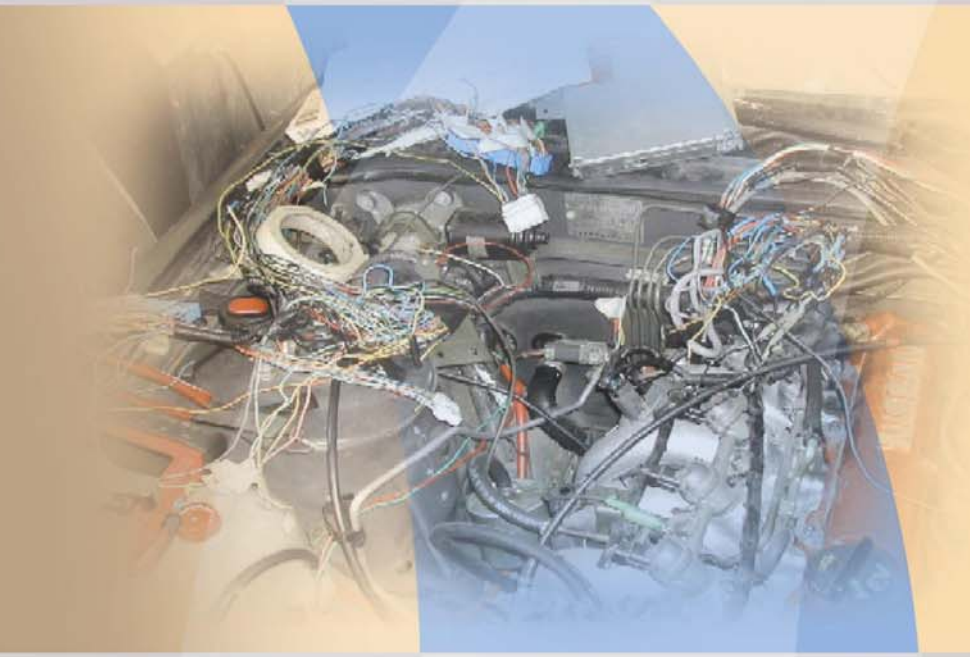
جامعة فلسطين التقنية - خضوري
قسم المهن الهندسية
برنامج هندسة السيارت - دبلوم



تكييف سيارات

في تخصص دبلوم
هندسة السيارات

03304110

إشراف: م. أحمد صلاح

المحتوى	الصفحة
تمهيد	
الوحدة الأولى : الأبعاد والوحدات	١
الوحدة الثانية : وسيط التبريد	٧
الوحدة الثالثة : النظرية الأساسية لعملية التبريد	٣٤
الوحدة الرابعة : منظومة التهوية	٤٣
الوحدة الخامسة : منظومة التسخين	٥٣
الوحدة السادسة : منظومة التكييف والتبريد	٦١
الرموز والمصطلحات	٨٥
المراجع	٩٥
الفهرس	

تمهيد

شهدت تصميمات ومكونات المركبات في خلال السنوات الأخيرة عدة تغييرات واضحة مقارنة بمثيلاتها في السنوات السابقة. لقد أدخلت تقنية التكييف في كثير من المركبات نظراً لما شهدته هذه التقنية من طفرات وقفزات سريعة في كافة المجالات. لذلك كان الهدف من تدريس هذه الحقيبة التدريبية الخاصة بتكييف هواء المركبات الخاصة بتخصص كهرباء السيارات في الكليات التقنية في تخصص دبلوم هندسة السيارات هو تزويد المتدرب بالمعلومات العلمية الأساسية لهذه المنظومة. بلغة سهلة ومبسطة روعي فيها استخدام أساليب متنوعة في عرض محتويات الحقيبة. وقد زودت هذه الحقيبة بالرسومات التوضيحية والجداول. الهدف منها مساعدة المتدرب على استيعاب المادة العلمية.

وحتى تتحقق الأهداف المرجوة من هذه المادة العلمية فقد قسمت إلى ست وحدات تدريبية كالتالي:

الوحدة الأولى : وتشتمل على الأبعاد والحدات التي تدخل في تكييف هواء المركبات.

الوحدة الثانية: وتشتمل على وسيط التبريد المستخدم في مجال التبريد والتكييف.

