, de forma que la cantidad necesaria de refrigerante puede ingresar al evaporador.

## Evaporador



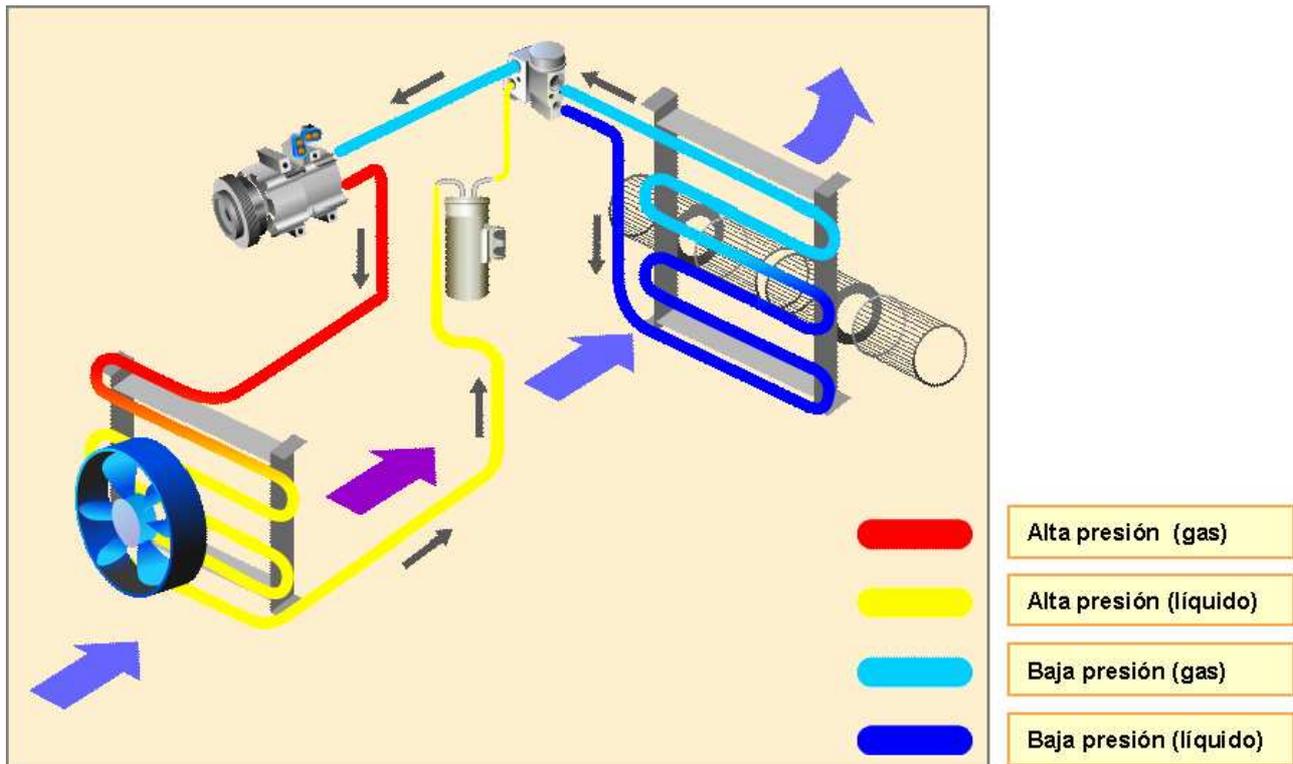
Un suministro medido de refrigerante frío a baja presión, es arrastrado a través del evaporador por el lado de succión del compresor. El aire cargado de calor desde el exterior del vehículo es empujado a través de los espirales por un ventilador y la diferencia de temperatura entre aire caliente y el refrigerante frío provoca la transferencia de calor desde el aire caliente al líquido frío. Como el líquido está absorbiendo calor desde el aire, el refrigerante se vaporiza, cuando el refrigerante está casi completamente vaporizado, se alcanza la llamada condición saturada, pero el vapor debe pasar a través de más espirales antes de su salida, de modo que absorbe más calor. Esta condición se llama súper calor. La condensación de la humedad en el aire se produce simultáneamente con la reducción de la temperatura del aire. Esta agua condensada es drenada desde el conjunto evaporador y descargada a través de las tuberías de drenaje. Frecuentemente, el agua condensada se drenará desde el cuerpo del evaporador muy pronto después que el vehículo queda en reposo y el ventilador es apagado creando un charco debajo del vehículo. Esta es una condición natural y no es necesario realizar ninguna investigación. No se necesita alguna rutina de mantenimiento para el evaporador, pero puede requerirse alguna limpieza de tiempo en tiempo debido al mal olor.

## Control de Flujo del Refrigerante



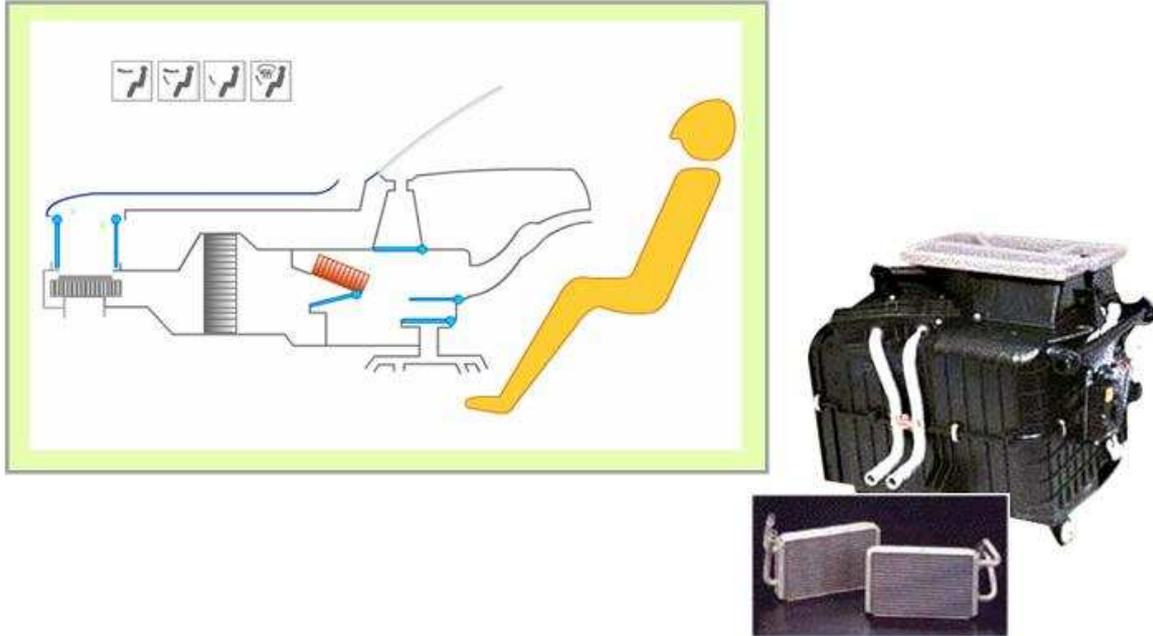
Cuando la presión de vapor del sistema operando es estable, prevalecerá la condición  $P_f = P_s$ . La apertura de la válvula de aguja en este momento será estacionaria (a una condición predeterminada) y se mantendrá un flujo constante de refrigerante. Flujo constante de refrigerante  $P_f / P_e = P_s / P_e$ : si la cantidad de refrigerante en el evaporador llega a ser menos, el refrigerante se evaporará más rápido. Así, la temperatura en el circuito equalizador aumenta, provocando que el gas en la cámara superior del diafragma se expanda y la válvula se abrirá. Esto resulta en un mayor flujo del refrigerante al evaporador.  $P_f / P_e < P_s$  el flujo del refrigerante aumentará. Inversamente, si la cantidad de refrigerante en el evaporador llega a ser mayor, el refrigerante se vaporizará más lentamente. La temperatura en el circuito equalizador cae, provocando el cierre de la válvula esto resulta en un menor flujo de refrigerante a través del circuito.  $P_s > P_f / P_e$  el flujo de refrigerante disminuirá.

## Ciclo de Funcionamiento del A/C



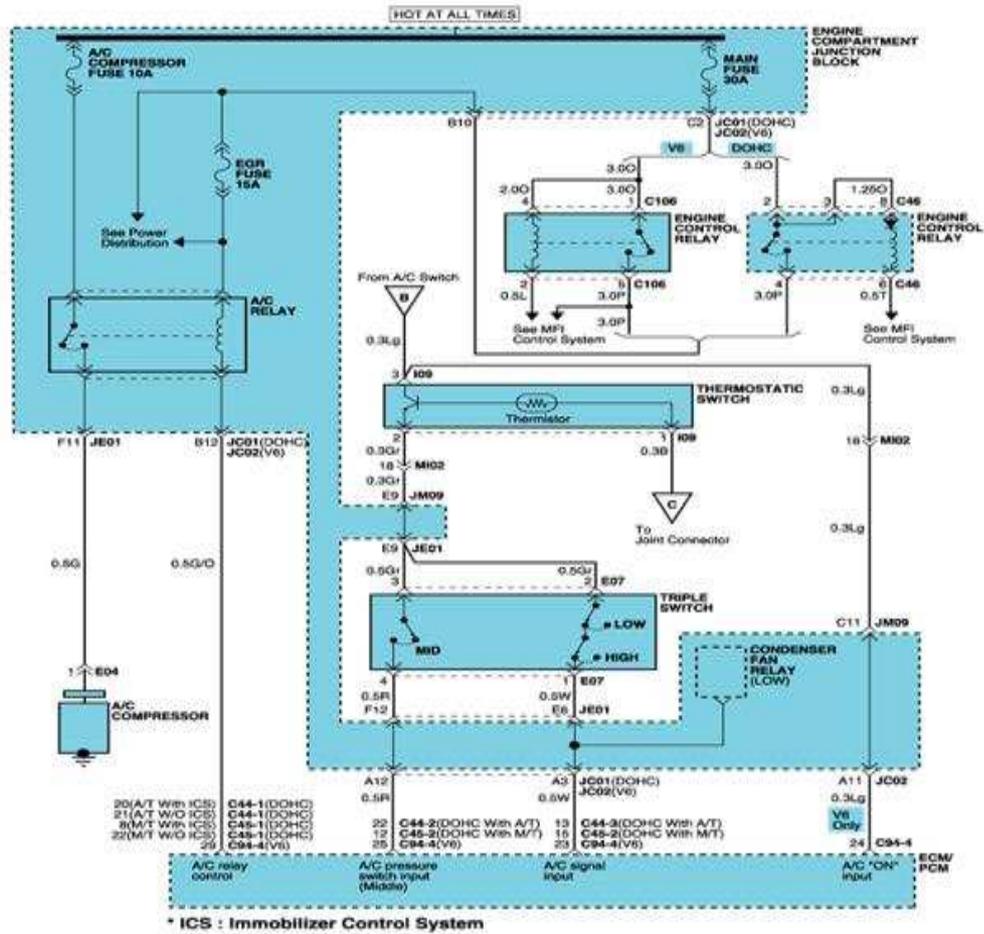
Si el ciclo del refrigerante se acciona, por ejemplo el sistema de aire acondicionado se enciende; el compresor (1) arrastra refrigerante frío, gaseoso desde el evaporador (8), lo comprime y lo suministra al condensador (3). La compresión calentará el gas. El gas caliente comprimido es enfriado en el condensador por el aire exterior o por un ventilador auxiliar (4). Cuando alcanza el punto de rocío (dependiendo de la presión, ver la tabla de punto de ebullición) el refrigerante se condensa y se vuelve líquido. El refrigerante completamente licuado proveniente del condensador es recolectado en el tanque (6) incorporado al secador (7). La función de este arreglo es asegurar que solamente líquido limpio libre de humedad se transfiera al evaporador. Próximamente el refrigerante fluye a la válvula de expansión (10). Líquido refrigerante presurizado es inyectado en el evaporador (8) mediante el cual la presión es disminuida de forma que el refrigerante se evapora. El calor necesario para la evaporación es extraído del aire exterior que pasa a través de las láminas del evaporador, entonces el aire es enfriado. El refrigerante completamente gaseoso que abandona el evaporador es arrastrado al interior del compresor y nuevamente comprimido el ciclo refrigerante está cerrado.

## Unidad de Calefacción



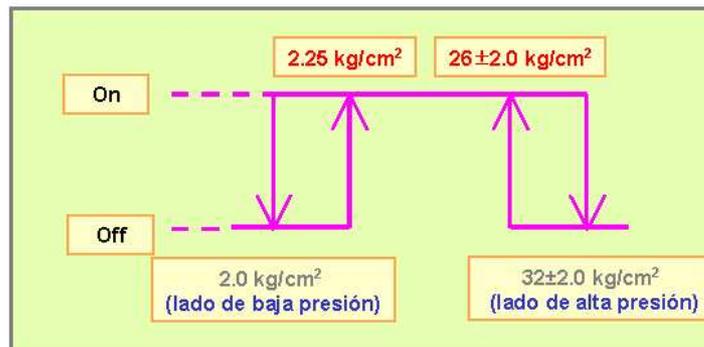
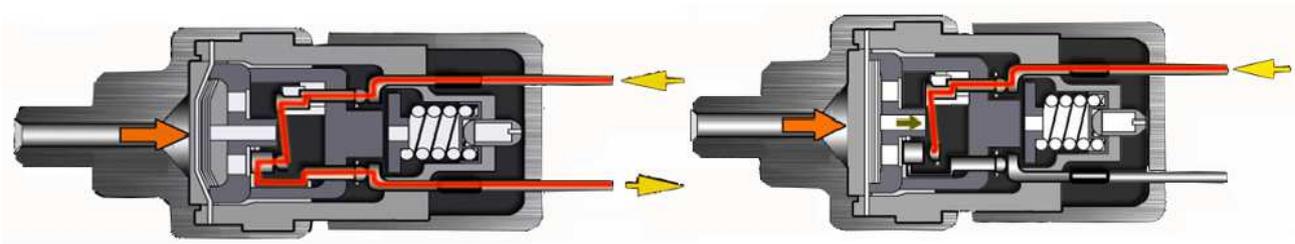
Cuando el refrigerante del motor fluye a través del núcleo del calefactor, el calor desde el refrigerante es transferido al aire del enfriador que fluye a través de las aletas del núcleo del calefactor. Mediante la combinación del sistema de enfriamiento y calentamiento, la temperatura puede ajustarse al nivel confortable deseado.

# Circuito Eléctrico



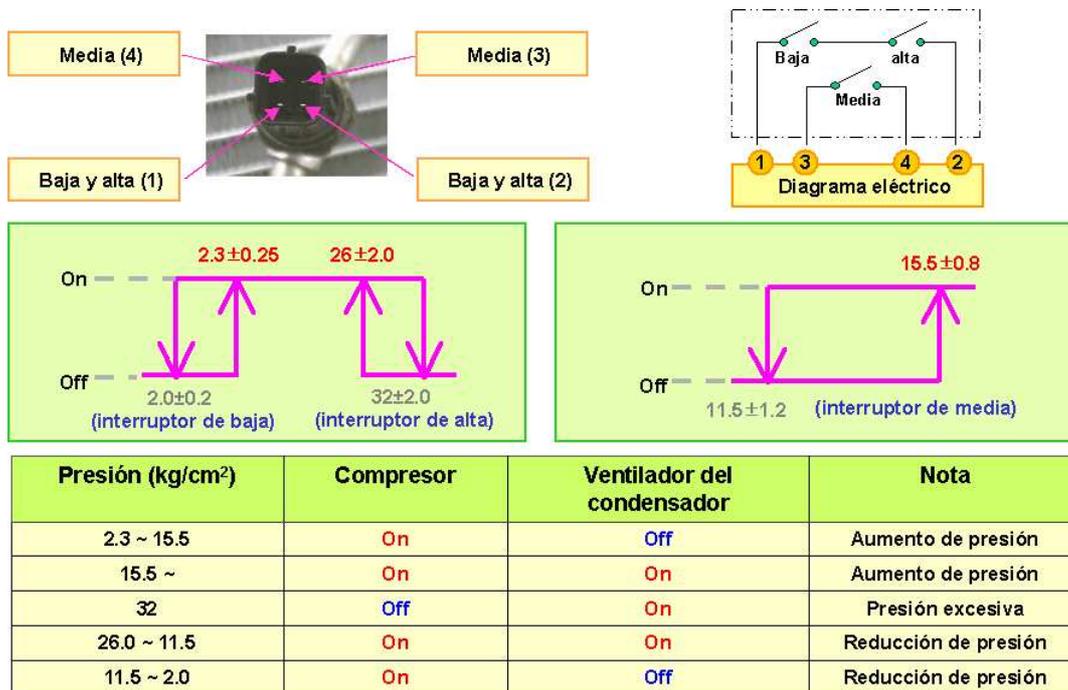
Demos una mirada al diagrama eléctrico para determinar que partes eléctricas están involucradas en el acondicionamiento del aire.

## Interrupor de Presión Dual



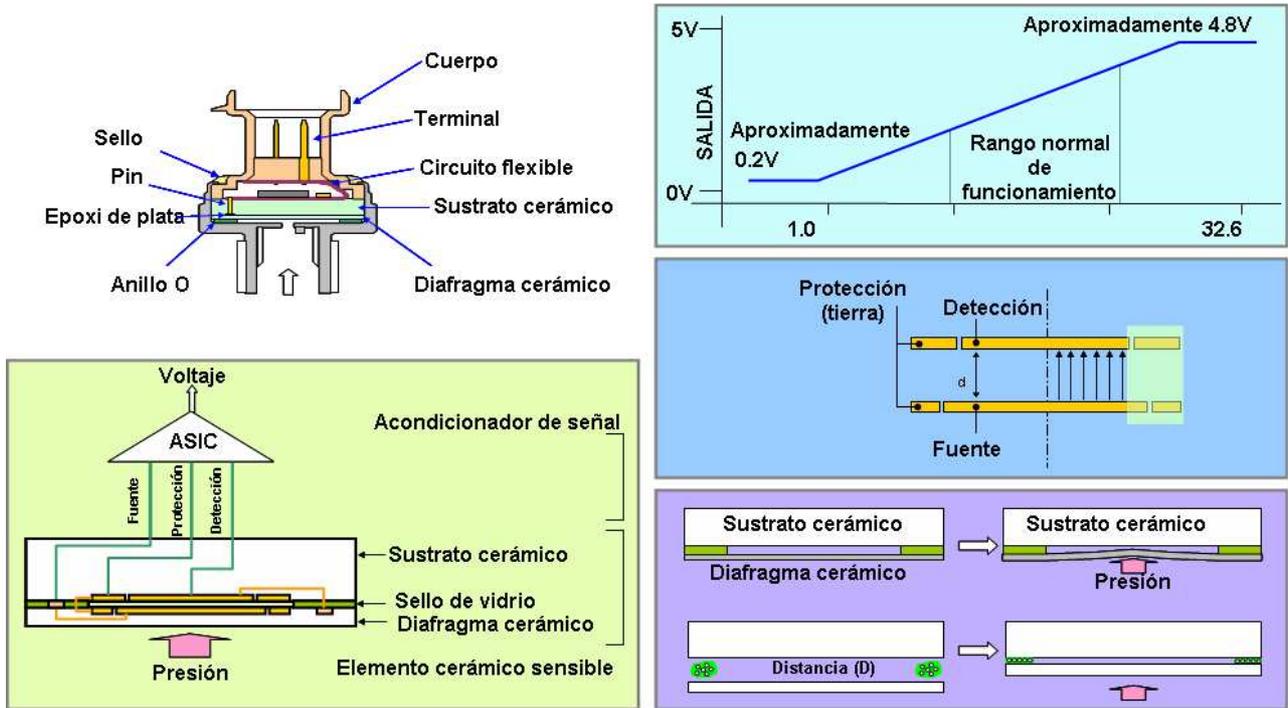
El interruptor de presión dual es un dispositivo de seguridad que apagara el compresor mediante desconectar el Embrague Electromagnético (EMC) cuando se detectan condiciones anormales (presión demasiado alta o demasiado baja). Los siguientes tipos de interruptor de presión se utilizan en los vehículos Hyundai: Interruptor de Presión Dual, Interruptor de Presión Triple, Sensor APT. El interruptor de presión puede instalarse tanto en la línea refrigerante entre el condensador y el secador o en el secador mismo. Comencemos con el más simple de ellos: el interruptor de presión dual. El interruptor de presión dual se utiliza para encender y apagar el compresor. Bajo condiciones normales, se suministra energía al EMC a través del interruptor de presión. Para proteger el compresor contra atascamiento bajo condiciones de baja presión el interruptor se abrirá y el suministro de energía al EMC se corta. Para prevenir el aumento excesivo de presión y por lo tanto proteger los elementos contra quemarse, el interruptor también se abrirá y se suspenderá el suministro de energía al EMC.

## Interruptor de Presión Triple



El interruptor de presión triple es una combinación del interruptor de baja presión (para revisar la cantidad de refrigerante) y el interruptor de alta presión (para prevenir el estallido de la línea del aire acondicionado) y un interruptor de presión media (para el funcionamiento del ventilador de enfriamiento). Cuando la presión cae a aproximadamente 2.3bar o menos, el compresor se detiene, previniendo así el daño al compresor por atascamiento. Cuando la presión se eleva a 32 bar o más el compresor también se detiene para prevenir que las líneas del aire acondicionado se revienten. Cuando la presión alcanza 15.5bar o más, el ventilador del condensador gira a alta velocidad para enfriar el refrigerante y estabilizar su presión.