الوحدة الثالثة: وتشتمل على النظرية الأساسية لعملية التبريد المستخدمة في تكييف هواء المركبات.

الوحدة الرابعة: وتشتمل على منظومة التهوية المستخدمة في تكييف هواء المركبات.

الوحدة الخامسة: وتشتمل على منظومة التسخين المستخدمة في المركبات .

الوحدة السادسة: وتشتمل على منظومة التكييف والتبريد المستخدمة في تكييف هواء المركبات.

تم مراعاة وضع جميع الرموز والمصطلحات الفنية باللغة الإنجليزية في في نهاية هذه الحقيبة .

في نهاية هذه الحقيبة تم إدراج قائمة بالمراجع العلمية التي استخدمت في إعدادها ويمكن للمتدرب الرجوع إليها لمزيد من البحث والاستفادة في مجال تكييف هواء المركبات.

نتمنى لجميع المتدربين كل التوفيق في استيعاب وفهم هذه الحقيبة والتي تختص بجزء كبير من مجال عمله في المستقبل بإذن الله.

وأتمنى للجميع النجاح ، والله ولي التوفيق.

تكييف الهواء بالمركبات

الأبعاد والوحدات

الوحدة الأولى

الأبعاد والوحدات

إن النتائج الكمية لأي بحث تقني أو هندسي يجب في النهاية التعبير عنها بدلالة الأرقام. عليه لابد من الفهم الواضح للأبعاد والوحدات التي تصف الكميات الهندسية الشائعة الاستخدام في مجال التبريد والتكييف.ومن المهم جدا عدم الخلط بين المصطلحين الأبعاد والوحدات. فالبعد عبارة عن مصطلح يصف الكمية الفيزيائية التي تكون تحت الدراسة. فالطول، المساحة، الكتلة، الحجم، الزمن، السرعة، درجة الحرارة، الطاقة تعتبر كلها أبعاد مختلفة. ويمكن بطبيعة الحال التعبير عن بعض هذه الأبعاد بدلالة أخرى. فالمساحة هي مربع الطول والسرعة هي المسافة (بعد طولي) مقسومة على الزمن.

أما الوحدة فهي عبارة عن مصطلح يستخدم في قياس حجم أو مقدار كمية ذات بعد معين. ولهذا فإن الأمتار والأقدام والكيلومترات والأميال تكون كلها وحدات لقياس بعد الطول. هناك عدة أنظمة للوحدات استخدمت وما زالت تستخدم إلا أن التطورات الأخيرة اقتضت تطبيع نظام جديد يستخدم في جميع أنحاء العالم. عليه فقد تم تعديل النظام المتري وسمي بالنظام العالمي للوحدات "International System of Units" والمعروف اختصارا بالرمز (SI) في جميع اللغات.

وعلى الرغم من ذلك فإننا في مجال التبريد والتكييف سوف نتعامل مع الأنظمة القديمة للوحدات لسنوات عديدة وذلك لأن كثيرا من المواصفات الصناعية والبيانات في المنشورات التقنية والعلمية والكتب الدراسية في مجال التبريد وتكييف الهواء ما زالت موجودة بالأنظمة القديمة للوحدات. عليه لابد للمتدربين أن تكون لديهم المقدرة على التحويل من الوحدات القديمة إلى نظام ألـ SI.

مثال

حول سرعة $miles/hr$ **60 إلى** $m/\sec$

الحل:

$1\ \text{ft} = 0.3048\ \text{m},\ 1\ \text{mile} = 5280\ \text{ft},\ 1\ \text{hr} = 3600\ \sec$

هذه العلاقات يمكن التعبير عنها بطريقة بديلة كما يلي:

$$0.3084 \times \frac{\text{m}}{\text{ft}} = 1$$

$$5280 \times \frac{\text{ft}}{\text{mile}} = 1$$

$$3600 \times \frac{\sec}{\text{hr}} = 1$$

وحيث إن كلاً من معاملات التحويل هذه تساوي الواحد (الوحدة) فإن أي كمية يمكن أن تضرب بها أو تقسم عليها بدون تغيير قيمتها. فإذا رتبت المعاملات بحيث تحذف الوحدات غير المطلوبة فإن النتيجة المرغوبة سوف يتم الحصول عليها:

$$\left(60\ \frac{miles}{hr}\right)\left(0.3048\ \frac{m}{ft}\right)\left(5280\ \frac{ft}{miles}\right)\left(\frac{1}{3600}\ \frac{hr}{\sec}\right) = \frac{(60)(0.3048)(5280)}{3600}\ \frac{m}{\sec} = 26.8\ \frac{m}{\sec}$$

وتعطى جداول لمعاملات التحويل في كل المعاجم العلمية والهندسية وفي كثير من الكتب الدراسية، كما يمكن استخدام الطريقة في المثال أعلاه بكل سهولة.