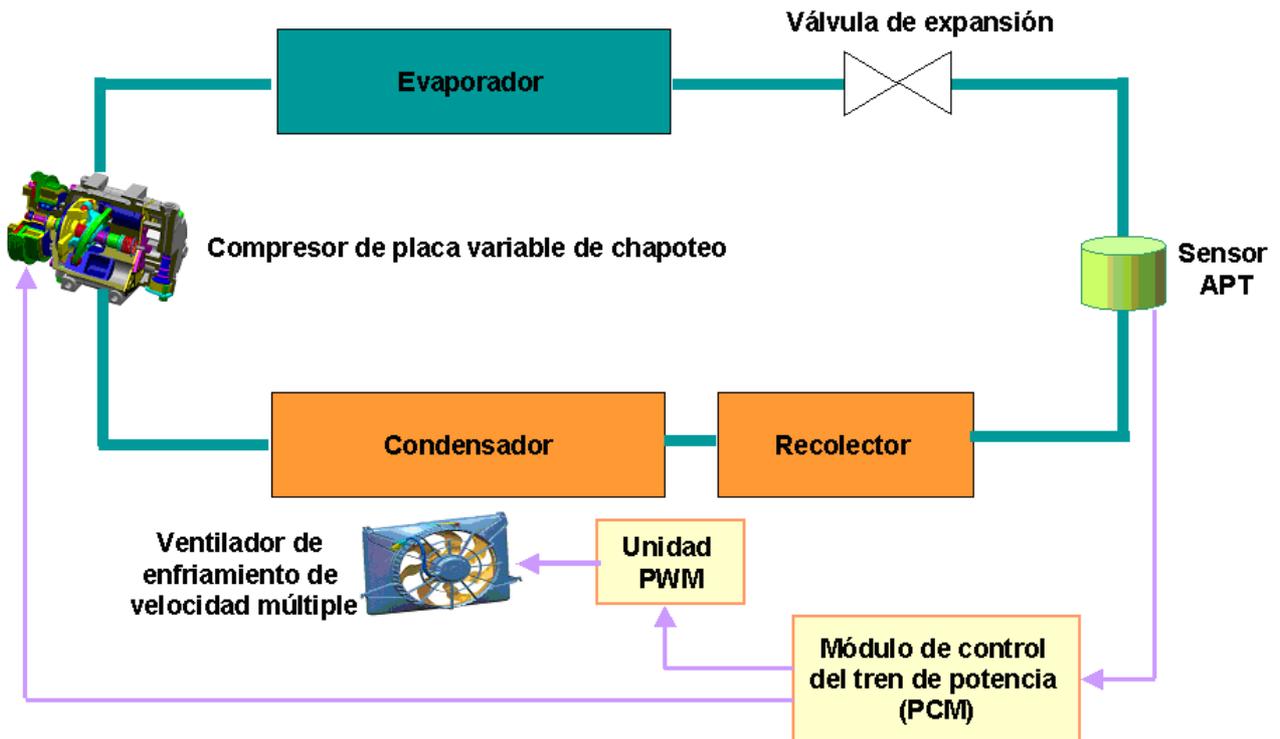
## Sensor APT



\* La función principal del sensor APT es detectar la presión del refrigerante (distancia d).

El APT (Transductor Automotriz de Presión) es un sensor de base capacitiva. Este detecta la presión del refrigerante mediante una salida de voltaje lineal directamente proporcional a la presión aplicada. La presión deformará un diafragma que es una parte del capacitor. La otra parte es el sustrato cerámico. Como la fuerza del campo eléctrico de un capacitor depende también de la medida del dieléctrico, la fuerza del campo varía de acuerdo con la deformación del diafragma. El ASIC convierte este cambio en un voltaje de salida en concordancia, que es entonces enviado al controlador FATC. Hay 0.2V (no 0V), si la presión de la línea del refrigerante ha ido a cero, para la comunicación del ECM del motor (0V significa el contacto pobre o circuito abierto) hay 4.8V; aun si la presión de línea está sobre el valor normal (alta presión) (5V significa corto circuito). El APT está usualmente combinado con un ventilador de velocidad múltiple para el control con menos pasos de la velocidad del ventilador de enfriamiento.

## Control de Ventilador Multi Velocidad del PWM



Junto con utilizar la señal APT para la protección del circuito y el control del ventilador, hay algunos otros cambios en el sistema, que pueden observarse en el diagrama. Un llamado ventilador de velocidad múltiple se utiliza, que permite un paso menos para controlar la velocidad del ventilador. La velocidad del ventilador se controla por un módulo PWM (modulación de amplitud de pulso).

## Control de Ventilador de Enfriamiento

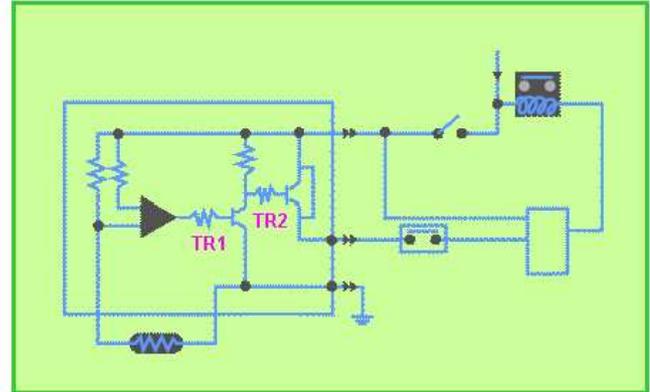
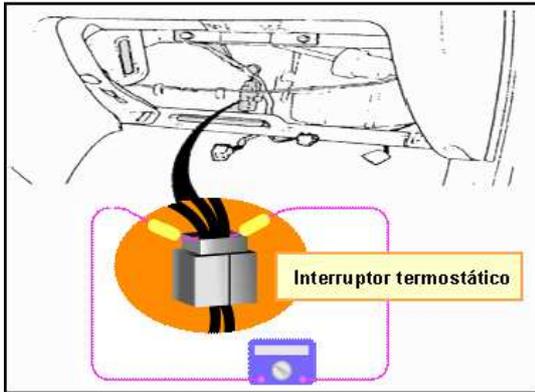
Presión del aire acondicionado	On
Media 1	12.0kgf/cm <sup>2</sup>
Media 2	15.5kgf/cm <sup>2</sup>



Int. A/C	Sensor de presión	Velocidad del vehículo (KPH)	Temperatura del refrigerante del motor (°C)								
			-30	82	94	96	98	101	103	105	109
OFF	-	V < 45	10		35	40	50	60	70	80	90
		45 ≤ V < 80	10								
		80 < V	10								
NO	Presión < Media 1	V < 45	10	30	35	40	50	60	80	90	
		45 ≤ V < 80	10								
		80 < V	10								
	Media 1 ≤ Presión < Media 2	V < 45	70								
		45 ≤ V < 80	10	40		50	60				
		80 < V	10								
Media 2 ≤ Presión	Todas	90									

La velocidad del ventilador de enfriamiento es controlada por el módulo de control PWM de acuerdo con las señales del ECM o PCM. Una relación de trabajo de 10% significa que el ventilador está apagado, 90% significa funcionamiento a plena velocidad. El control es con menos pasos desde cero a plena velocidad. El control se realiza de acuerdo a varios parámetros. Estos son: temperatura del refrigerante del motor, interruptor AC, sensor APT, Velocidad del vehículo. La velocidad actual del ventilador depende de las condiciones de funcionamiento y la función correcta puede determinarse mediante utilizar la carta.

## Interruptor Termóstático



Cuando la resistencia (la temperatura de evaporación) en el termistor aumenta.

TR1 "ON" → TR2 "ON" → Interruptor térmico "ON"

Cuando la resistencia (la temperatura de evaporación) en el termistor disminuye.

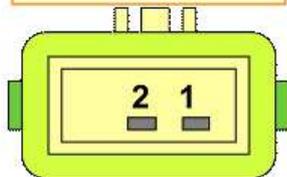
TR1 "OFF" → TR2 "OFF" → Interruptor térmico "OFF"

En ambos sistemas (TXV y CCOT) se encuentra el Interruptor Termostático. La función del interruptor termostático es prevenir el congelamiento del evaporador. Si la temperatura de las aletas del evaporador es menor que 0.5°C, el compresor se apaga.

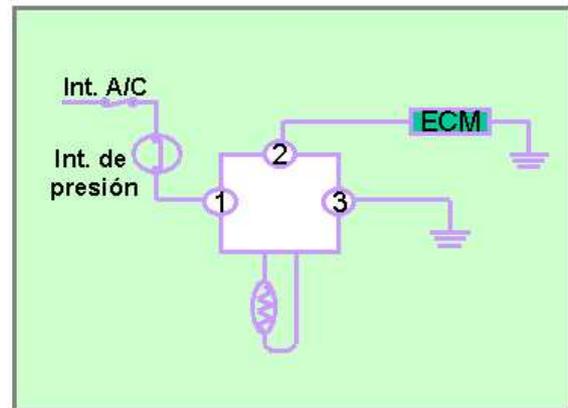
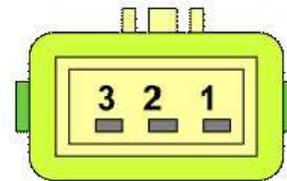
## Sensor / Termistor de Aleta



**Sensor de aleta :  
FATC**

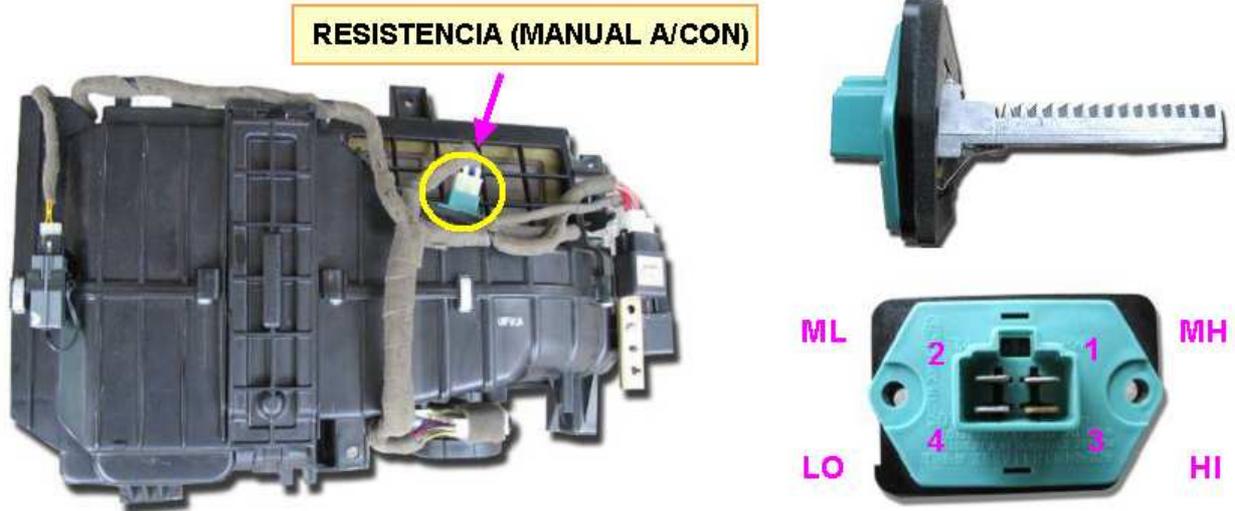


**Termistor : Manual A/CON**



Un Termistor o sensor de aleta esta instalado para prevenir el congelamiento del evaporador. Eléctricamente el Termistor esta instalado en la línea del embrague del compresor. Este se abre o cierra de acuerdo con la temperatura del evaporador, con lo cual enciende y apaga el compresor. El compresor se apaga a aproximadamente 0.5 grados y vuelve a encenderse a aproximadamente 3 grados. Para valores exactos, es necesario referirse al Manual de Servicio correspondiente. El sensor de aleta no se enciende y apaga, pero cambia su resistencia de acuerdo con la temperatura del evaporador. Este cambio de resistencia es utilizado por la unidad de control para decidir si enciende o apaga el compresor. Para información de la resistencia de acuerdo con la temperatura referirse al Manual de Servicio.

## Control de Velocidad del Motor del Ventilador



De acuerdo con la posición del interruptor del ventilador, diferentes terminales están provistos con energía. Como sus resistencias efectivas difieren también varía el voltaje de salida y en consecuencia la velocidad del ventilador. Nota: El control de la velocidad del ventilador para FATC esta cubierto en la sección FATC.

## Mantenimiento y Seguimiento Búsqueda de Fallas

Aunque no es una parte sustancial del esquema de mantenimiento y muchas personas piensan que no es necesario el mantenimiento de un sistema de aire acondicionado, se puede recomendar un servicio regular como sigue:

Cada 12 meses

### Revisión visual

- Revisión de las correas conductoras
- Revisión por daño y suciedad en el condensador
- Revisión por filtraciones en el sistema (UV)
- Revisión de la cantidad de refrigerante (tubo indicador)

### Revisión funcional

- Revisión de valores en el lado de alta y baja presión
- Revisión de temperatura en la salida central de aire
- Revisión de los puntos on /off del interruptor del compresor
- Revisión del ventilador del condensador
- Revisión del control de aire y sistema de recirculación

Adicionalmente cada 24 meses:

- Cambio del Secador/Acumulador
- Llenar hasta la cantidad correcta de refrigerante

Tómese en cuenta que el sistema de aire acondicionado puede perder hasta un 15% de refrigerante por año y que el límite promedio de funcionamiento es alrededor del 60% del grado de llenado. La mantención del sistema de aire acondicionado también puede disminuir el consumo de combustible. Ya que este influye por ejemplo en el tiempo de funcionamiento del compresor. ¡Nótese que un compresor roto puede requerir el cambio del receptor/secador debido a la contaminación de partes metálicas, etc y que un condensador roto etc puede requerir el cambio del receptor/secador debido a mucha humedad!.

## Filtro de Polen



**Nota: ¡Asegurarse de que la flecha en el filtro apunta hacia el lado del núcleo del evaporador!**

La finalidad del elemento de filtro de aire es remover el polvo y el olor. El periodo de reemplazo del filtro es 5.000 – 12.000 km, dependiendo de las condiciones ambientales. Téngase en cuenta de que un filtro obstruido influirá en la eficiencia del enfriamiento y el calentamiento y puede ser una causa de alergia. Para reemplazar el filtro: remover la guantera. Remover la parte bloqueada de la cubierta del filtro de aire.

## Precauciones de Seguridad



Si el líquido refrigerante golpea la cara, puede producirse una quemadura por frío. Siempre debe ejercerse cuidado cuando se manipula el refrigerante. Siempre debe utilizarse guantes.



**DEBE** utilizarse protección apropiada para los ojos cuando se manipula el refrigerante debido a su baja temperatura de evaporación.



Si se permite al Refrigerante entrar en contacto con una llama o algún metal muy caliente se formara gas fosgeno. El gas fosgeno es venenoso y puede ser muy peligroso.

El refrigerante puede hacer enfermar a una persona cuando lo inhala, aun si se inhala solo una pequeña cantidad a la vez sobre un periodo de tiempo, este se acumulara y puede resultar en una condición toxica. El líquido refrigerante podría golpearlo en algún lugar del cuerpo, siga los procedimientos que se describen. Aplicar agua fría para elevar la temperatura y aplicar gelatina de petróleo limpia. Si el líquido refrigerante alcanza los ojos, el globo del ojo puede congelarse lo que puede causar ceguera. Si el líquido refrigerante llegara a alcanzar el ojo, no debe frotarse. Siga estas instrucciones: aplicar grandes cantidades de agua fría para elevar la temperatura. Aplicar gelatina limpia de petróleo al ojo para evitar la infección. Cubrir el ojo con un parche para evitar la posibilidad de ingreso de polvo al ojo. Visitar al doctor y hospital para inmediata ayuda profesional. No intente tratarlo usted mismo.



**Sobre 54°C el refrigerante líquido llenara completamente un depósito y se producirá presión rápidamente con cada grado de aumento de temperatura.**



**Nunca debe aplicarse llama directa al cilindro del refrigerante o contenedor. Nunca debe ubicarse un calefactor de resistencia eléctrica cerca o en contacto directo con un contenedor de refrigerante.**

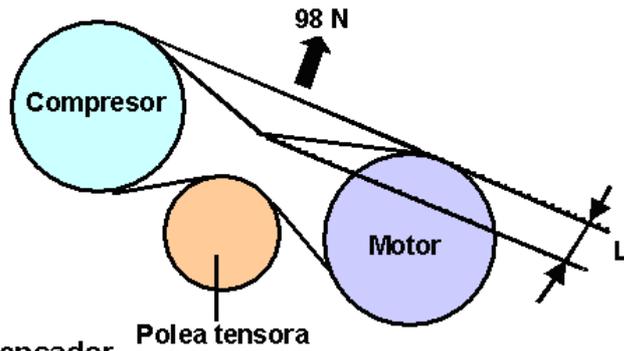


**No abusar de un cilindro o contenedor de refrigerante.**

Nunca debe calentarse un cilindro de refrigerante sobre 52°C, debido a que este puede explotar. Utilizar una llave de válvulas aprobada para abrir y cerrar las válvulas y evitar el daño. Asegurar todos los cilindros en posición vertical para almacenamiento y retiro del refrigerante. Para información completa acerca de las advertencias de seguridad referirse al Manual de Servicio.

## Revisiones Preliminares

Correa nueva	5-5.5mm
Correa usada	6-7mm
Después de conducir	~ 8mm



### Funcionamiento del ventilador del condensador

Llave de encendido	Interruptor A/C	Sensor ECT	Cond. del Vent.
ON	ON	--	ON
	OFF	bajo 107°C	OFF
		sobre 107°C	ON
OFF	--	--	OFF

La revisión preliminar incluye una inspección visual del sistema. Revisar las aletas del condensador por daño o bloqueo. Asegurarse de que la correa conductora esta correctamente instalada y comprobar su tensión. Si no se mantiene la tensión apropiada, el deslizamiento de la correa reducirá en gran manera el desempeño del sistema de aire acondicionado y la vida útil de la correa. Revisar/ajustar la correa conductora del aire acondicionado al momento de la preparación de un automóvil nuevo. Revisar la tensión de la correa conductora a intervalos regulares de servicio y ajustar según sea necesario. Luego encender el motor, encender el interruptor del AC y revisar que el AC funciona en cada posición del interruptor del ventilador excepto la posición 0. Revisar el funcionamiento del embrague magnético. Comprobar si las RPM en ralentí aumentan cuando se conecta el embrague magnético. Comprobar el correcto funcionamiento del ventilador del condensador.

NOTA: Las condiciones pueden variar dependiendo del modelo. Es necesario referirse al Manual de Servicio.

## Mal Olor



En ocasiones los clientes reclaman por “mal olor” cuando encienden el aire acondicionado. La razón son bacterias, que se producen en las espirales del evaporador. Si el aire acondicionado no se utiliza regularmente, estas bacterias se producen mucho más rápido. La presencia de estas bacterias en el aire puede causar reacciones alérgicas. Si un cliente reclama por mal olor del aire acondicionado, es recomendable limpiar el evaporador mediante utilizar un limpiador de sistemas de aire acondicionado.

## Detector de Filtraciones y Prueba de Filtraciones



**Nota: El refrigerante es más pesado que el aire, por lo que debe revisarse para filtraciones desde la parte superior del sistema hacia abajo.**  
**Nota: La humedad en la boquilla puede provocar una falsa alarma**

\* Todos los dispositivos y herramientas en esta diapositiva no son oficialmente sugeridos por KMC, solamente para fines de entrenamiento.

Introducción "ROBIN AIR LEAK DETECTOR 16500". El detector de filtraciones se utiliza para detectar filtraciones en los sistemas de aire acondicionado. Este incorpora un interruptor de selección de sensibilidad que permite utilizarlo en sistemas de aire acondicionado CFC y HFC. Puede detectar pérdidas tan pequeñas como aproximadamente 14.15 gramos por año. ON/OFF y BALANCE: el mismo control enciende la unidad y permite controlar la sensibilidad mediante eliminar la contaminación de fondo para encontrar las pérdidas con facilidad.

INDICADOR VISUAL DE FILTRACIONES: los 10 LED se encienden para mostrar niveles crecientes de concentración, un LED indica que una cantidad mínima de refrigerante llega al sensor, mientras que los 10 indican una gran filtración o concentración.

INDICADOR DE BATERÍA BAJA: si solamente esta encendido el LED superior, deben reemplazarse las baterías.

INDICADOR AUDIBLE DE FILTRACIÓN: El sonido de funcionamiento normal es un sonido "tic" estable cuando se mueve el probador cerca de la filtración, el tono cambiara a un sonido "tic" más rápido y luego a un sonido de alarma.

VOLUMEN: permite ajustar la señal audible de filtración.

NIVEL DE SENSIBILIDAD: puede utilizarse para un amplio rango de refrigerantes, debe seleccionarse el nivel correcto de sensibilidad. Utilizar estos ejemplos como una pauta:

Nivel 1 CFC + HCFC tal como R-12 R-22 R-500 R-502

Nivel 2 HFC como R-134a HP 62 AC9000 AZ 20 AZ 50

NOTA: Un medidor de filtración de gas diseñado solamente para sistemas R-12 no puede ser utilizado para detectar pérdidas o filtraciones de gas R-134a debido a su sensibilidad insuficiente.

El nuevo medidor de filtraciones introducido, tiene una mayor sensibilidad y puede utilizarse para ambos refrigerantes, R-12 y R-134a.

El sistema puede que no muestre filtraciones cuando se prueba con un detector con alta Sensibilidad, idealmente de 0.45kg en 32 años. Excepciones son la mirilla del receptor/secador y retirar el tapón de las válvulas, se pueden mostrar muchas filtraciones cuando se prueba con un detector con sensibilidad de 0.45kg en 15 años (¡Todas los valores para R12!)

### Precauciones de Seguridad



No fumar mientras se realizan pruebas de fugas.



El área de revisión debe estar bien ventilada, pero libre de corrientes de aire.

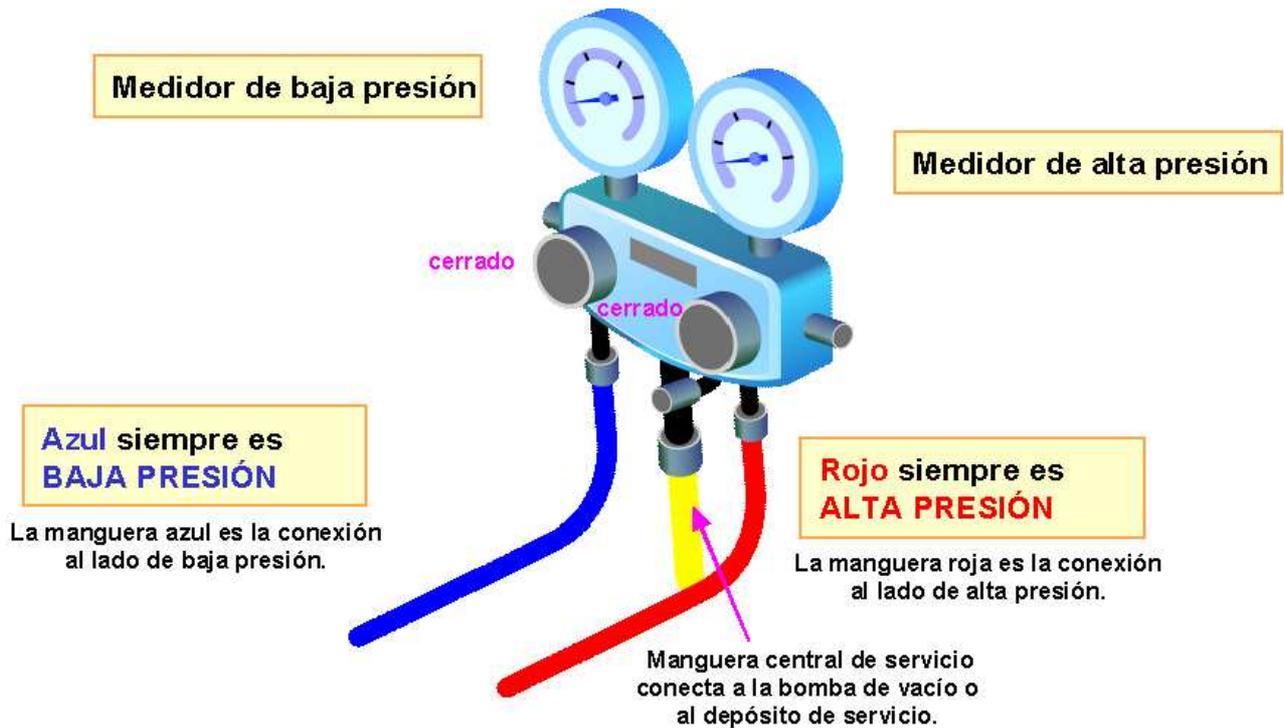
1. Girar el interruptor a la posición ON
2. Selecciona el nivel de sensibilidad mediante deslizar el interruptor a la posición "1" ó "2".
3. Ajustar el Balance: girar el control de BALANCE hasta que pueda oírse un fuerte sonido de alarma, luego gírelo hacia abajo hasta que se oiga un sonido "tic" bajo y estable.
4. Iniciar la búsqueda de la filtración. La relación recomendada de búsqueda es 2 a 5 cm por segundo con el extremo sensible lo mas cerca posible que esta siendo revisada pero sin tocarla.
5. Para determinar con precisión una filtración, es necesario ajustar el balance. Al estar cerca de una concentración de refrigerante, sonara el tono de alarma. Mantener el probador en la misma posición y girar el control de balance hacia abajo hasta que pueda oírse nuevamente el sonido "tic". Luego continuar con la búsqueda por filtraciones. Debe rebalancearse la unidad varias veces si existe una gran filtración y se a acumulado refrigerante.
6. Si se encuentra mas de una filtración o si se sospecha que hay mas de una, reparar primero la mayor para poder identificar con precisión la más pequeña fácilmente. Seguir los pasos descritos para desarrollar una prueba por filtraciones en un sistema completamente vacío: acoplar una estación de servicio de aire acondicionado al sistema y cargarlo con aproximadamente 100kPa. (¡Téngase en cuenta que esto no esta permitido en todos los países, es necesario referirse a las regulaciones locales!). Revisar el sistema por perdidas utilizando el detector de filtraciones. Si se encuentran filtraciones que requieran que el sistema sea abierto (para reparar o reemplazar mangueras, uniones, etc) remover alguna carga en el sistema de acuerdo al procedimiento de descarga. Si se a detectado una filtración de gas, proceder como sigue: revisar el torque en el racor de conexión y si es necesario, apretar al torque apropiado y volver a revisar. Si la filtración continúa aún después de haber reapretado el racor, descargar el refrigerante del sistema, desconectar el racor y revisar el asiento por daño. Reemplazar el racor aun si el daño es leve. Después de haber revisado y eliminado las filtraciones, el sistema debe ser evacuado para remover la humedad.

## Revisión de Filtraciones con Fluorescente



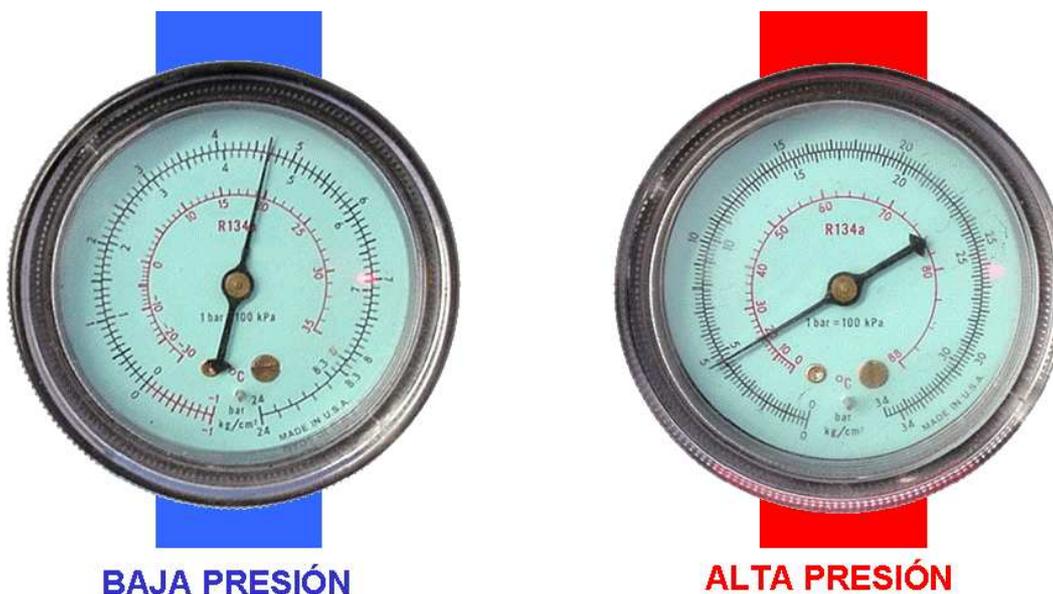
Otro método para la detección de filtraciones es agregar un aditivo especial al refrigerante, el que puede ser detectado utilizando una lámpara especial. Para una visibilidad máxima, ejecutar la prueba en un área oscura. La fluorescencia puede ser brillante o débil, dependiendo de la cantidad de agente fluorescente presente. Debe tenerse cuidado para distinguir la fluorescencia desde el reflejo de luz azul en la superficie del metal. Tómese en cuenta que después de detectada la filtración y reparada, el área debe limpiarse para evitar que en una ocasión posterior el líquido viejo pueda conducir a una diagnóstico erróneo por filtración. Inyector del fluido: su finalidad es inyectar el Aceite/Fluido para fugas al sistema.

## Conjunto Básico de Medidores



Una vez que se ha conectado el conjunto de medidores al sistema, se está en condición de diagnosticar con precisión un problema interno en el sistema, sin depender de las conjeturas. Los medidores son las herramientas de diagnóstico más importantes y el saber interpretar lo que ellas indican es la clave para una búsqueda de fallas precisa y rápida del sistema. Los indicadores de prueba que se muestran en las siguientes páginas están para ser utilizados como ejemplos típicos de problemas comunes que es necesario diagnosticar. La variedad de equipos y condiciones pueden hacer que las lecturas de los medidores sean diferentes a las mostradas en esta sección.

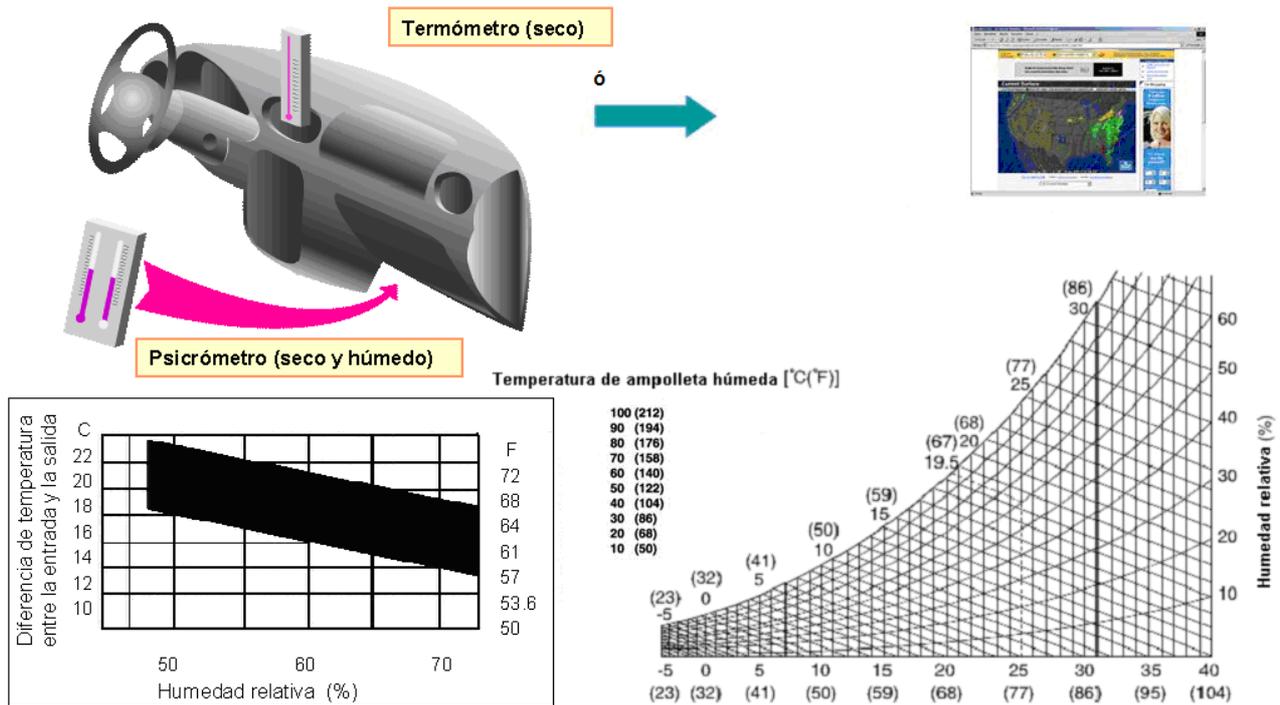
El conjunto de múltiple de medidores es la herramienta más importante utilizada para dar servicio a los sistemas de aire acondicionado. El conjunto de múltiples de pruebas se utiliza para determinar la presión de los sistemas alto y bajo, la carga correcta del refrigerante y eficiencia de funcionamiento. Está diseñado para leer tanto el lado de alta y de baja al mismo tiempo, por que estas presiones deben ser comparadas una con otra para determinar el correcto funcionamiento del sistema. Debido a los diferentes diseños y modelos de equipamiento disponible será imposible de escribir la operación de cada uno, de modo que nos concentraremos en el conjunto básico de medidores y las lecturas que son universales. Antes de intentar utilizar algún cargador de gas o equipamiento de prueba, es necesario familiarizarse completamente con las instrucciones de operación del fabricante. Referirse al Manual de Servicio y al Manual del Propietario de los medidores.



**Medidor del Lado de Baja:** este medidor tiene una esfera que lee desde 0 a 24 bars en sentido del reloj y desde 0 a -1 bar (escala de vacío) en sentido contrario al reloj. También puede observarse una escala de temperatura, que lee desde -30 a +35°C. Este medidor del lado de baja es llamado un “Medidor Compuesto” y tiene la finalidad de indicar tanto presión como vacío. Este medidor se utiliza para medir la presión de salida del evaporador.

**Medidor del Lado de Alta:** este medidor tiene una esfera que lee desde 0 a 34 bars en sentido del reloj. También se puede observar una escala de temperatura, con lecturas desde 0 a +88°C. El medidor del lado de alta es solamente un medidor de presión. Se hace referencia a todas las presiones mayores a la presión atmosférica como presión atmosférica y todas las presiones bajo la presión atmosférica como un vacío. La presión cero permanecerá en cero prescindiendo de la altitud.

## Revisión de Desempeño



### Prueba de desempeño

Conectar los medidores, abrir todas las puertas, poner la refrigeración a máximo enfriamiento y el ventilador a su máxima velocidad y correr el motor a 2000 rpm. Las lecturas de los medidores son el principal indicador de las condiciones de funcionamiento del sistema, pero como la eficiencia del sistema esta influenciada por la temperatura ambiente y la humedad relativa, esos valores también deben medirse. Poner un termómetro en la salida de aire frío y medir la temperatura del aire enfriado. Utilizar un sicrómetro (seco y húmedo) para determinar la humedad relativa (o utilizar un dispositivo que indique directamente la humedad). Medir la temperatura ambiente cerca del condensador y calcular la diferencia entre las temperaturas de entrada y salida. Comprobar que la intersección de la humedad relativa y la diferencia de temperatura esta dentro del área sombreada. Si este es el caso el desempeño del enfriamiento es suficiente. Para estabilizar el sistema: operar el sistema bajo estas condiciones por 5-10 minutos y el sistema estará estabilizado y preparado para lecturas de prueba.

## Descarga y Adición de Refrigerante

Las regulaciones o leyes para la protección del medio ambiente requieren que la descarga del refrigerante sea realizada por un técnico autorizado utilizando solamente un sistema de recuperación y/o reciclaje. No debe descargarse el refrigerante a la atmósfera.

Cuando se descarga el sistema refrigerante, siempre deben seguirse las instrucciones del fabricante del sistema de recuperación o reciclaje.

El acondicionador de aire debe tener una carga completa de refrigerante antes de ejecutar una prueba exacta del sistema.

Una carga insuficiente es indicada por lecturas de registro del lado de alta o de baja inferiores a lo normal.

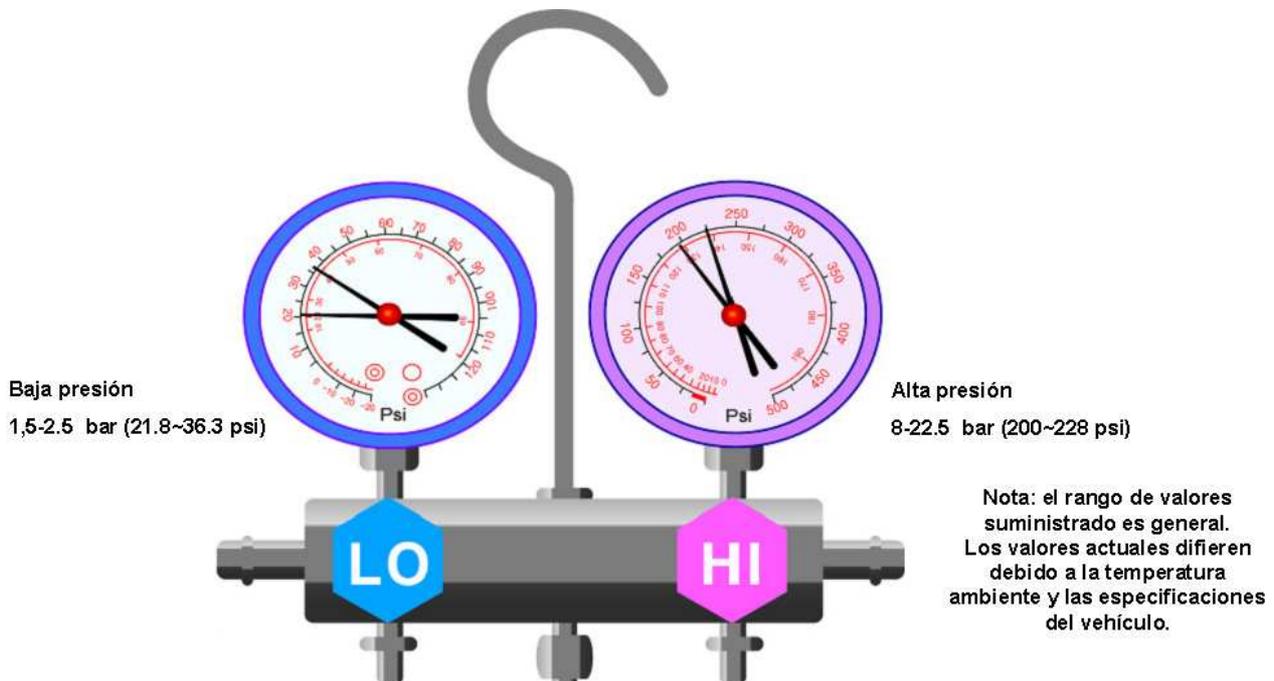


**No abrir la llave manual del lado de alta mientras el sistema de aire acondicionado esta en funcionamiento. Bajo ninguna circunstancia debe hacerse esto. Si la llave de alta presión fuera abierta mientras el sistema esta funcionando, el refrigerante a alta presión será forzado a través del medidor de alta presión y al deposito del refrigerante si estuviera conectado. Esta alta presión puede romper el deposito o posiblemente reventar el racor en la válvula de seguridad del deposito, resultando en daño serio (incluyendo lesiones)**

Si se indica una baja carga de refrigerante en los datos de prueba preliminares, debe agregarse una carga parcial de refrigerante para conseguir una carga suficiente en el sistema donde pueda conducirse una prueba precisa y significativa. Esta carga parcial de refrigerante puede realizarse durante el tiempo en que el sistema esta siendo estabilizado. El procedimiento para agregar una carga parcial se explica mas adelante en el texto. Téngase en cuenta que puede producirse alguna perdida de refrigerante durante el año y que esta se reconoce como normal. La vibración, porosidad de las mangueras y la construcción general del sistema hacen al sistema prácticamente imposible a prueba de filtraciones. El reemplazo de esta carga parcial de refrigerante constituirá mucho del tipo de servicio rápido de trabajo en el aire acondicionado con el que se tendrá contacto.

Agregando Refrigerante: si el contenedor con refrigerante no esta actualmente conectado a la manguera central del conjunto múltiple de medidores debe conectarse. Soltar la conexión de la manguera central en el múltiple de medidores, abrir la válvula del depósito por varios segundos para purgar el aire desde la manguera central, luego apretar la conexión de la manguera y cerrar la llave. Encender el motor y hacer funcionar el aire acondicionado. Con el sistema funcionando, abrir suavemente la llave de mano del medidor del lado de baja para permitir el ingreso de refrigerante al sistema. El lado de baja del sistema es el lado de succión y el compresor arrastrara refrigerante desde el depósito al sistema. Con el contenedor del refrigerante en posición de aumento de vapor, agregar refrigerante hasta que las lecturas del medidor son normales. Nunca debe girarse el depósito a una posición donde el líquido refrigerante fluya al lado de baja del sistema. Cerrar la válvula manual del lado de baja del múltiple y las válvulas del depósito del refrigerante. Continuar con el sistema funcionando y revisar para una carga normal de refrigerante. No sobrellenar. Téngase en cuenta que actualmente la carga se ejecuta con dispositivo especial de reciclaje, el que permite vaciar completamente el sistema y recuperar el refrigerante si es posible llenar el sistema precisamente con la cantidad especificada.

## Evaluación del Sistema por los Medidores de Presión: Condición Normal



Si el sistema está en buena condición, el lado de baja presión está entre 1.5 – 2.5 bars y el lado de alta presión está de 8-22.5 bars. Actualmente el conjunto de medidores está normalmente incorporado a la estación de servicio, pero el uso de ellos permanece igual al de los separados.

## Baja Carga de Refrigerante



Síntoma: Enfriamiento insuficiente

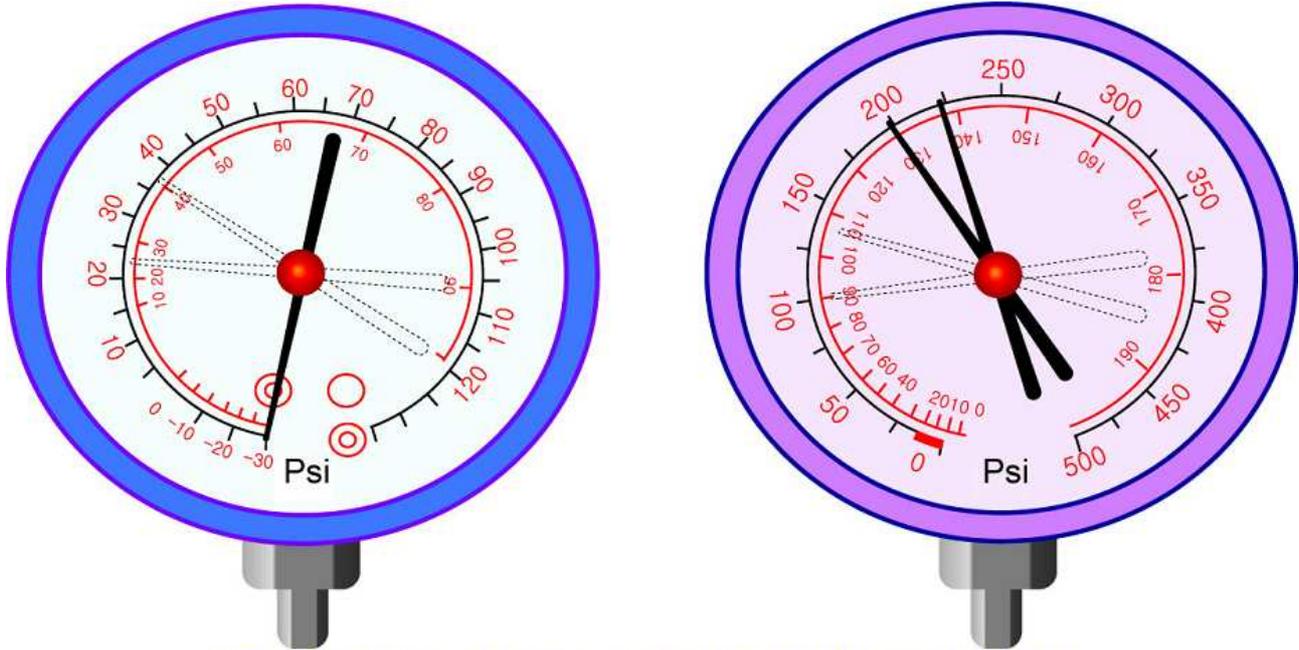
Diagnóstico: Cantidad insuficiente de refrigerante / filtración.