سنعطي هنا مراجعة مختصرة لوحدات نظام ألـ SI والمستعملة في مجال التبريد والتكييف.

الوحدات الأساسية لنظام ألـ SI هي:

- وحدة الطول وتساوي واحد متر (1 m)
- وحدة الكتلة وتساوي واحد كيلوجرام (1 kg)
- وحدة الزمن وتساوي واحد ثانية (1 sec)
- وحدة درجة الحرارة وتساوي واحد كلفن (1 K)

أما الوحدات المشتقة المستخدمة في هذا المجال فهي:

١. **الحجم:**

وهي وحدة الحجم هي المتر المكعب (m^3).

٢. **السرعة:**

وهي معدل تغير المسافة بالنسبة للزمن ووحداتها متر لكل ثانية (m/sec)

٣. **القوة:**

وهي وحدة القوة تسمى بالنيوتن Newton ويرمز لها بالرمز (N)، وهو وحدة القوة التي تعجل كتلة كيلوجرام واحد بعجلة مقدارها متر واحد لكل ثانية تربيع (m/sec^2).

٤. **الضغط:**

يعرف الضغط بأنه القوة على وحدة المساحة. عليه فوحدات الضغط الأساسية هي نيوتن/متر مربع(N/m^2).

٥. **الكثافة:**

وتعرف على أنها الكتلة لوحدة الحجم أي أن وحدات الكثافة هي كيلوجرام/متر مكعب (kg/m^3).

٦. **الحجم النوعي:**

وهو مقلوب الكثافة ويعرف بأنه الحجم لوحدة الكتل ووحدته m^3/kg.

٧. **الطاقة:**

و هي السعة لعمل شغل ما ووحداتها هي نيوتن.متر ($N \cdot m$) أو الجول (J).

٨. **القدرة:**

وتعرف على أنها معدل إنجاز الشغل ووحداتها الوات (Watt, W).

هناك بعض الكميات سيتم تعريفها وتسمية وحداتها عند التعرض لها في حينها.

نحتاج في كثير من الأحيان للتعامل مع أعداد ضخمة جداً وصغيرة جداً لذلك فإنه من الضروري استخدام مضاعفات العشرة كما هو موضح في الجدول التالي:-

مضاعفات العشرة			أجزاء العشرة		
الاسم	الرمز	المضاعف	الاسم	الرمز	المضاعف
دكا deca	da	10	ديسي deci	d	10^{-1}
هيكتو hecto	h	10^{2}	سنتي centi	c	10^{-2}
كيلوkilo	k	10^{3}	ملي milli	m	10^{-3}
ميقا mega	M	10^{6}	مايكرو micro	μ	10^{-6}
قيقا giga	G	10^{9}	نانوnano	n	10^{-9}
تيرا tera	T	10^{12}	بيكو pico	p	10^{-12}

كما ذكرنا أن وحدة القوة هي النيوتن، ويتم الحصول عليها من قانون نيوتن الثاني للحركة والذي ينص على أن القوة تتناسب مع معدل التغير الزمني لكمية الحركة (الزخم) ولكتلة معينة يمكن كتابة قانون نيوتن كالتالي:

$$F = \frac{1}{g_c} ma$$

حيث F هي القوة و m هي الكتلة و a هي العجلة وg_c هي مقدار ثابت تعتمد قيمته ووحدته على الوحدات المستخدمة للقوة والكتلة والعجلة. في النظام SI تكون وحدة القوة هي النيوتن وتعرف كما يلي:

$$1\ newton = \frac{1}{g_c} \times 1\ kg \times 1\ m/\sec^2$$

وعليه فإن

$$g_c = 1 \frac{kg\ m}{newton \times \sec^2}$$

وفي النظام الإنجليزي فإن:

$$1\ lb_f = \frac{1}{g_c} \times 1\ lb_m \times g\ ft/\sec^2$$

نلاحظ أن القيمة العددية لـ(g_c)في النظام الإنجليزي هي $32.174 \frac{ft\ lb_m}{lb_f\ \sec^2}$ في حين أن قيمة هذا الثابت في النظام SI هي واحد فقط.

إن الوحدات المستخدمة للطاقة في النظام الإنجليزي هي وحدة طاقة حرارية Btu و للتحويل في

الطاقة بين هذه الوحدة ووحدات SI هي كالتالي:

$$1\ Btu = 1054.35\ J\ (or\ N.\ m)$$

مميزات النظام العالمي للوحدات (SI System)

من مميزات النظام العامي للوحدات:

- توحيد اللغة للوحدات.
- تسهيل تبادل المعلومات العلمية لوجود مصطلحات قياسية موحدة.
- توفير الوقت والمجهود اللازمين للحسابات وذلك لأن النظام يستخدم أجزاء ومضاعفات العشرة.
- ألغى النظام العام أي لبس بين الكتلة والوزن إذ اعطاهما أسماء مختلفة لوحداتهما وهي kg للكتلة و N للوزن.
- هناك وحدة واحدة لكل كمية طبيعية مهما اختلفت نوعيتها فمثلا الطاقة وحدتها ألـ J أو ألـ N.m مهما كان نوع الطاقة: طاقة حركة، طاقة داخلية، شغل أو طاقة كهربية.

مثال:

إذا أكلت قطعتين من الفطير طاقة كل منهما 400 kJ، خلال ساعة، احسب القدرة بالوات W.

$$\text{Power, P} = 2 \times 400\ {}^{kJ}\!/_{hr}$$

$$P = \left(800\frac{kJ}{hr}\right)\left(\frac{1000J}{kJ}\right)\left(\frac{hr}{3600\,sec}\right) = 222.2\ {}^{J}\!/_{sec} = 222.2\ W$$

مثال

ثلاث أنواع من الطاقات:

$$E_1 = 4000\ J$$
$$E_2 = 10\ W.hr$$
$$E_3 = 20\ kN.m$$

أوجد مجموع الطاقات بـ kJ و BTU.

الحل:

$$\sum E = (4000\ J)\left(\frac{kJ}{1000J}\right) + \left(10\frac{J}{\sec}hr\right)\left(\frac{3600\sec}{hr}\right)\left(\frac{kJ}{1000J}\right) + (20\ kN.m)\left(\frac{kJ}{kN.m}\right)$$

$$\sum E = 4 + 36 + 20 = 60\ kJ$$

$$\sum E = (60\ kJ)\left(\frac{1BTU}{1.055\ kJ}\right) = 56.87\ BTU$$

تكييف الهواء بالمركبات

وسيط التبريد

الوحدة الثانية

وسيط التبريد Refrigerants

وسيط التبريد هو عبارة عن مادة تعمل على نقل الحرارة من داخل غرفة أو حيز إلى الخارج، فمثلاً في جهاز التبريد الأساسي يتبخر وسيط التبريد السائل في المبخر مكتسبا كمية من الحرارة يفقدها عند مروره على المكثف، كذلك وسيط التبريد هو عبارة عن المادة التي يمكن تحويلها بسهولة من سائل إلى بخار وبالعكس. المواد المستعملة كوسائط للتبريد يجب أن تتوفر لديها الخواص التالية:

- يجب إن تكون غير سامة Non-poisonous.
- يجب إن تكون غير قابلة للانفجارNon-explosive.
- يجب إن تكون غير قابلة لتسبب التآكل Non-corrosive.
- يجب إن تكون غير قابلة للالتهاب Non-flammable .
- يجب إن تكون سهلة الاكتشاف عند تسربها.
- يجب إن تكون سهلة التحديد عند تسربها.
- يجب إن يعمل الوسيط على ضغط منخفض (درجة غليان منخفضة).
- يجب إن يكون مستقرا في الحالة الغازية.
- يجب إن يكون غير ضار بجسم الإنسان عند التلامس.
- يجب إن يكون مستقرا كيمائياً – لزج – رخيص السعر.
- يجب إن يكون نسبة حجم الوسيط السائل إلى كتلته عالية ليعمل ذلك على زيادة كفاءة أجهزة التحكم.
- يجب إن تكون نسبة حجم الوسيط المتبخر إلى كتلته بسيطة لتقليل الحمولة على الضاغط.
- يجب إن تكون الحرارة الكامنة للوسيط عالية ليعطي ذلك درجة أفضل من التبريد لكل kg من البخار يتم ضغطه.
- الفرق بين الضغط في المكثف والمبخر يجب أن يكون قليلا لتسهيل عملية الانضغاط على الضاغط وبالتالي ارتفاع كفاءته.