Mantener en mente: una cierta cantidad por año puede perderse a través de las mangueras etc.

¡Es necesaria la prueba por filtraciones!. Causa posible: Filtración de gas desde el sistema AC.

Corrección: Si el funcionamiento del compresor se detiene debido a baja presión, rellenar el refrigerante y luego realizar una prueba por filtraciones. Descargar el refrigerante del sistema si es necesario para reemplazar unidades o líneas. No olvidar revisar el nivel de aceite del compresor. El sistema puede haber perdido aceite debido a la filtración de refrigerante.

## Humedad en el Sistema



Medidor del lado de baja – a veces normal, a veces vacío

Medidor del lado de alta – a veces normal, a veces bajo

Síntoma: En ocasiones el enfriamiento es normal y en ocasiones es insuficiente (alternativamente)

Diagnóstico: Humedad en el sistema Causa posible: Secador en estado sobresaturado

Corrección: Reemplazar el secador y remover la humedad en el sistema mediante la evacuación.

## Aire en el Sistema



Síntoma: Enfriamiento insuficiente

Diagnóstico: Presión muy alta en ambos lados, alto y bajo, las tuberías del lado de baja están calientes. La presión en el lado de alta es sobre 1 bar más alta que si fuera comparada con la presión de saturación que corresponde a la temperatura de salida del condensador.

Causa posible: Aire en el sistema. Corrección: Vaciar el sistema, evacuar el sistema, revisar por pérdidas y rellenar.

## Obstrucción del Secador



Síntoma: Enfriamiento insuficiente

Diagnóstico: Ambas presiones son bajas y la diferencia de temperatura entre la entrada y salida del secador es superior a 5°C. Puede ser que la tubería después del secador esta congelada.

Causa posible: Secador obstruido Corrección: Reemplazar el secador.

## Válvula de Expansión Atascada en Condición Cerrada



Síntoma: Descarga de Aire- Levemente Fría, Válvula de expansión- Húmeda o congelada

Diagnóstico: válvula de expansión atascada en condición cerrada, rejilla tapada, mal funcionamiento del bulbo sensitivo.

Corrección y prueba: Si la entrada de la válvula de expansión esta fría al tacto, proceder como sigue: poner el aire acondicionado en enfriamiento máximo y operar el sistema. Atomizar líquido refrigerante en la cabeza de la válvula o en el tubo capilar. Observar la lectura del medidor del lado de baja. El medidor del lado de baja debe caer en vacío.

NOTA: Esta prueba no es posible en algunos vehículos si la válvula de expansión o el tubo capilar no son accesibles. Si se obtiene una lectura de vacío en el lado de baja, calentar la cámara del diafragma de la válvula de expansión con la mano, entonces repetir el paso de prueba (b)

Tipo de equalización externa: si la prueba de la válvula de expansión indica que el funcionamiento de la válvula es satisfactorio, limpiar la superficie de contacto de la tubería de salida del evaporador y el bulbo sensible de temperatura. Si la entrada de la válvula de expansión muestra humedad o congelamiento, proceder como sigue: Descargar el sistema, desconectar la línea de entrada a la válvula de expansión y remover e inspeccionar la rejilla, limpiar y reemplazar la rejilla y recolectar la línea de entrada. Desarrollar el procedimiento de prueba. Si la prueba de la válvula de expansión (step1) indica que la válvula esta defectuosa, proceder como sigue: descargar el sistema, reemplazar la válvula de expansión y desarrollar el procedimiento de prueba.

## Válvula de Expansión Atascada en Condición Abierta



Síntomas: Enfriamiento insuficiente, Evaporador- Húmedo o congelado

Diagnóstico: Válvula de expansión atascada en condición abierta, revisar por la válvula de expansión atascada en condición abierta o montaje incorrecto del bulbo sensible a la temperatura como sigue: poner el sistema de aire acondicionado a máximo enfriamiento y operar el sistema. Atomizar líquido refrigerante en la cabeza de la válvula o en el tubo capilar. Observar la lectura del medidor del lado de baja. El medidor del lado de baja debe caer en vacío. Si se obtiene una lectura de vacío en el lado de baja, calentar la cámara del diafragma de la válvula de expansión con la mano, luego repetir el paso de prueba.

Tipo de ecualización externa: si la prueba de la válvula de expansión indica que el funcionamiento de la válvula es satisfactorio, limpiar la superficie de contacto de la tubería de salida del evaporador y el bulbo sensible de temperatura.

Corrección: si la prueba de la válvula de expansión indica que la válvula esta defectuosa, proceder como sigue: Descargar el sistema, reemplazar la válvula de expansión, asegurarse que todos los contactos están limpios y seguros. Luego evacuar es sistema y recargarlo, luego comprobar el desempeño.

## Mal Funcionamiento o Sobrecarga del Condensador



Síntoma. Enfriamiento insuficiente, Líneas del lado de altas – muy calientes

Diagnóstico: Pasaje de aire del condensador obstruido o problema de ventilador

Si la tubería de succión del compresor esta congelada, el sistema puede estar sobrecargado.

Corrección: revisar la correa del ventilador por si esta suelta o gastada, lo que puede afectar adversamente el flujo de aire al condensador.

Revisar el ventilador de enfriamiento (tipo viscoso y eléctrico)

Revisar el condensador por pasajes de aire obstruidos u otras obstrucciones que impidan el flujo de aire a través del condensador. Revisar el montaje del condensador por una separación apropiada del radiador. Revisar el ventilador de enfriamiento por funcionamiento apropiado. Revisar la tapa de presión del radiador por el tipo correcto y funcionamiento apropiado. Después de realizar las correcciones indicadas arriba operar el sistema y comprobar el desempeño.

SI LA CONDICIÓN NO ES CORREGIDA: con el sistema de recuperación simplemente recuperar el refrigerante para observar la cantidad, de otra forma revisar el sistema por sobre carga del refrigerante y corregir como sigue: descargar el refrigerante hasta que ambos, los medidores del lado de alta y de baja muestren lecturas bajo lo normal. Agregar refrigerante hasta que las presiones son normales, entonces agregar 50g – 100g adicionales de refrigerante. Operar el sistema y comprobar el desempeño.

SI LAS LECTURAS DE LOS MEDIDORES TODAVÍA SON MUY ALTAS:

Descargar el sistema, remover y revisar el condensador para asegurarse del flujo libre del refrigerante o reemplazar el condensador. Reemplazar el receptor-secador, evacuar el sistema, cargar el sistema y comprobar el desempeño.

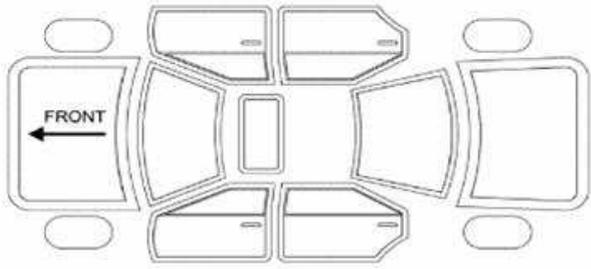
## Mal funcionamiento del Compresor



Síntoma: Enfriamiento insuficiente

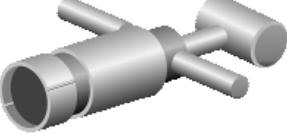
Diagnóstico: Presión muy alta en el lado de baja y muy baja en el lado de alta. Es posible que haya congelamiento en las tuberías de baja presión, el compresor puede estar ruidoso, puede ser que la válvula interna esté rota. Corrección: reparar o reemplazar el compresor. NOTA: si el compresor no es ruidoso con estas condiciones, el problema puede ser la correa conductora del compresor suelta o gastada.

# Cuestionario NVH

<p><b>HYUNDAI</b> <b>CUSTOMER NVH QUESTIONNAIRE SHEET</b></p> <p><b>INSTRUCTIONS:</b> Whenever possible, this questionnaire should only be filled out by NVH trained technicians with the PRIMARY driver of the vehicle. Do not leave any blank spaces. If the question does not apply to this vehicle/driver, fill in the blank with N/A. Be sure the customer is aware the best way of ensuring the reported condition is repaired is with accurate and complete information about the condition. If the condition can't be duplicated, it can't be diagnosed.</p> <p><b>CUSTOMER INFORMATION:</b> Name: _____ Date: ____/____/____ Business Hours Phone # (____) _____ (ext) _____ RO #: _____ Is this person the primary driver? Yes ___ No ___</p> <p><b>VEHICLE INFORMATION:</b> Model: _____ Year: _____ Mileage: _____ VIN: _____ Production Date: ____/____/____</p> <p>Has the vehicle ever been damaged? Yes ___ No ___ If yes, indicate where on the illustration on the reverse side.</p> <p>Is there any relevant service history? (View the History Screen in the DCS) Yes ___ No ___ If yes, where was the work performed? Here ___ Another facility _____ Previous RO# _____ Previous RO Date: ____/____/____</p> <p>Accessories: A/C ___ 4wd ___ High Power Audio ___ Custom Tires/Wheels ___ Spoiler ___ Roof Rack ___ Trailer Hitch ___ Cell Phone ___ GPS ___ Ham Radio ___ Other _____</p> <p>Is vehicle used for towing? Yes ___ No ___</p> <p><b>NVH CONDITION INFORMATION:</b> What is the nature of the condition? Noise ___ Vibration ___ Harshness ___ Is the condition constant? Constant ___ Intermittent ___ When did it start? While in service ___ Since new ___ Gradually ___ Suddenly ___ Other _____</p> <p><b>NOISE:</b> Applicable ___ Not Applicable ___ Describe the noise: Squeak ___ Rattle ___ Wind Noise ___ Other ___ When is the noise the loudest or occurs the most frequently? Mark the location of the noise on the illustration on the reverse side.</p> <p><b>VIBRATION:</b> Applicable ___ Not Applicable ___ Where is it felt? Steering wheel ___ Brake pedal ___ Shifter ___ Console ___ Floor ___ Body ___ Accelerator pedal ___ Seat ___ Mirrors ___ Clutch pedal ___ Instrument panel ___ Other ___ Describe the vibration: Engine Speed Dependent ___ Road Speed Dependent ___ Other _____</p>	 <p><b>HARSHNESS:</b> What type of road do you experience it on? Smooth pavement ___ Rough pavement ___ Dirt/gravel road ___ Other ___ How often do you experience it? _____</p> <p><b>OPERATING CONDITIONS:</b> When does the condition occur? Starting ___ Idling ___ Cruise ___ Coasting ___ Cornering left ___ Cornering right ___ Clutch engagement ___ Deceleration ___ Acceleration ___ Braking ___ Gear shifts ___ Other ___ Vehicle speed (MPH): _____ Engine speed (RPM) _____</p> <p>Accessories in use: HVAC ___ 4wd ___ Audio ___ Other ___</p> <p>Engine temperature: Cold ___ Hot ___ Normal ___</p> <p>Road conditions: Highway ___ City ___ Rural ___</p> <p>Road surface: Asphalt ___ Concrete with expansion joints ___ Dirt/Off road ___ Undulating ___ Pot holed ___</p> <p><b>WEATHER CONDITIONS:</b> Temperature: _____ °F Clear ___ Rain ___ Ice/Snow ___ Wind / Cross Wind ___</p> <p>Please describe how the condition can best be duplicated: _____</p> <p><b>Technician's Comments:</b> _____ _____ _____</p>
---	---

Reclamos por Ruido: si el cliente se queja por ruidos en el sistema A/C, realizar la prueba como se indica: conseguir el máximo de información posible del cliente, utilizar el Cuestionario NVH para el Cliente. Encender el motor, conmutar el AC a ON / OFF, para determinar si esto afecta al ruido utilizar un Estetoscopio para investigar el origen del ruido. Revisar los TSB.

## Herramientas Especiales de Servicio

Herramienta (Número y nombre)	Ilustración	Uso
09495-33000 Extractor del cojinete y engranaje		Remoción de la bobina de campo
09977-34000 Removedor del perno de la placa de presión		Remoción del perno de la placa de presión
09977-33700 Removedor e instalador del sello del eje		Remoción e instalación del sello del eje
09977-33800 Removedor del anillo de retención		Remoción del anillo de retención

Aquí se muestran algunas de las herramientas especiales necesarias. Estas son sólo unos cuantos ejemplos que indican que un servicio profesional (A/C) necesita de las herramientas especiales requeridas

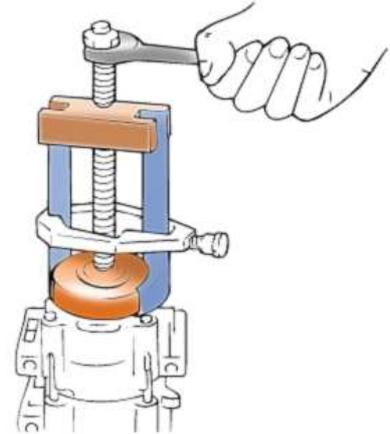
## Desmontaje del Embrague y la Polea

1. Remover el perno de retención del cubo del embrague con la ayuda de una llave fija.
2. Extraer el cubo de embrague. Si el cubo no puede extraerse desde el eje del compresor, atornillar un perno de 8 mm en el orificio del eje del cubo del embrague para forzar el cubo desde el eje.
3. Remover el anillo de retención de la polea y entonces extraer la polea y el cojinete desde el compresor.



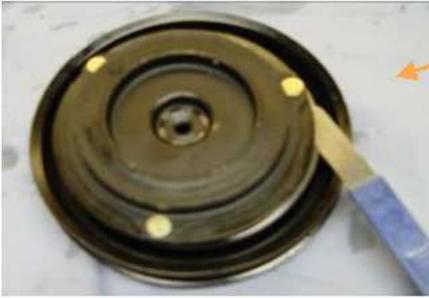
### Bobina de campo del embrague

1. Remover el cubo del embrague y la polea siguiendo el procedimiento dado.
2. Instalar la herramienta protectora del eje en la apertura del compresor.
3. Instalar la polea en el compresor como se indica en la ilustración. Instalar la punta del perno del extractor en la depresión central del eje protector y las tenazas del extractor alrededor del lado trasero de la bobina de campo.
4. Apretar el perno de fuerza con una llave para extraer la bobina suelta desde la cabeza delantera del compresor.



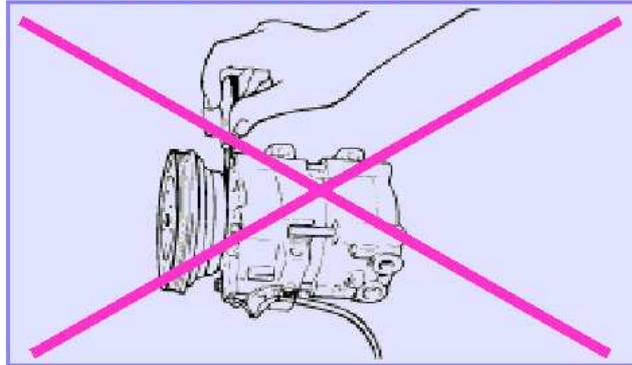
El desmontaje del embrague y la polea es una muestra de un procedimiento que utiliza las herramientas especiales. Siempre es necesario referirse al Manual de Servicio para los procedimientos y herramientas correctas.

## Medición de la Separación



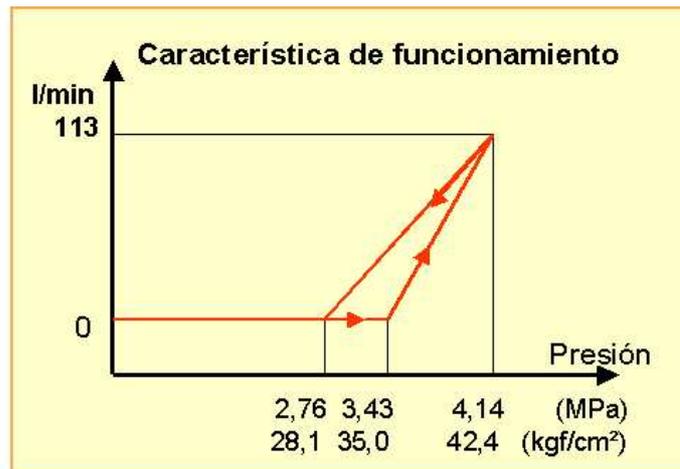
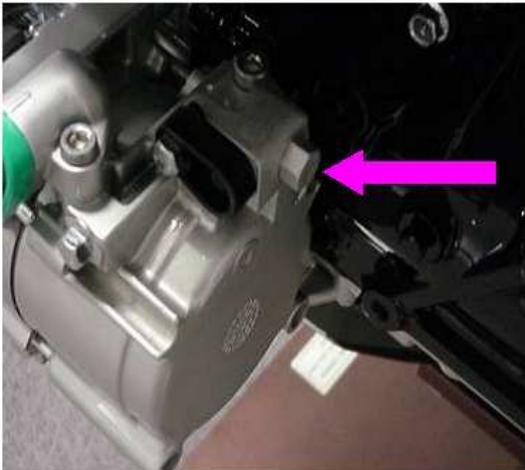
Insertar el calibrador de láminas entre el cubo del embrague y la polea

FIGURA INCORRECTA DEL MANUAL DE SERVICIO



Dependiendo del tipo de compresor y embrague, debe utilizarse un calibrador de laminas para determinar la abertura del embrague o un comparador de esfera (si no puede insertarse un calibrador de laminas). Si no es posible insertar un calibrador de laminas, (por ejemplo, en el compresor HS-11 del modelo Getz [TB]) desarrollar los siguientes pasos: Tomar un comparador de esfera y ubicarlo en el “anillo exterior” del embrague del compresor. Calibrar la esfera del medidor a cero. Aplicar voltaje a la bobina y comprobar la lectura del comparador de esfera. La lectura debe estar dentro de las especificaciones (referirse al Manual de Servicio). *Por Ejemplo, TB: 0.005mm -0.008mm.* Comprobar la holgura en 3 puntos alrededor de la polea. **NOTA:** Cuando se reensambla el conjunto del compresor, limpiar la superficie del cojinete de la polea y el diámetro de prensa de la bobina de la cabeza delantera para remover alguna suciedad o corrosión. Reensamble: después de reensamblar el conjunto del compresor por el procedimiento inverso de desarme dado, comprobar la separación del embrague entre la maza del embrague y el apareamiento de la polea (referirse al Manual de Servicio)

## Válvula de Alivio de Presión



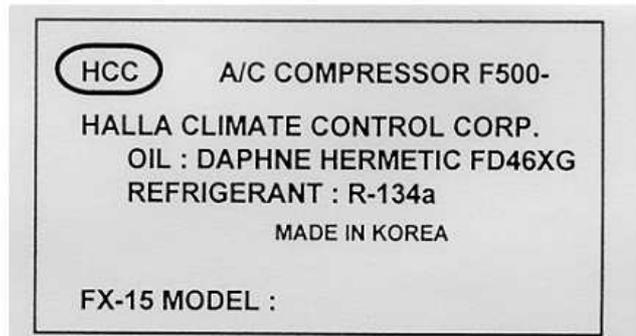
**Si la alta presión en la línea de alta presión es anormalmente alta, el refrigerante es liberado a la atmósfera. El flujo hacia afuera del refrigerante se detiene en el límite mínimo.**

La válvula de alivio de presión del R12 es del tipo perno fundido y parte del secador. En caso de sobre presión todo el refrigerante es liberado a la atmósfera. La válvula de alivio de presión del R134a es del tipo de control de presión por resorte; libera solamente la cantidad en demasía de refrigerante a la atmósfera.

NOTA: si no se elimina la causa cuando la válvula de alivio es activada, esta puede volver a dispararse. Si la válvula de alivio de presión a sido activada por una alta presión a normal, ¡no volver a utilizarla!. En funcionamiento normal, el interruptor de alta presión es activado primero y el compresor se detiene, de forma que la válvula de alivio de presión no se activa fácilmente.

## Especificaciones del Aceite

Aceite	Viscosidad
PAG-46	Baja
PAG-100	Alta
PAG-150	Muy alta



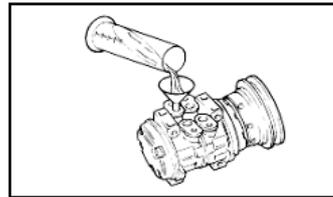
Compresor – Aceite: el aceite utilizado con los sistemas de aire acondicionado R12 es para lubricar las partes móviles. Es un aceite mineral altamente destilado que esta libre de impurezas tales como azufre, cera y humedad. El aceite incorrecto puede resultar en depósitos de cobres y la formación de herrumbre. Desgaste prematuro y destrucción de las partes móviles del sistema podrían ser el resultado. Los sistemas de aire acondicionado R134a utilizan aceites sintéticos especiales para refrigeradores, por ejemplo, Polialkilenglikol (PAG). Estos aceites no pueden utilizarse en los sistemas de aire acondicionado R12, debido a que no tienen una proporción de mezcla con este refrigerante. La circulación del aceite del refrigerador constantemente se mezcla (aproximadamente 20 a 40% dependiendo del tipo de compresor y la cantidad de refrigerante) con el refrigerante en el ciclo y lubrica las partes móviles. Tipos de aceite para el R12: Aceite mineral. Tipos de aceite para el R134a: PAG, Eter. Con el fin de prevenir la carga equivocada de aceite al compresor, los tipos de refrigerante y aceite del compresor apropiados están claramente especificados en la parte del compresor para el R134a. El PAG-46 será reemplazado por el PAG-100 con una mayor viscosidad. NOTA: No almacenar el aceite del refrigerador abierto (Higroscopico) siempre deben mantenerse los depósitos de aceite cerrados. No utilizar aceite de refrigerador viejo (usado).

## Ajuste del Nivel del Aceite

Si se ha instalado un compresor nuevo, ajustar primero la cantidad de aceite de acuerdo con el procedimiento descrito abajo y entonces instalar el compresor.



1. Vaciar el aceite del compresor removido



Drenar la cantidad de aceite calculado de acuerdo con la siguiente formula desde el compresor nuevo y entonces instalar el compresor nuevo.

### Ejemplo:

Cantidad de aceite del compresor nuevo:  $150\text{cm} - X\text{cm}^3 = Y\text{cm}^3$

$Y^3$  = indica la cantidad de aceite en la línea del refrigerante, el condensador, la unidad de enfriamiento, etc.

	Compresor	Condensador	Evaporador
Cantidad de aceite agregado (cc)	Ver arriba	40*	40*

\*¡valores aproximados! ¡Si se ha instalado una manguera nueva, no se requiere aceite adicional!

Revisión del Nivel de Aceite: No hay forma de revisar el nivel del aceite mientras el compresor esta instalado, pero el nivel no debe cambiar durante un servicio normal. Muy poco aceite resultara en una lubricación insuficiente del compresor que puede resultar en atascamiento del compresor. Demasiado aceite conducirá a un desempeño de enfriamiento insatisfactorio del sistema de aire acondicionado (transferencia de calor insuficiente). La presión del compresor aumenta excesivamente, lo que puede conducir a daño. La cantidad requerida de aceite del compresor para lubricación es cargada en el ciclo de aire acondicionado donde este se disuelve en el refrigerante para circular a través del ciclo. Como un resultado el aceite permanecerá en cada componente del ciclo cuando el sistema de aire acondicionado se apague. Durante el reemplazo de las partes mayores, si alguna cantidad de aceite igual a la cantidad que permanece en esa parte no se agrega al ciclo, la cantidad de aceite será insuficiente, conduciendo a una lubricación inadecuada. Por lo tanto, agregar aceite nuevo al compresor en las cantidades indicadas en el Manual de Servicio.

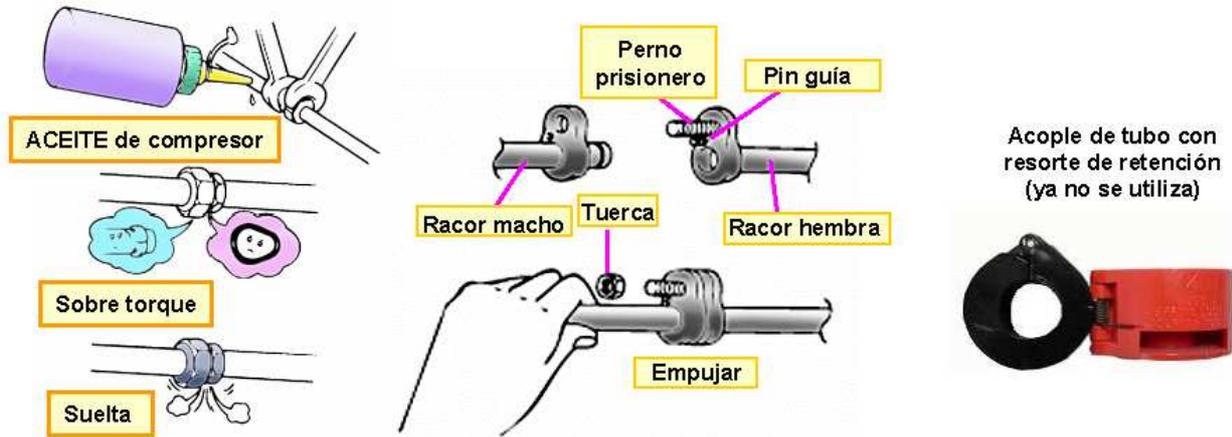
## Conexión de Mangueras y Tuberías

### Acople tipo perno / tuerca

- Lubricar los O-ring de los racores con aceite de compresor para un apriete fácil y prevenir la filtración de gas refrigerante.
- Apretar la tuerca utilizando dos llaves para evitar torcer el tubo.
- Apretar el O-ring del racor al torque especificado.

### Tipo placa con pin guía

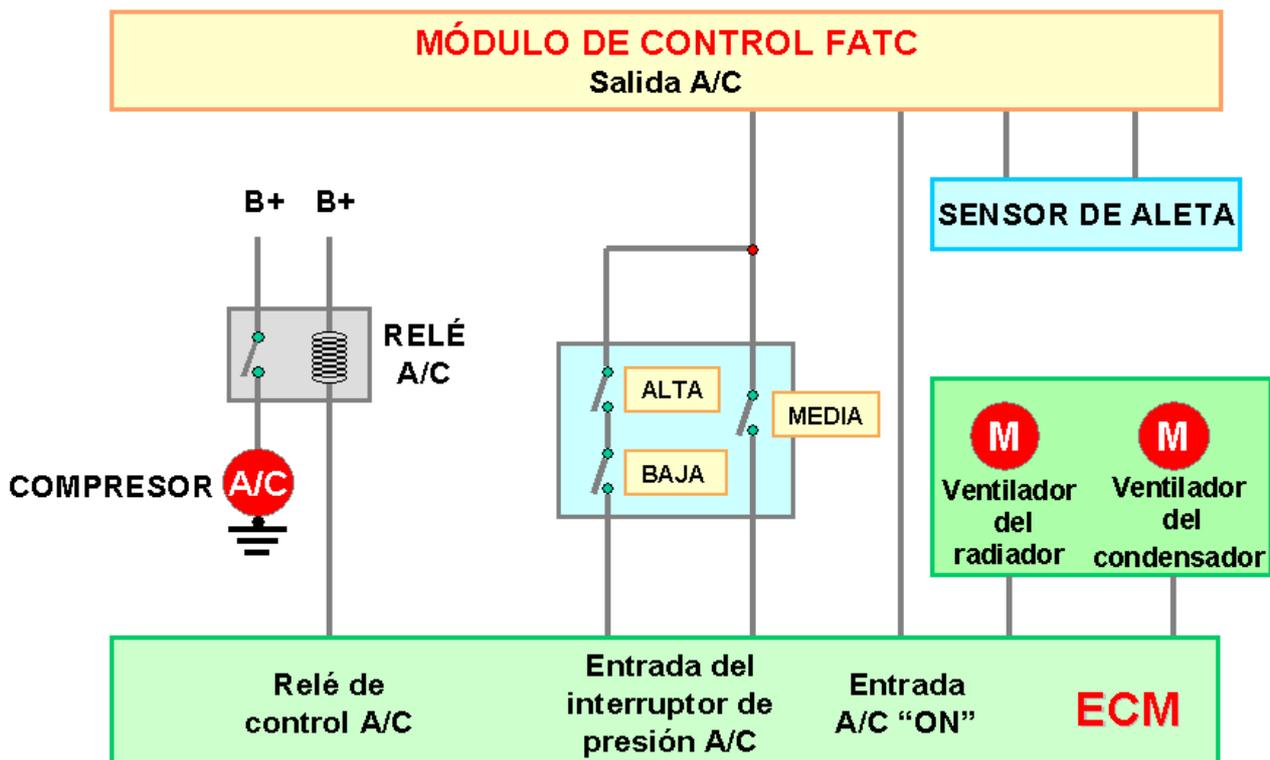
- 1 . Revisar por O-ring faltantes o dañados (Utilizar solamente los especificados) y lubricar con aceite de compresor.
- 2 . Apretar la tuerca o perno mediante empujar la **tubería lateral**.
- 3 . Apretar la tuerca o perno al torque especificado



### Manejo de tuberías y racores

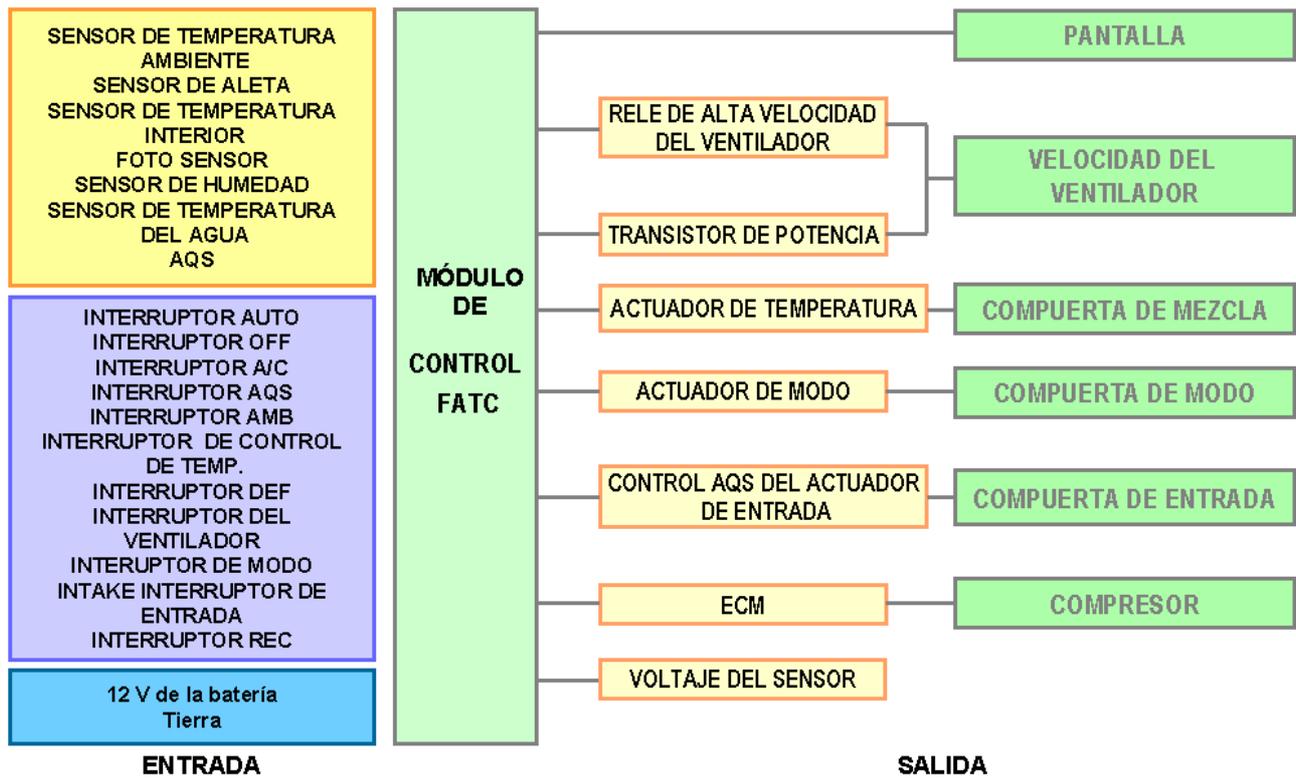
Las partes internas de sistema refrigerante permanecerán en estado de estabilidad química mientras el refrigerante puro libre de humedad y el aceite del refrigerante están circulando. Cantidades anormales de suciedad, humedad o aire pueden descomponer la estabilidad química y causar problemas o hasta daño serio. Deben observarse las siguientes precauciones: cuando es necesario abrir el sistema refrigerante, debe tenerse a mano todo lo necesario para dar el servicio necesario al sistema. No dejar abierto el sistema más tiempo que el necesario, debido a que ingresara humedad al sistema. Tapar o proteger todas las líneas y racores tan pronto como ellas se abren para prevenir la entrada de suciedad y humedad. Todas las líneas y componentes almacenados deben estar tapados o sellados. Nunca debe tratarse de reunir las líneas formadas para acomodarlas. Utilizar la línea correcta para la instalación que se esta atendiendo mantener todas las herramientas limpias y secas. Reemplazar los O-rings y racores por unidades nuevas. Observar el torque de apriete especificado para cada racor. Liberar los conectores bloqueados por resortes: ellos están en posición cerrada con un resorte cargado. Ellos fueron utilizados en los primeros modelos de Lantra (J-1), ya no se utilizan debido a algunos problemas de filtraciones. ¡El aceite refrigerante puede dañar la pintura! No salpicarlo sobre el vehículo, si esto ocurriera accidentalmente limpiarlo inmediatamente.

## Sistema FATC: Control A/C



Cuando el encendido está en posición ON, se aplica voltaje de la batería a la bobina en el lado de control del relé AC. Con el interruptor AC en posición ON, el voltaje desde el Módulo de Control FATC pasa a través de los contactos normalmente cerrados del interruptor triple, entrando así al ECM. Cuando el ECM recibe la señal de AC ON, aplicará una conexión a tierra al lado de control del relé de AC, permitiendo que los contactos del relé se cierren. Ahora el voltaje de la batería pasa a través de los contactos del relé para energizar el ECM y el compresor es accionado.

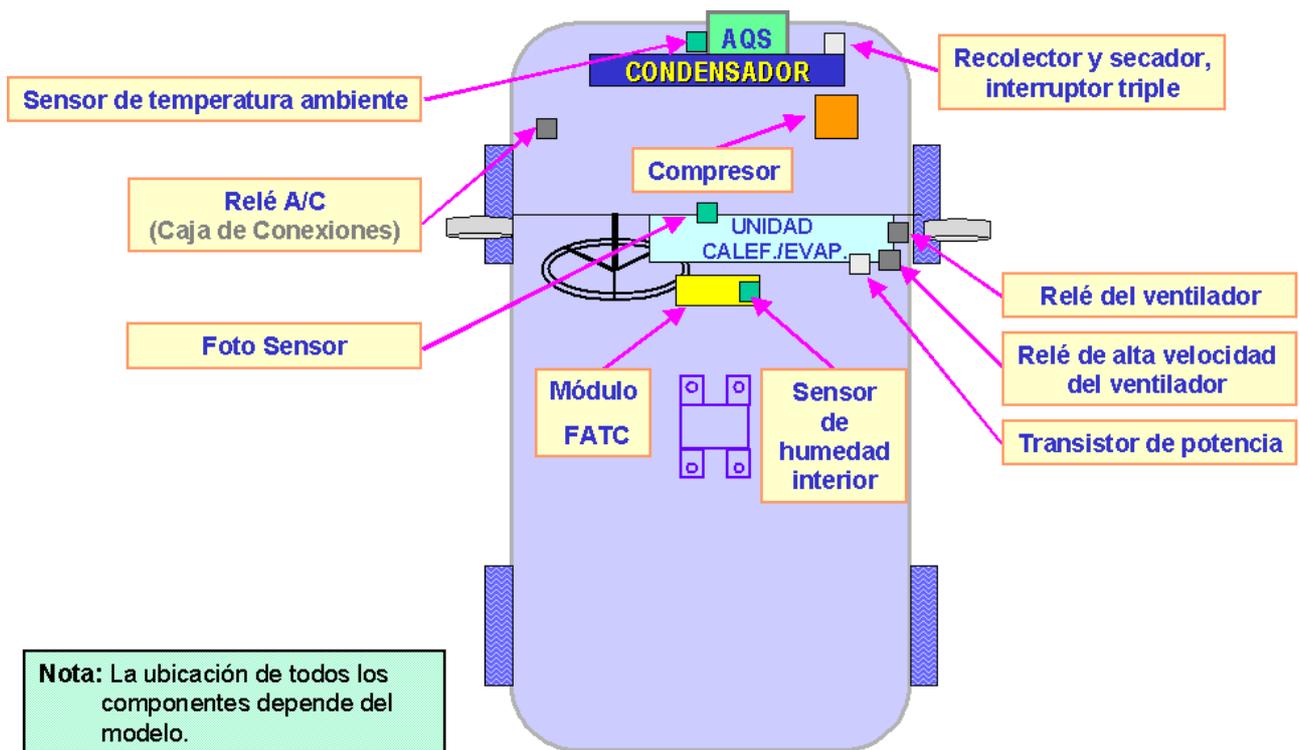
## Señales de Control AC



### Modulo de Control

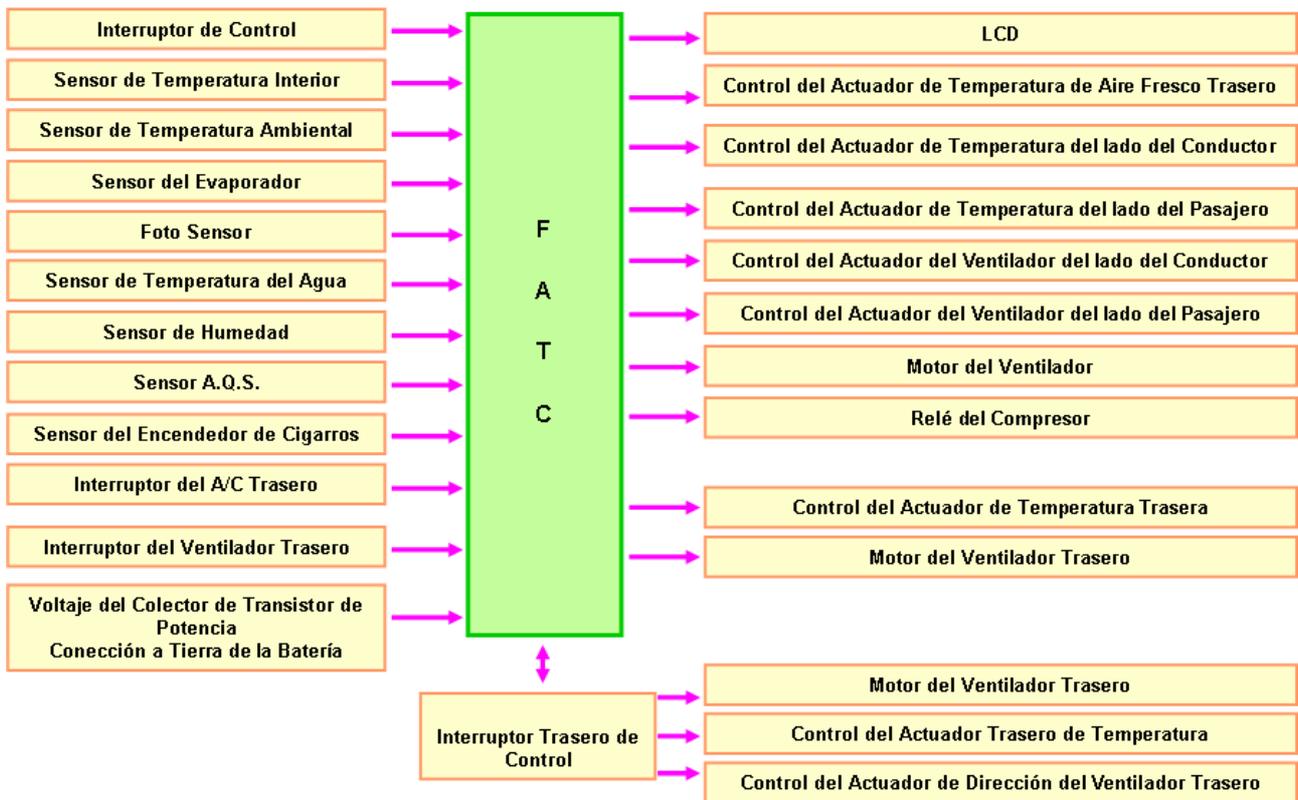
El control electrónico detecta el nivel de temperatura seleccionado por los ocupantes del vehículo y las condiciones de funcionamiento del sistema (mediante los sensores). Al utilizar esta información la unidad de control no solamente controla el funcionamiento del compresor, sino que también activa los diferentes actuadores para la distribución del aire, dependiendo del programa que los ocupantes del vehículo han seleccionado. Junto con utilizar el modo automático todos estos circuitos de control pueden influenciarse manualmente.

## Ubicación de los Componentes



En este esquema de muestra se puede observar la ubicación aproximada de los componentes del aire acondicionado. Para los vehículos específicos, referirse al Manual de Servicio relacionado.

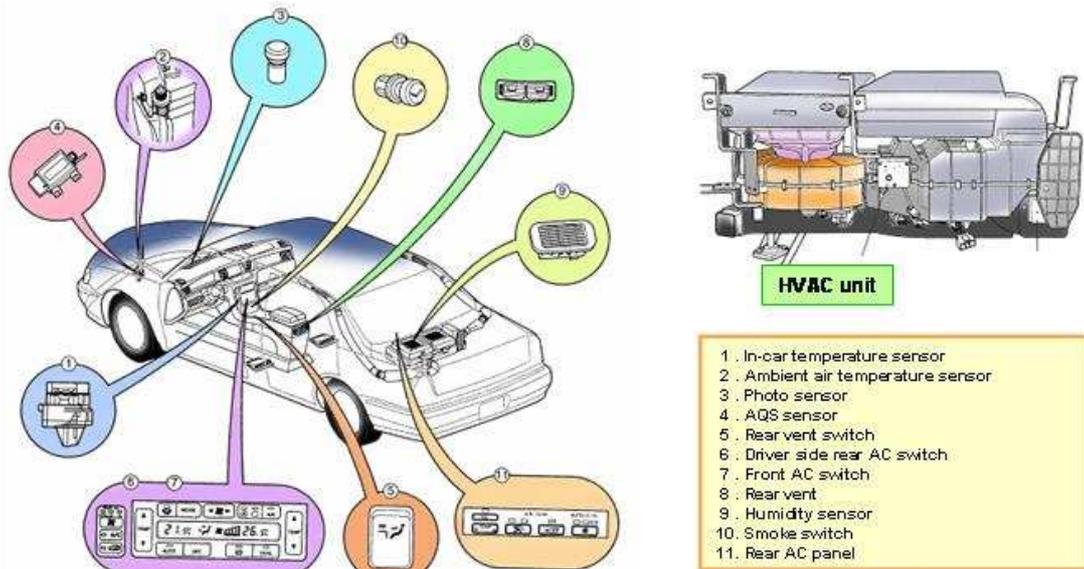
## FATC con A/C Trasero



Algunos modelos pueden tener una unidad adicional trasera de aire acondicionado. Este esquema se conoce como Sistema Dual de Aire Acondicionado. En la mayoría de los casos también se encuentra instalado un panel separado de control para el aire acondicionado trasero.

Módulo de Control: Como en un sistema convencional, el control electrónico detecta todas las variantes y alteraciones, así como también el nivel de temperatura seleccionado por los ocupantes, y utiliza esos valores para calcular continuamente el valor fijado. Pero aquí se encuentran características adicionales de control para suplir las necesidades de los pasajeros traseros. Las entradas adicionales son, por ejemplo, el ajuste de temperatura trasera, el control de flujo de aire trasero, el interruptor del ventilador trasero y otros. Debe revisarse la condición actual para cada modelo individual con el Manual de Servicio. Como en el sistema delantero, todos los circuitos de control pueden ser intervenidos manualmente. Basado en las entradas de varios sensores, el módulo de control ajusta su salida, para mantener el valor de temperatura dado por los ocupantes.

## Ubicación de los Componentes del Sistema de Aire Acondicionado Trasero

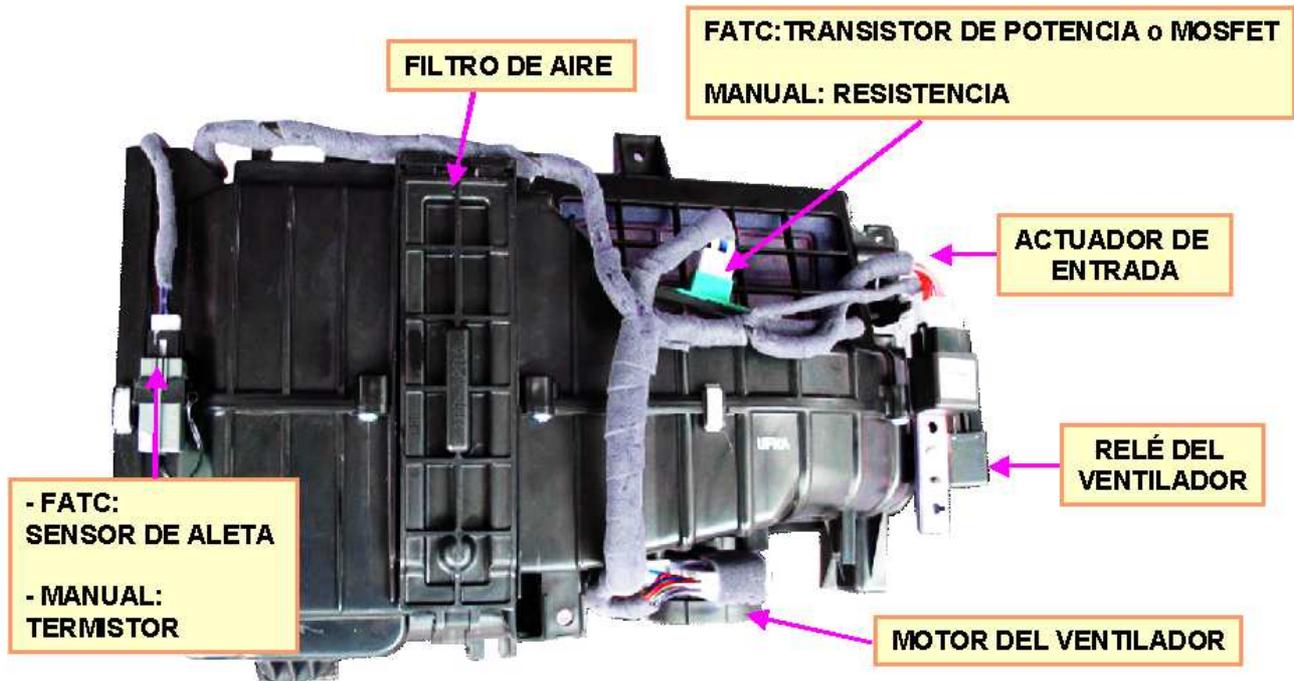


Como ejemplo, se describe el sistema del Centennial, ya que su esquema es el más sofisticado. En el caso de un sistema de aire acondicionado trasero, se encuentra instalado un segundo evaporador. Debido al aire acondicionado trasero, la cantidad de refrigerante requerido es mayor. En el caso de que el vehículo este disponible con sistema simple o dual de aire acondicionado, también el compresor es diferente (mayor capacidad). El sistema de aire acondicionado trasero del modelo Centennial incluye un segundo filtro de polen en el sistema trasero, el que también está sujeto a servicio. La única función para el Centennial es el modo de extracción de aire, que intercambia el aire dentro del vehículo si se presiona el botón relacionado. Adicionalmente a esto, se extraerá el aire si se utiliza el encendedor de cigarrillos delantero. En este caso, el intercambio de aire continuará por 4 minutos después de utilizar el encendedor. Este sistema se aplica solamente en el vehículo 4.5L.

Componentes:

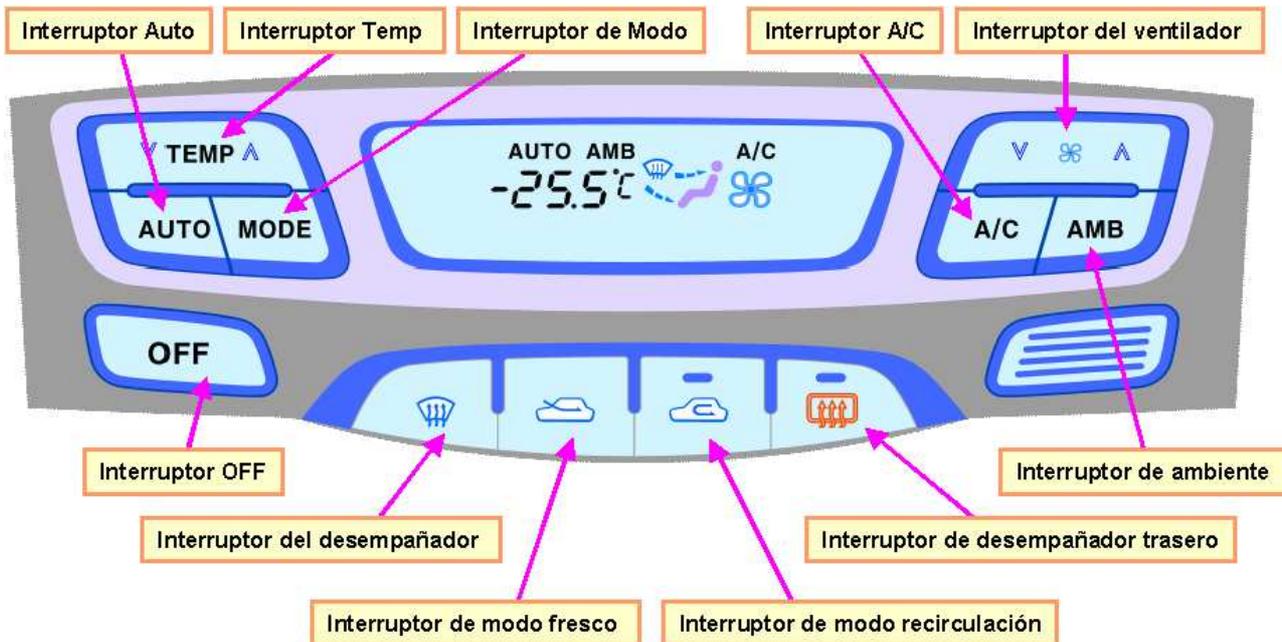
1. Sensor de temperatura interior, 2. Sensor de temperatura del aire ambiental, 3. Foto sensor, 4. Sensor AQS, 5. Interruptor del ventilador trasero, 6. Interruptor A/C del lado trasero del conductor, 7. Interruptor A/C delantero, 8. Ventilador trasero, 9. Sensor de Humedad, 10. Interruptor de cigarrillos, 11. Panel A/C trasero

## Unidad HVAC



Se puede reconocer que en los vehículos modernos los diferentes componentes del sistema de calefacción y de aire acondicionado están combinados en una unidad funcional llamada la unidad HVAC, la que en la actualidad contiene el núcleo del calefactor, el evaporador y el ventilador así como los actuadores y sensores. La figura también indica la ubicación de los sensores y actuadores instalados en la unidad HVAC (muestra).

### Controlador FATC sin AQS



Esquema del panel de control sin sistema de calidad de aire.

## Cambio de Unidad de Temperatura

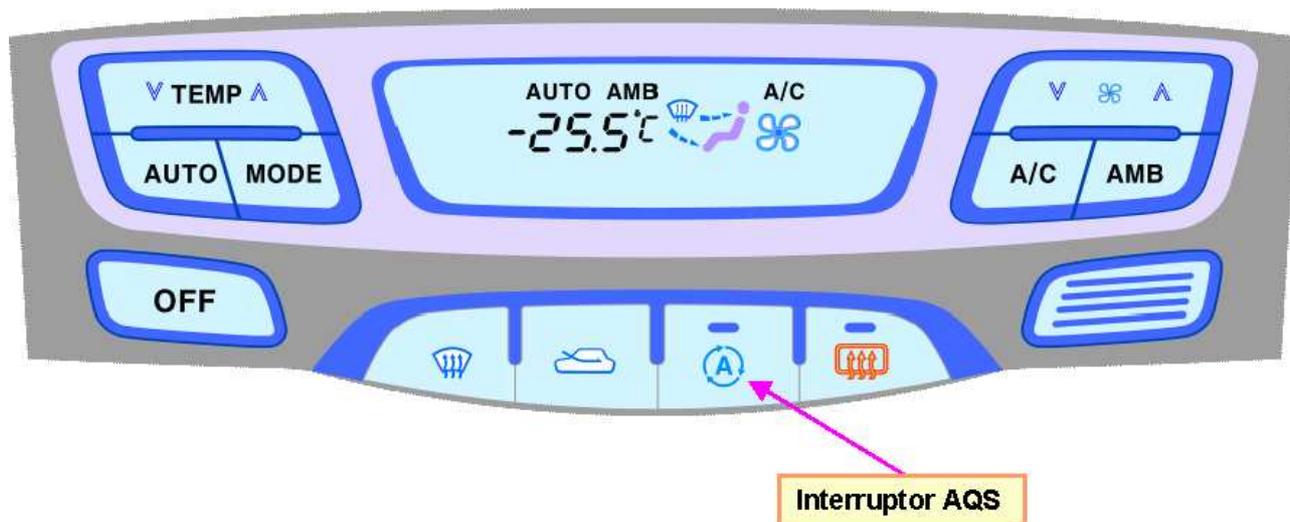
El usuario puede seleccionar la indicación de temperatura en C° o F°. Presionar el botón de Temperatura durante tres segundos mientras se presiona el botón de Ambiente.



Nota: Cuando se desconecta la batería, la unidad cambiará de F° a C°.

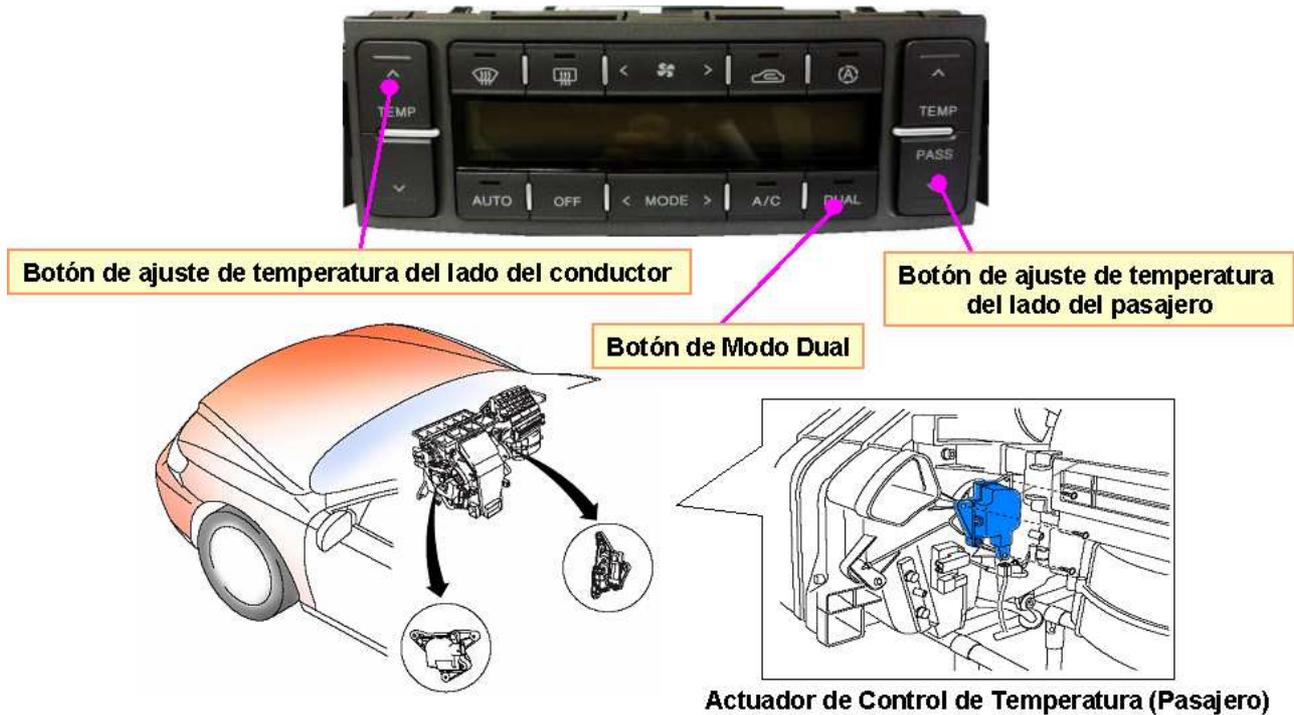
Esta es una muestra de cómo la indicación de temperatura puede cambiarse entre C° y F°. Para los vehículos individuales dirigirse al Manual de Servicio.

## Controlador FATC con AQS



Esquema de un panel de control con sistema de calidad de aire.

## Controlador FATC con Modo Dual



Botón de modo dual: El presionar el botón de modo dual (LED verde ON), permite al conductor y a los ocupantes ajustar individualmente la temperatura. Los actuadores están ubicados a la izquierda (actuador del conductor) y a la derecha (actuador del pasajero) de la unidad de calefacción.

Nota: ¡El modo de descarga de aire no puede ser controlado individualmente!.

Ajuste de temperatura de C° a F°: El usuario puede cambiar la indicación de temperatura entre C° y F° mediante presionar durante 3 segundos el botón dual, mientras presiona el botón de modo.

Nota: ¡La temperatura será indicada en C° si la batería fuera desconectada!.

## Funciones de los Interruptores

INTERRUPTOR		FUNCIONES
INT. DE TEMP.		- RANGO DE AJUSTE DE TEMPERATURA: 17 °C ↔ 32°C - INTERVALO DE TEMPERATURA : 0.5 °C
INT. AUTO		- SISTEMA OFF ↔ ESTADO MANUAL ↔ INT. AUTO → SISTEMA A/C AUTOMATICAMENTE CONTROLADO
INT. DESEMP.		- COMPUERTA DE MOD: MODO DESEMPAÑADOR - A/C: ON - COMPUERTA DE ENTRADA: MODO FRESCO - OTROS: EL MISMO ESTADO ANTERIOR 'OFF'
INT. A/C		- A/C ON - A/C OFF (SI SE PRESIONA NUEVAMENTE EL INTERRUPTOR)
INT. AMBIENTE		-SE DESPLIEGA LA TEMPERATURA AMBIENTE (POR 5 SEGUNDOS)

INTERRUPTOR		FUNCIONES
INT. OFF		-SISTEMA OFF: VENTILADOR, COMPRESOR OFF -COMPUERTA DE TEMP: AUTOMATICAMENTE CONTROLADA -COMPUERTA DE MODO → CONTROL AUTO (SI 'AUTO' ANTES DE 'OFF') → MISMA POSICION (SI 'MANUAL' ANTES DE 'OFF') -COMPUERTA DE ENTRADA → REC (SI 'AUTO' ANTES DE 'OFF') → MISMA POSICION (SI 'MANUAL' B)
INT. MODE		* VENT → B/L → FLOOR → MIX → VENT
INT. REC.		-RECIRCULACION
INT. A/C		-ACTIVACION: INDICADOR AQS ON (COMPUERTA DE ENTRADA: FRE ↔ REC)

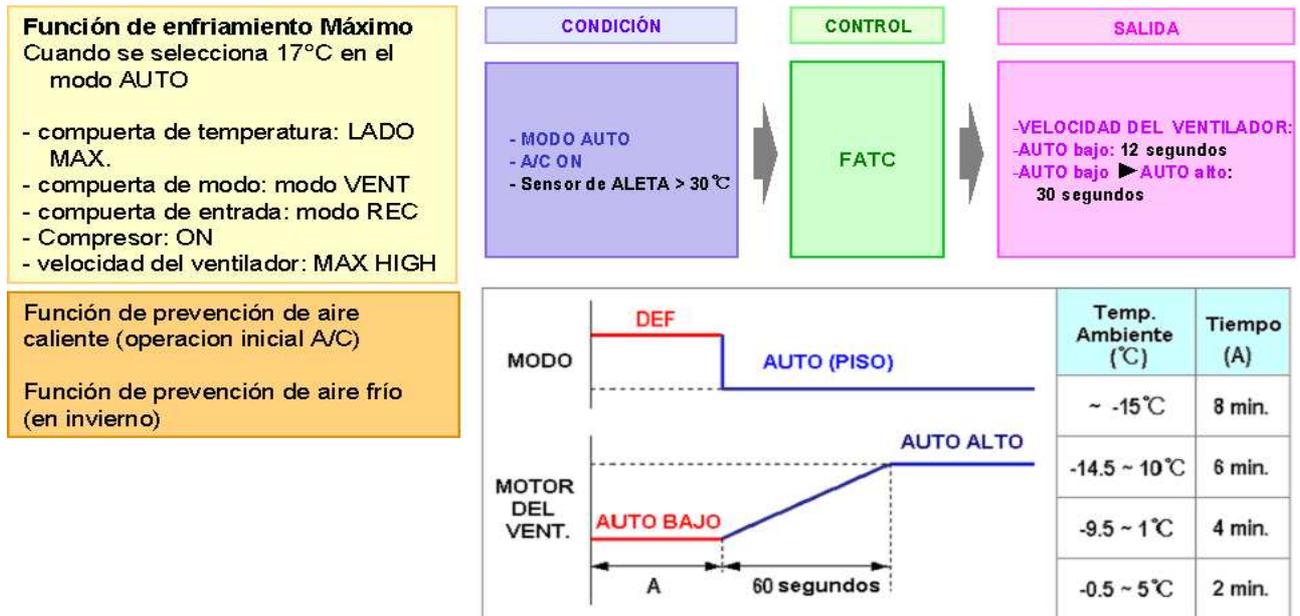
Arriba se muestra el uso de los interruptores individuales.

## Interruptor de Función de Aire Acondicionado Trasero

Interruptor	Ilustración	Función
	<b>Interruptor A/C</b>	 <p>Commuta el A/C Trasero ON/OFF. Con el A/C ON, la luz indicadora estará encendida</p>
	<b>TEMP.</b>	 <p>El ajuste de Temperatura delantero se reducirá en 0.5°C. El ajuste de Temperatura delantero aumentará en 0.5°C</p>
	<b>Interruptor MODE</b>	 <p><b>Cambia el Modo trasero como sigue :</b> 1. VENT ' DECK ' VENT 2. VENT : delantero 70%, trasero 30% 3. VENT : delantero 30%, trasero 70% <b>Cada vez que se presione el interruptor, el indicador se invertirá</b></p>
	<b>Interruptor de Descarga (purga)</b>	 <p>Purga el aire recirculado al exterior. La luz indicadora estará encendida durante la operación</p>
	<b>Interruptor del Ventilador</b>	 <p>Controla el interruptor del ventilador trasero Cada vez que se presione el interruptor, este cambiará como sigue: AUTO ' LO ' HI ' OFF La luz indicadora estará encendida en cada modo</p>

El aire acondicionado trasero puede controlarse desde el tablero delantero (sólo algunas funciones), pero el panel principal de control se encuentra en el lado trasero. Las funciones que puedes controlarse indistintamente desde delante y atrás son: selección automática, baja, alta y la activación del modo de purga. El panel trasero de control permite adicionalmente las siguientes funciones: cambiar la temperatura y cambiar el modo entre ventilador y tablero.

## Función CELO (Bloqueo de la Puerta de Frío del Motor)



Corrección de temperatura dentro del vehículo: Cuando el sensor del interior del vehículo detecta un cambio de temperatura excesivo, el controlador corrige las diferencias de temperaturas suavemente. (1°C hacia arriba / 4segundos de retraso / 1°C hacia abajo / 4segundos de retraso)

Corrección de la temperatura ambiental: Cuando el sensor de temperatura ambiente detecta un cambio de temperatura excesivo, el controlador corrige las diferencias de temperaturas suavemente. (1°C hacia arriba / 3 minutos de retraso (excepto en subterráneos, túnel) / 1°C hacia abajo / 4 segundos de retraso)

Corrección de radiación de calor: Cuando el foto sensor detecta un repentino cambio de radiación solar excesiva, el controlador la compensa lentamente. (350 → 1000 (W/m<sup>2</sup>) / 1 minuto de retraso 350 ← 1000 (W/m<sup>2</sup>) / 5 minutos de retraso)

Control de la compuerta de temperatura: el ángulo (0% - 100%) de la compuerta de temperatura es controlado automáticamente de acuerdo con la temperatura seleccionada y las señales de otros sensores. Rango disponible de selección de Temperatura: MAX FRIO: 17° C a MAX CALOR: 32°C -17 °C ↔ 32°C, pasos de 0.5°C (62°F ↔ 90°F, pasos de 1°F)

Control de velocidad del ventilador: Modo AUTO (control lineal) / MANUAL (control de 7 pasos)

Control de modo: AUTO: El modo cambia automáticamente de acuerdo con la temperatura seleccionada y señales de otros sensores; MANUAL: El modo cambia cuando se selecciona el interruptor de modo.

Modo de puerta de admisión: El estado de la puerta FRE/REC puede cambiarse a modo auto de acuerdo con la nominación de datos de entrada.

Control ON/OFF del compresor (modo AUTO)

Sensor de aleta: inferior a 0.5°C → Compresor OFF sobre 3°C → Compresor ON

Función de Máximo Calor (cuando se selecciona 32°C en el modo AUTO)

Puerta de Temperatura: Lado MAX CALOR, Modo puerta: Modo piso, Puerta de entrada: Modo

---

FRE, Compresor: OFF, Velocidad del ventilador: MAX alta

## Sensor de Temperatura

### Terminales del Sensor



**Nota:** La ubicación de los componentes depende del modelo

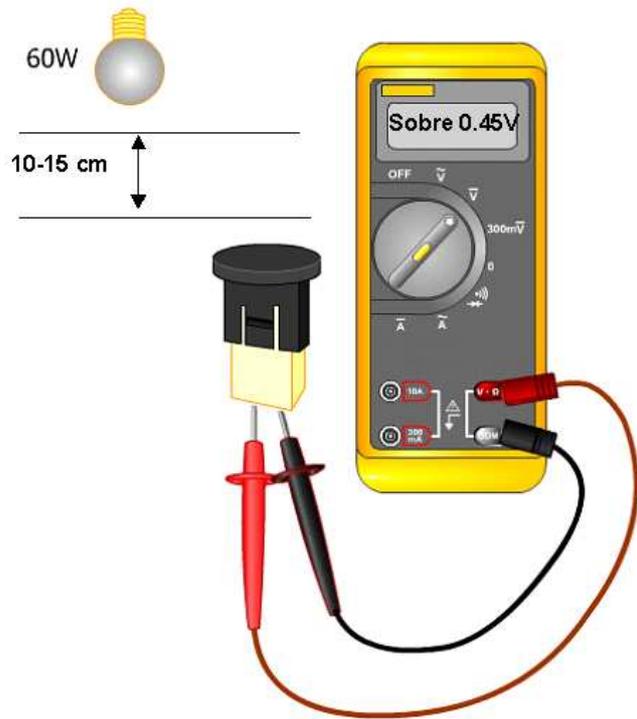
### Medición de la resistencia del conector.

TEMP.(°C)	RESISTENCIA (Ω)
18	3403
21	2976
25	2500
28	2199
32	1862

### Sensor interior

El sensor interior está localizado en el panel frontal inferior como se muestra en la imagen. Este contiene un Termistor, que mide la temperatura del aire al interior del habitáculo de pasajeros. Este detecta la temperatura del habitáculo, cambia el valor de la resistencia e ingresa el voltaje correspondiente al módulo de control automático de temperatura (FATC).

## Foto Sensor

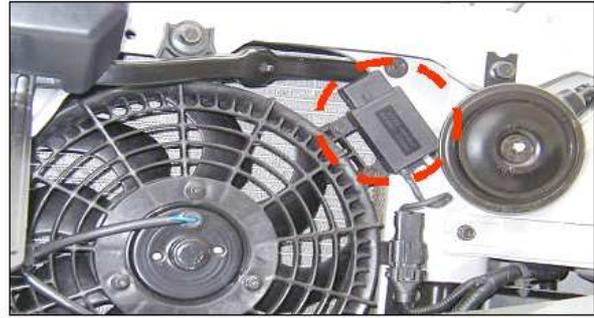
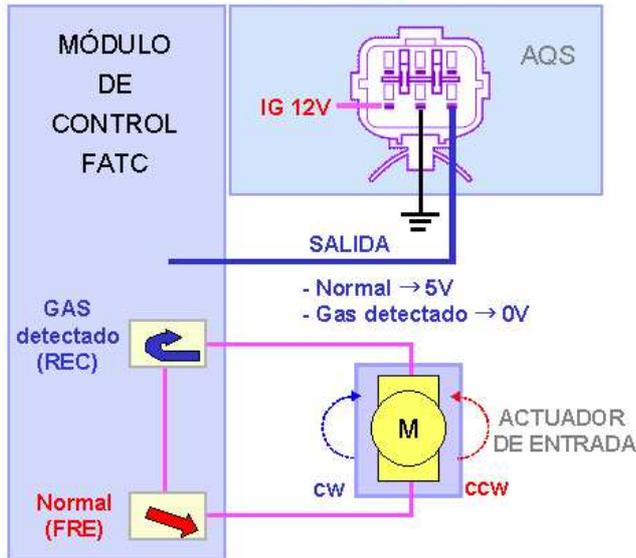


Voltaje de salida (mV)	LUX
21.4	10.000
36.0	20.000
46.6	30.000
58.8	40.000
67.7	50.000
76.2	60.000
83.7	70.000

El foto sensor esta ubicado cerca del ducto de aire del desempañador del lado del conductor. En respuesta al nivel de intensidad de luz del vehículo, el sensor enviara la señal correspondiente al módulo de control para controlar el nivel de ventilador y la temperatura de descarga. Este contiene un diodo fotovoltaico (sensible a la luz del sol).

Revisión: Emitir luz intensa hacia el lado del conductor y el lado del pasajero utilizando una lámpara y comprobar el cambio de voltaje entre los terminales 1 & 2.

## Sensor de Calidad del Aire



El AQS esta ubicado adelante del radiador del motor.

ESPECIFICACIÓN		
Voltaje de funcionamiento		9 ~ 16V DC
Voltaje nominal		12V DC
Temperatura de funcionamiento		-30 ~ 105 °C
Gas detectable	Gas de motor a gasolina	CXHY, CO
	Gas de motor diesel	NOX, SO2
Tiempo de reacción		Menos de 1 segundo

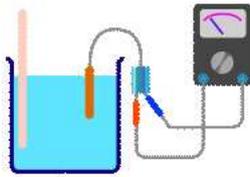
### Sensor de Calidad del Aire (AQS)

Muchos conductores seleccionan manualmente el modo de recirculación o aire fresco para interceptar el influjo de gas de escape peligroso, a pesar de inconveniencia o peligro mientras conduce. El AQS detecta el gas de escape de los vehículos cercanos y lo intercepta automáticamente. Aunque ellos detectan los gases de escape y cierran manualmente la entrada del vehículo atrapando los gases en el interior, es demasiado tarde para proteger su salud debido a que ellos ya han inhalado los gases de escape. Por el contrario, si se conduce con la entrada del vehículo completamente cerrada se producirá una disminución de aire y una acumulación de dióxido de carbono (CO<sup>2</sup>). Esto provoca fatiga, dolor de cabeza, debilidad y somnolencia. El AQS suministra la solución perfecta para esos problemas. El Sistema de Calidad de Aire detecta los gases de escapes de los vehículos vecinos y los intercepta automáticamente. También esta disponible la operación manual. Cuando el Sistema de Calidad del Aire detecta gases peligrosos en la atmósfera menos que el valor fijado, se genera una señal alta, es decir 5V. El módulo FATC controla el Actuador de Entrada en el Modo Fresco basado en esta señal. Si el Sistema de Calidad del Aire detecta gas peligroso en la atmósfera mayor que el valor fijado, se genera una señal baja, es decir 0V. El Módulo FATC controla el Actuador de Entrada en el Modo Recirculación basado en esta señal.

## Sensor de Temperatura del Agua



Revisión del sensor de temperatura del agua



Temperatura del agua	Resistencia
25 °C	12.5 + - 0.5
60 °C	2.5 + - 0.3

### FUNCIÓN CELO (COLD ENGINE LOCK OUT)

#### CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO

- A MODO AUTO
- MODE SELECT : A BI-NIVEL, MODO FLOOR
- AJUSTE DE TEMPERATURA: 3 °C mayor que la temperatura interior
- WTS : bajo 58 °C

Bajo estas condiciones, funciona el modo desempañador y el motor del ventilador funciona a baja velocidad para evitar el contacto directo del aire exterior con los ocupantes.

② FUNCION DE PROHIBICION - 10 Minutos después del encendido en ON

- Cuando la temperatura detectada por el WTS excede los 58 °C.
- Cuando se selecciona una velocidad del VENTILADOR
- Cuando se selecciona el DESEMPAÑADOR

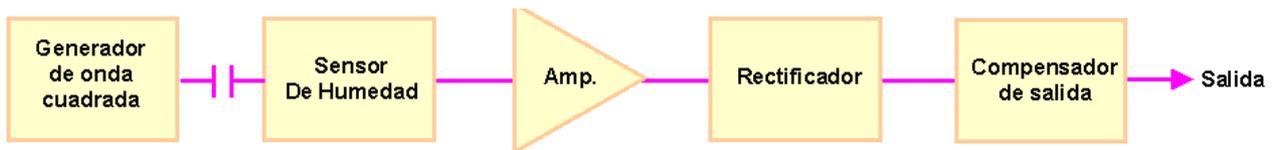
El sensor de temperatura del agua esta conectado al tubo de entrada del núcleo del calefactor y detecta la temperatura del refrigerante en el núcleo del calefactor. Esta señal se utiliza para un control preciso de la temperatura y habilita al controlador para realizar la función CELO (Cold Engine Lock Out) mediante comparar las diferencias entre la temperatura del agua, la temperatura fija, la temperatura interior y la temperatura exterior, etc. Prueba del sensor de temperatura del agua: sumergir el sensor de temperatura del agua en agua y medir la resistencia calentando el agua y comparándola con los valores específicos suministrados en el Manual de Servicio.

## Sensor de Humedad



Ubicación: en el tablero trasero

**Nota:** La ubicación de los sensores depende del modelo

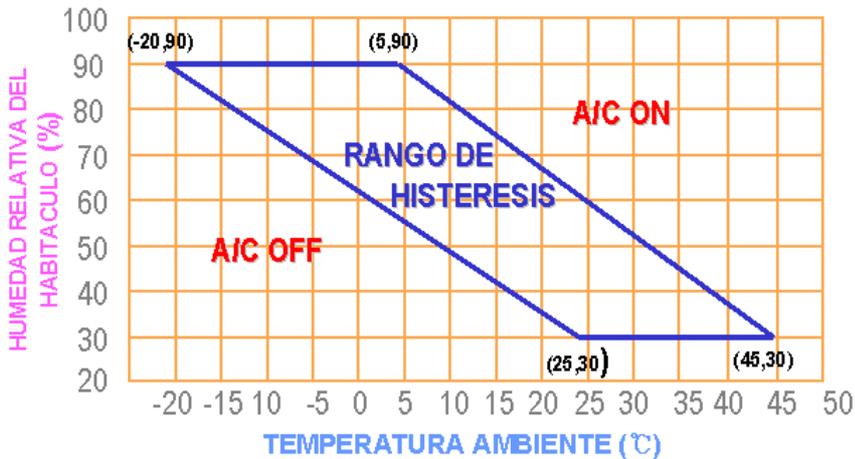


El sensor de humedad detecta la humedad relativa dentro del habitáculo. Este sensor convierte el valor de humedad en una señal de voltaje y la envía al controlador FATC. Si la humedad interior y la temperatura ambiente exceden cierto rango, el Módulo de Control FATC enciende el compresor para prevenir el empañamiento.

## Especificación del Sensor de Humedad

HUMEDAD	VOLTAJE (V)	HUMEDAD	VOLTAJE (V)
30%	3,13	65%	1,29
35%	3,07	70%	1,12
40%	2,94	75%	1,05
45%	2,67	80%	1,01
50%	2,35	85%	0,98
55%	2,01	90%	0,94
60%	1,54		

Si la temperatura interior del vehículo esta fuera de cierto rango, el Módulo de Control del FATC encenderá el A/C para controlar la humedad interior del vehículo para prevenir el empañamiento



- 1). Tipo del sensor: Sensor de variación de impedancia de alto polímero
- 2). Voltaje nominal: DC 5V.
- 3). Consumo de corriente: bajo 10mA
- 4). Rango de temperatura: 0 - 60°C
- 5). Rango de humedad: bajo 99% de humedad relativa
- 6). Terminales: 3 terminales (DC 5V, Tierra, Salida de sensor)

## Sensor de Temperatura Ambiente

El sensor de temperatura ambiente esta localizado al frente del protector del ventilador del condensador.

Este sensor detecta la temperatura del aire exterior y envia las señales de voltaje al controlador.

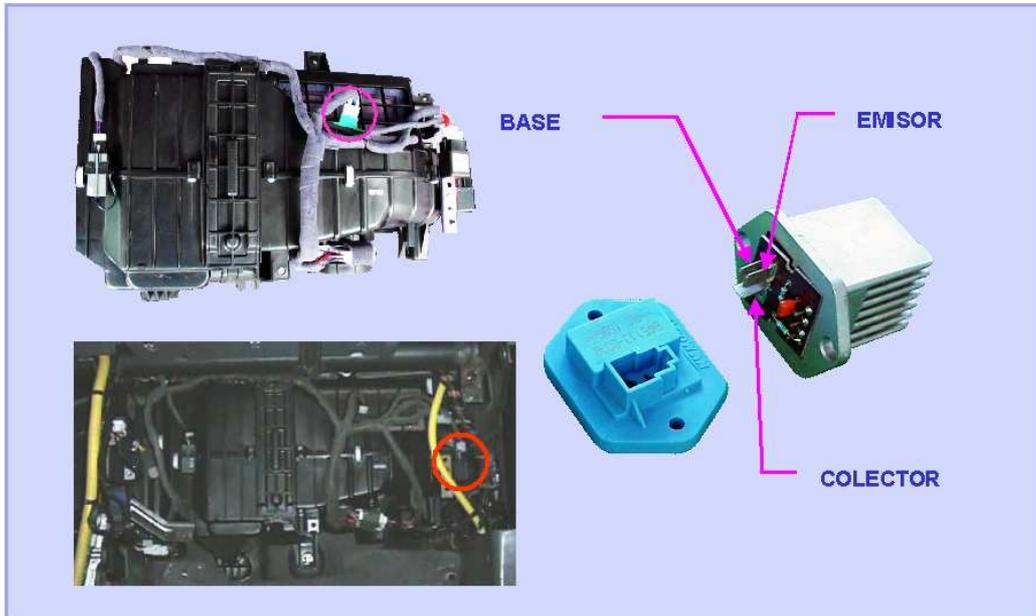


### Especificación

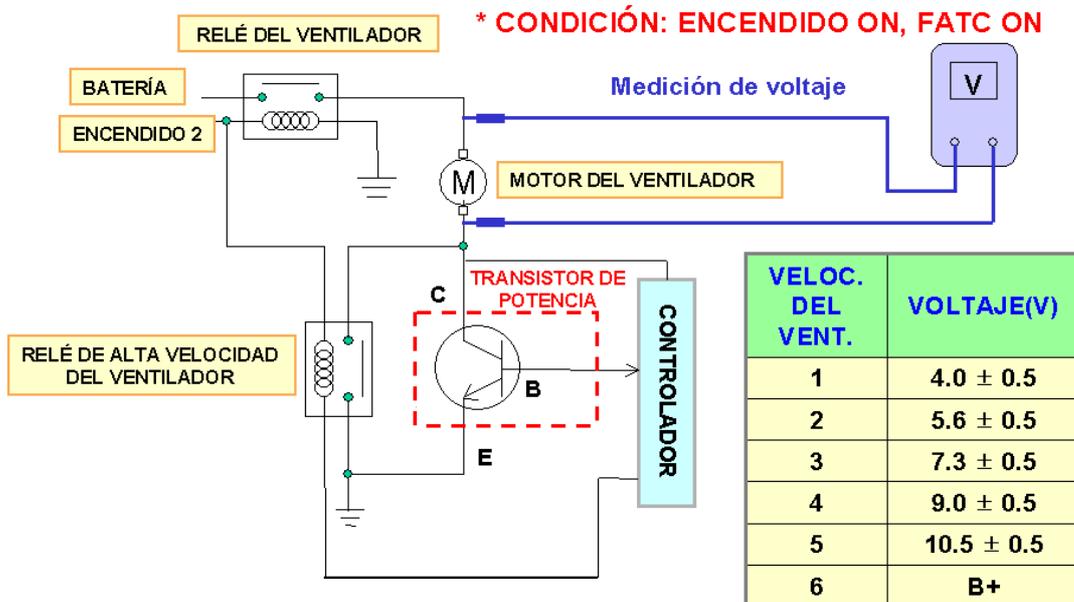
Temperatura	Resistencia	Voltaje (V)	Temperatura	Resistencia	Voltaje (V)
-10	157.8	4.20	10	58.8	4.20
- 5	122.0	4.01	20	37.3	4.01
0	95.0	3.80	30	36.609	3.80
5	74.5	3.56	40	36.541	3.56

El sensor de temperatura ambiente esta ubicado al frente de la cubierta del ventilador del condensador. Detecta la temperatura del aire exterior y la convierte en una señal de voltaje que se envía a la unidad de control.

## Control de Velocidad del Ventilador

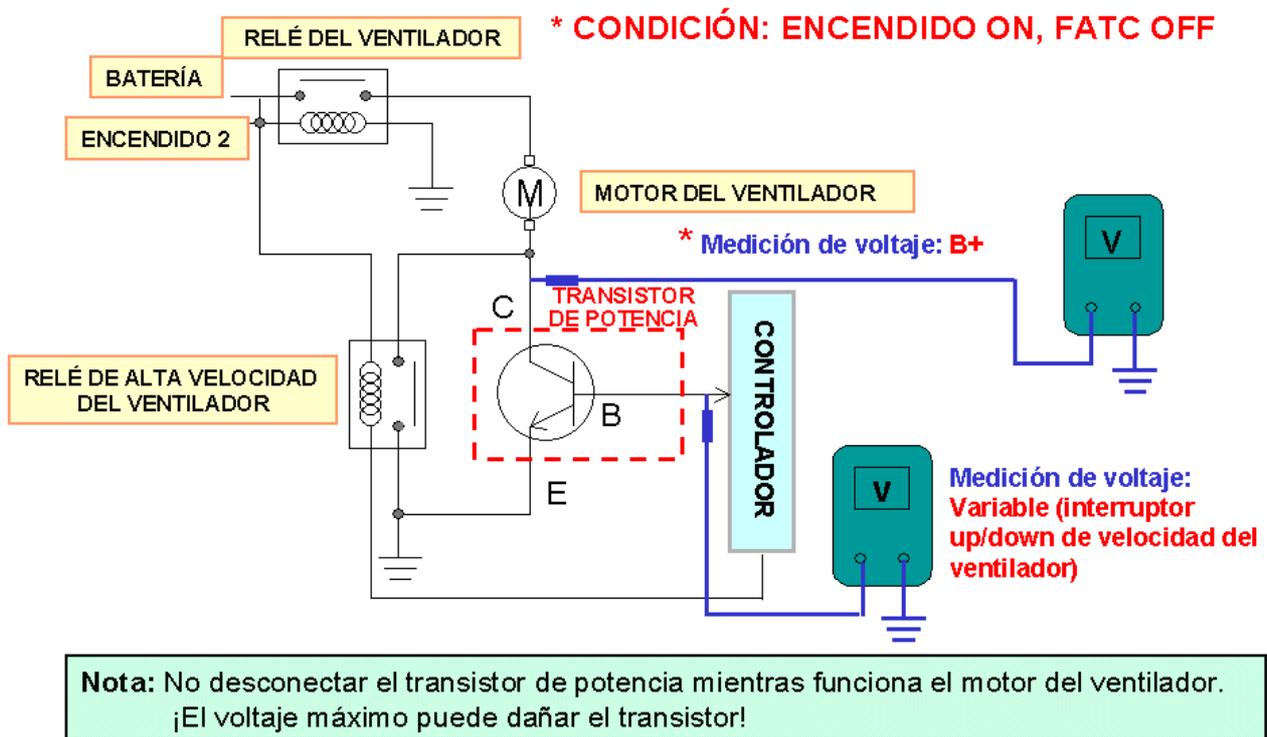


La velocidad del ventilador en el FATC es controlada por el interruptor de control del ventilador y el transistor de potencia.



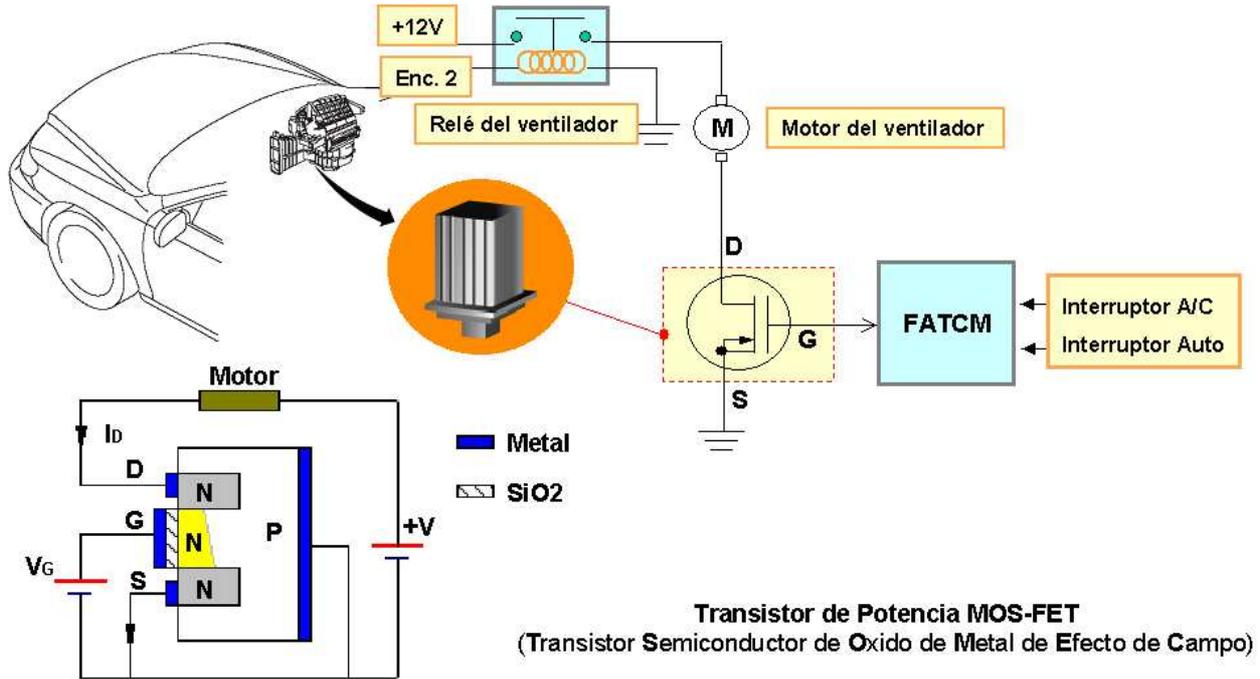
Cuando el interruptor del ventilador esta en la posición 6, el relé de alta velocidad del ventilador será conectado a tierra por el controlador. Por lo tanto el ventilador es suministrado con voltaje de la batería y funciona a máxima velocidad.

## Revisión del Transistor de Potencia



En otros rangos que no sean el 6, la velocidad es controlada por el controlador mediante el transistor de potencia. Con el fin de medir el voltaje de la batería después del motor del ventilador este debe desactivarse. En rango del 1-5 el voltaje variable será detectado para el voltaje base (y por supuesto también para el voltaje después del motor del ventilador).

## Transistor MOSFET



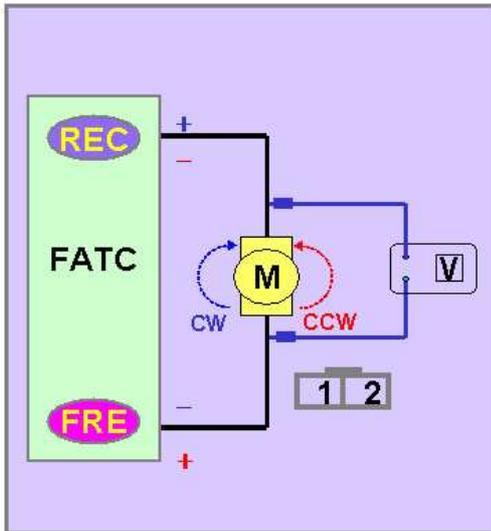
Recientemente, la velocidad del ventilador esta controlada mediante un transistor MOSFET, que permite eliminar el relé de alta velocidad debido a sus propiedades. Los transistores MOSFET (Transistor Semiconductor de Oxido de Metal de Efecto de Campo) han sido utilizados en aplicaciones electrónica de potencia desde los inicios de los 80 debido a su apreciable capacidad de conducir corriente y bloqueo de voltaje inactivo con baja caída de voltaje inactivo.

El transistor MOSFET tiene tres puertas. D: Drenaje, G: Puerta, S: Fuente.

Principio de funcionamiento del mejoramiento de canal N MOSFET

El drenaje y fuente son áreas de punto negativo, que están separadas mediante un sustrato de punto positivo (P). Este sustrato actúa como una barrera para el flujo de electrones; por lo tanto no pueden fluir electrones desde la fuente al drenaje en condición OFF (ventilador OFF). Cuando se suministra voltaje a la puerta, se crea un área de carga negativa (N) entre la fuente y el drenaje, de forma que los electrones pueden fluir (ventilador ON). La fuerza del flujo de corriente depende del voltaje suministrado a la puerta, pues este debilita o mejora la fuerza del campo: de acuerdo a esto la velocidad del ventilador aumenta o se reduce.

## Actuador de la Compuerta de Entrada



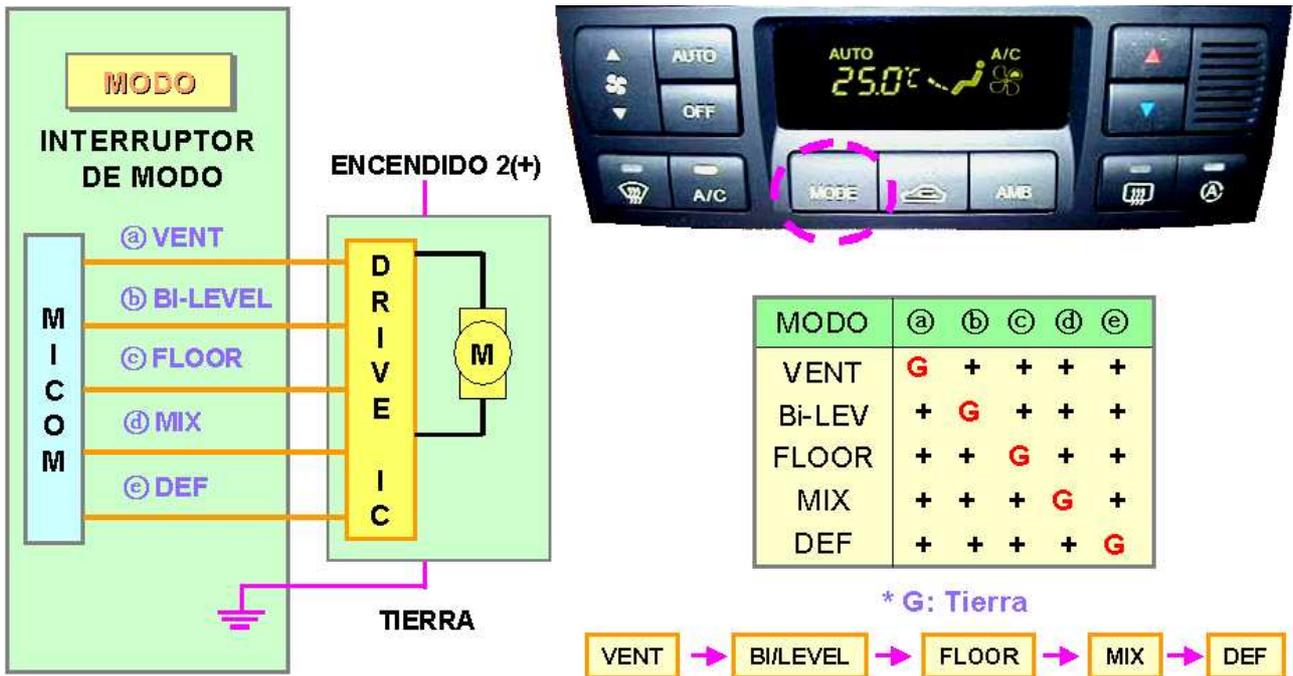
MODE	TERMINAL	
	NO.1	NO.2
FRE	+	-
REC	-	+

CW = sentido horario, CCW = sentido contrario al horario.

Revisar el voltaje bajo condiciones "FRESH" y "RECIRCULATION".

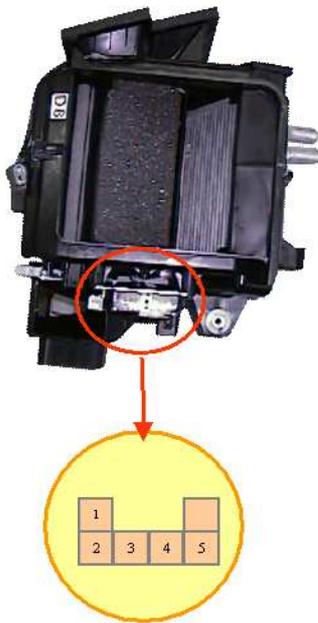
El actuador de la compuerta de entrada (actuador fresco/recirculación) está ubicado junto al conjunto del motor del ventilador. El actuador de compuerta de entrada permite escoger entre aire fresco (exterior) o aire interior recirculado mediante mover la compuerta de entrada (fresco/recirculación) a la posición deseada. Cuando la compuerta ha alcanzado la posición deseada el actuador se detiene. La posición de la compuerta de entrada puede seleccionarse manualmente mediante presionar el interruptor de recirculación o automáticamente mediante el sistema de calidad del aire (si está equipado). Téngase en cuenta que en el caso de modo automático la compuerta de entrada puede ser reabierta después de cierto tiempo aunque el aire este todavía contaminado (por ejemplo, cuando se conduce a través de un túnel extenso). Esto se debe al hecho de que el sensor se adapta así mismo a las nuevas condiciones ambientales como una base para decidir y también para evitar la falta de aire fresco. Si es necesario, la compuerta de entrada puede cerrarse manualmente en este caso.

## Actuador de la Compuerta de Modo

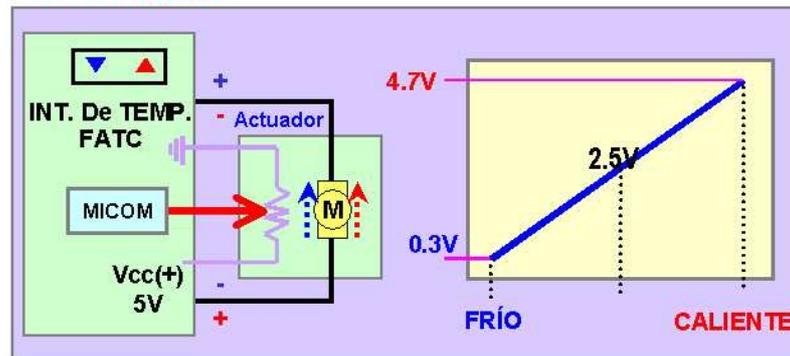


El actuador de la compuerta de modo esta ubicado junto a la unidad de calefacción. Revisión: Aplicar 12V al terminal 7 del actuador de modo y tierra al terminal 6. Comprobar que el actuador de modo funciona como se indica cuando se conectan a tierra los terminales 5, 4, 3, 2 y 1 en secuencia. Al hacer esto se activará la compuerta en la secuencia indicada en la tabla

## Actuadores de la Compuerta de Temperatura



Línea de retroalimentación abierta o en corte: 17~24.5°C : MAX COOL  
 25~32°C : MAX HOT



El actuador de la compuerta de temperatura esta localizado en la parte inferior de la unidad de calefacción. El actuador controla la posición de combinación de la compuerta de temperatura basado en la señal de voltaje desde el módulo FATC. Un potenciómetro dentro del actuador envía una señal de retroalimentación al controlador. Cuando se alcanza la posición requerida de la compuerta, el controlador interrumpe la señal de voltaje para detener el actuador de la compuerta de temperatura.

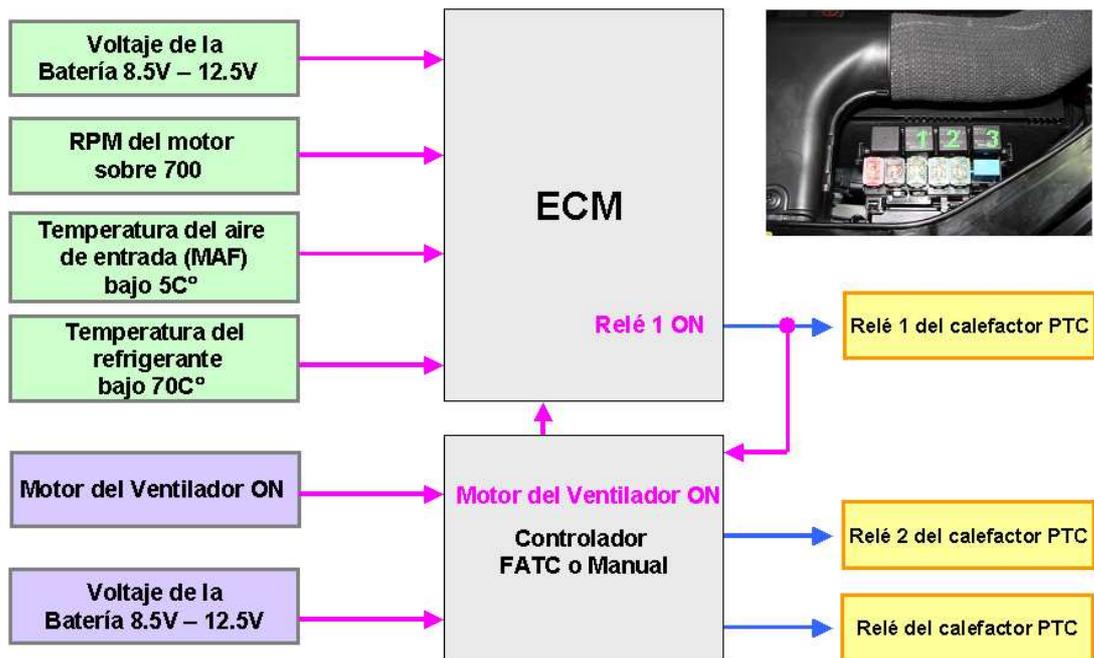
## Calefactor PTC



Algunos modelos equipados con motor diesel están provistos con un calefactor adicional debido al hecho de que la calefacción del habitáculo puede ser insuficiente a causa de la alta eficiencia del motor. Debido a esto la descarga de calor no es suficiente para calentar apropiadamente el habitáculo. Para suplir esto, se instalan sistemas adicionales de calefacción. Existen algunas variantes de los sistemas calefactores adicionales: dispositivos que queman combustible adicionalmente, bujías especiales en el circuito de agua o el calefactor PTC que se muestra en la figura.

Datos del calefactor PTC: Corriente mínima 9.8A, Máxima 30A, Potencia 1000W, Resistencia 0.4 Ohm

## Control del Calefactor PTC

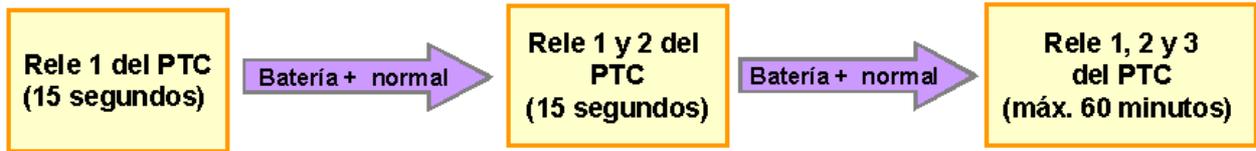


Los tres relés del calefactor están ubicados en una caja de fusibles separada dentro del compartimiento del motor. Si la señal de entrada recibida por el ECM está dentro de un umbral específico, el Relé Calefactor 1 es conectado a tierra por el ECM, cerrando así el relé y suministrando corriente al circuito calefactor 1. La señal de tierra desde el ECM también es suministrada al FATC o controlador manual, informando así al controlador FATC/Manual para activar los relés calefactores 2 y 3 después de un periodo específico de tiempo. La condición de funcionamiento del calefactor PTC es como sigue (muestra): RPM del Motor sobre 700, temperatura ambiente bajo 15, voltaje de la batería entre 8.5V-12.5V, temperatura refrigerante del motor bajo 70°C y ventilador ON. El tiempo máximo de funcionamiento del elemento calefactor es 60 minutos. La señal de temperatura exterior para controlar el calefactor PTC se mide por el sensor de temperatura del aire de admisión dentro del sensor de flujo de masa de aire.

El elemento calefactor PTC está conectado a los relés del calefactor PTC por un conector de 5 pines con el siguiente arreglo: 1. 12V al relé calefactor 2, 2. Tierra, 3. 12V al relé calefactor 1, 4. Tierra, 5. 12V al relé calefactor 3

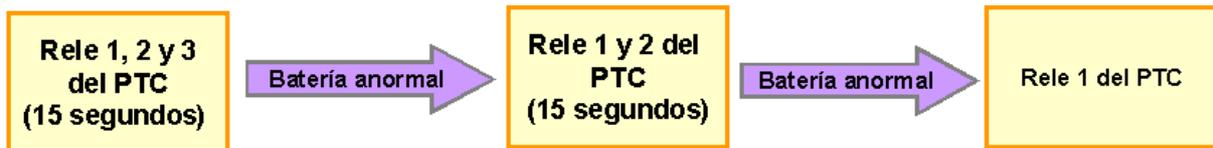
### Condición de Funcionamiento Normal

Basado en las entradas previamente mencionadas, los relés del PTC son operados como sigue:



### Condición Anormal de Funcionamiento

En caso de una caída de voltaje bajo los 8.5V, los relés del PTC son operados como sigue:



Si el calefactor PTC debe ser encendido, debe seguirse la secuencia mostrada en la imagen para evitar un excesivo aumento en el consumo de combustible. Además, el ECM y el controlador FATC/Manual monitorean el voltaje de la batería cada 15 segundos. Si el voltaje de la batería cae bajo 8.5V, el controlador FATC/Manual desconecta el relé 3. Si el voltaje de la batería todavía es anormal, el controlador FATC/Manual desconecta el relé calefactor 2.

En caso en que el voltaje de la batería es muy bajo el control lógico cambia como sigue:

PTC 1 + 2 + 3 (15 segundos) ⇒ PTC 1 + 2 (15 segundos) ⇒ PTC 1

**1.**

1. HYUNDAI VEHICLE DIAGNOSIS ▼	
MODEL : TUCSON 04-05	
01. ENGINE(GASOLINE)	
02. ENGINE(DIESEL)	
03. AUTOMATIC TRANSAXLE	
04. ABS/TCS/ESP	
05. SRS-AIRBAG	
06. 4WD CONTROL	
07. IMMOBILIZER	
08. FULL AUTO AIR/CON.	

**2.**

1. HYUNDAI VEHICLE DIAGNOSIS ▼	
MODEL : TUCSON 04-05	
SYSTEM : ENGINE(DIESEL)	
01. DIAGNOSTIC TROUBLE CODES	
02. CURRENT DATA	
03. FLIGHT RECORD	
04. ACTUATION TEST	
05. SIMU-SCAN	
06. IDENTIFICATION CHECK	
07. ENGINE TEST FUNCTION	
08. AT/MT RECOGNITION	

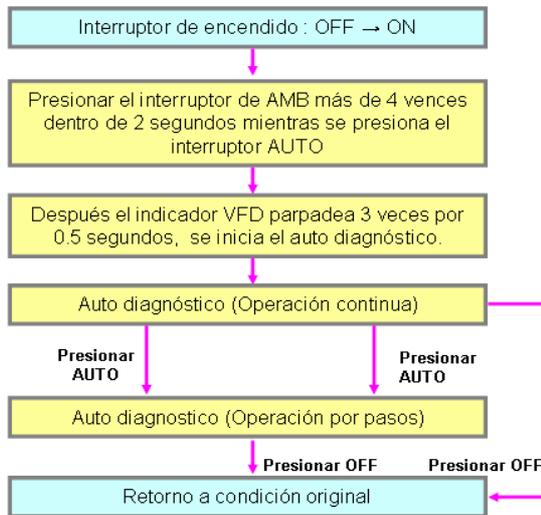
**3.**

1.4 ACTUATION TEST	
WATER HEATER RELAY / PTC	
DURATION	UNTIL STOP KEY
METHOD	ACTIVATION
CONDITION	IG.KEY ON ENGINE OFF
PRESS [STRT], IF YOU ARE READY !	
SELECT TEST ITEM USING UP/DOWN KEY	
[STRT]	[STOP]

El funcionamiento del relé 1 del PTC puede revisarse con el HI-SCAN Pro.

Si el relé 1 del PTC falla, el circuito completo del calefactor esta inoperativo y se almacenara un DTC en el ECM (P1634 relé del calefactor abierto/en corto).

## Diagnóstico del FATC



CÓDIGO DTC	DESCRIPCIÓN	MODO A PRUEBA DE FALLAS
00	Normal	-
11	Circuito del sensor interior abierto	FIJO EN 25 °C
12	Circuito del sensor interior en corte	
13	Circuito del sensor de ambiental abierto	FIJO EN 20 °C
14	Circuito del sensor de ambiental en corte	
17	Circuito del sensor de aleta abierto	FIJO EN - 2 °C
18	Circuito del sensor de aleta en corte	
19	Potenciómetro de compuerta de temperatura abierto o en corte	AJUSTE DE TEMPERATURA 17~25 °C : MAX FRIO
20	Potenciómetro de compuerta de temperatura defectuoso	AJUSTE DE TEMPERATURA 25~32 °C : MAX CALOR



DTC	Descripción de la Falla
-	Normal
B1234	Sensor de Temperatura interior abierto
B1233	Sensor de temperatura interior en corto
B1238	Sensor de temperatura ambiental abierto
B1237	Sensor de temperatura ambiental en corto
B1202	Sensor de temperatura del agua abierto
B1203	Sensor de temperatura del agua en corto
B1242	Sensor de temperatura del evaporador abierto
B1241	Sensor de temperatura del evaporador en corto
B1200	Sensor de humedad abierto
B1201	Sensor de humedad en corto
B1208	Potenciómetro de entrada abierto
B1209	Potenciómetro de entrada en corto
B1257	Sensor AQS abierto
B1258	Sensor AQS en corto
B1259	Falla del sensor AQS

El auto diagnóstico del módulo FATC detecta el mal funcionamiento eléctrico y suministra códigos de falla para los componentes del sistema en este caso. El método de activación puede diferir de vehículo en vehículo, por lo tanto es necesario consultar el manual de servicio. En los últimos modelos es posible leer los códigos de falla con el Hi-Scan Pro. El sistema también puede ser diagnosticado con el Hi Scan Pro. El módulo FATC se comunica con el Hi Scan y la característica de prueba de diagnóstico detectará el mal funcionamiento eléctrico y suministrará códigos de falla para los componentes del sistema con sospecha de falla. No sólo es posible leer los códigos de falla, sino que también puede observarse los datos actuales y ejecutar una prueba de actuadores como en muchos otros sistemas. Si no se tiene el Hi Scan Pro disponible, también es posible leer los códigos de falla mediante la detección interna de falla.