من المستحسن أن يكون الضغط في دائرة التبريد (الثلاجة مثلاً) أعلى بقليل من الضغط الجوي لتفادي تسرب الهواء إلى داخل الدائرة. كما أنه تتم المقارنة بين وسائط التبريد المختلفة في صناعة التبريد على أساس عملها بين درجتي حرارة $-15°C$ درجة تبخير و $30°C$ درجة تكثيف.

وتصنف وسائط التبريد إلى ثلاث مجموعات:

- المجموعة الأولى Group I: وهي الوسائط الأكثر أماناً (الهالوكاربونات – عائلة الفريون). مثال ذلك: R-12، R-22، R-502
- المجموعة الثانية Group II: سامة ولحد ما قابلة للاشتعال، مثال ذلك (Methyl chloride) R-40 و R-764 (Sulfur dioxide)
- المجموعة الثالثة Group II: وهي مجموعة وسائط التبريد القابلة للاشتعال، مثال ذلك R-170 (Ethane) وR-290 (Propane)

أيضا تنقسم وسائط التبريد إلى قسمين:

١. وسائط التبريد الأولية Primary Refrigerants:

وسائط التبريد مثل R-12 ، R-12 وR-502 تسمى بوسائط التبريد الأولية PRIMARY REFRIGERANTS لأنها تغير حالتها عند اكتسابها أو فقدانها للحرارة.

٢. وسائط التبريد الثانوية Secondary Refrigerants:

وسائط التبريد الثانوية الأكثر استعمالا هي الماء، كلوريد الكالسيوم، كلوريد الصوديوم، المحاليل الملحية (brines) ، الإثلين ، الميثانول (methyalcohol) والجلسرين.

وسائط التبريد الأولية Identifying Primary Refrigerants

يعرف وسيط التبريد الأولي بالحرف (R) متبوعا بثلاثة أعداد وذلك وفقا للتسمية التي أطلقتها عليها الجمعية الأمريكية لمهندسي التدفئة، التبريد والتكييف (ASHRAE).

يتم تقسيم وسائط التبريد(الفريونات) إلى:

١. الكلوروفلوروكاربونات (Chlorofluorocarbons CFCs) وهي تتكون من الكربون، الفلور والكلور (بدون هيدروجين). مثال: R11 ، R12 و R114 .
٢. الهيدروكلوروفلوروكاربونات (Hydrochlorofluorocarbons or HCFCs) وهي تتكون من الكربون، الفلور، والكلور والهيدروجين. مثال ذلك: R-22 or R-123 .
٣. الهيدروفلوروكاربونات Hydrofluorocarbons or HFCs وهي التي تكون خالية من ذرات الكلور، مثل: R-134a .
٤. وسائط مركبة: تتكون من مزيج من وسيطين للتبريد.

التركيب الكيميائي لوسائط التبريد الأولية

١. الفلوروكربونات: Flurocarbons

الرقم الأول = عدد ذرات الكربون - ١

عدد ذرات الكربون	= الرقم الأول+١

في حالة عائلة الفريونات R11 ,…. ,R22 الرقم الأول صفر

وعليه يتضح أن عدد ذرات الكربون = صفر+١ =١

الرقم الثاني = عدد ذرات الهيدروجين + ١

عدد ذرات الهيدروجين	= الرقم الثاني- ١

عدد ذرات الفلور	= الرقم الثالث

عدد ذرات الكلور	= الذرات المتبقية

مثال ١

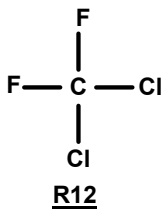
فريون ١٢ 12 Dichlorofluromethane

عدد ذرات الكربون = صفر+١=١

عدد ذرات الهيدروجين = ١- ١ = صفر

عدد ذرات الفلور =٢

التركيب:



R12

∴ عدد ذرات الكلور =٢

عليه يصبح التركيب الكيميائي لفريون R12 هو CCl_2F_2

مثال٢

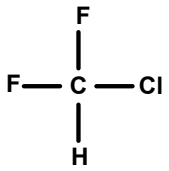
فريون٢٢ Monochlorofuromethane R22

عدد ذرات الكربون = صفر+١ =١

عدد ذرات الهيدروجين =٢- ١=١

عدد ذرات الفلور =٢

التركيب



R22

∴ عدد ذرات الكلور =١

عليه يصبح التركيب الكيميائي لفريون R12 هو $CHClF_2$

مثال٣

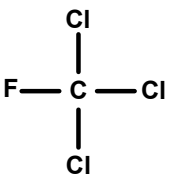
فريون ١١ R11 Trichloromonofluromethane

عدد ذرات الكربون =صفر+١ =١

عدد ذرات الهيدروجين =١- ١= صفر

عدد ذرات الفلور =١

التركيب



R11

∴ عدد ذرات الكلور=٣

عليه يصبح التركيب الكيميائي لفريون١١ هو CCl_3F

عائلة HFC (الهيدروفلوركاربونات)

مثال:

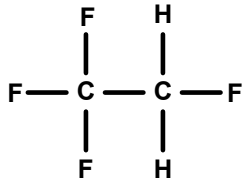
وسيط التبريد Tetrafluroethane (CF_3CH_2F)

الرقم الأول = عدد ذرات الكربون - ١ =٢- ١ =١

العدد الثاني = عدد ذرات الهيدروجين + ١ =٢+١=٣

العدد الثالث =عدد ذرات الفلور =٤

- لا يوجد فلور
- التركيب



R134a

- إذن رقم وسيط التبريد (CF_3CH_2F) هو R134a

وسائط التبريد غير العضوية Inorganic Refrigerants

تميز بالوزن الجزئي + 700 R(700+mwt)

مثال(١)

النشادر(الأمونيا) NH_3

الوزن الجزئي للأمونيا ١٤+٣=١٧

عليه يصبح تمثيل النشادر هو $R717$

مثال(٢)

ثاني أكسيد الكربون CO_2

الوزن الجزئي =١٢+٢×١٦=٤٤

عليه يصبح تمثيل ثاني أكسيد الكربون هو $R744$

مثال(٣)

الماء H_2O

الوزن الجزئي =١٦+٢=١٨

عليه يصبح تمثيل الماء هو $R718$

كما أن أسطوانات حفظ وسيط التبريد تعرف كل أسطوانة وسيط تبريد معين بلون معين لتسهيل معرفة نوعية وسيط التبريد الذي تحتويه الأسطوانة. الجدول التالي يوضح التركيب الكيميائي لبعض وسائط التبريد المستعملة مع بيان لون الأسطوانة الذي يحفظ فيه ذلك الوسيط.

وسيط التبريد	الصيغة	الاسم العام	لون أسطوانة الوسيط
R11	(CCl_3F)	Trichloromonofluoromethane	برتقالي Orange
R12	(CCl_2F_2)	Dichlorodifluoromethane	أبيض White
R13	$(CClF_3)$	Monochlorotrifluoromethane	أزرق فاتح Pale Blue
R134a	(CF_3CH_2F)	Tetrafluroethane	أرجوان Purple
R22	$(CHClF_2)$	Monochlorodifluoromethane	أخضر Green
R40	(CH_3Cl)	Monochlorotrifluoromethane	
R502	$(48.8\%R22+51.2\%R115)$	-	أحمر بنفسجي خفيف Orchid
R717	(NH_3)	Ammonia	فضي Silver

جدول يوضح لون أسطوانات بعض وسائط التبريد

ولوسائط التبريد المذكورة سابقا، سوف تتم مقارنة الخصائص التالية:

الخصائص الحرارية Thermodynamic Properties

أ ـ درجة الحرارة و الضغط Temperature & Pressure

درجة الغليان (boiling point) لمختلف وسائط التبريد عند الضغط الجوي يبينها الجدول التالي:

نوع وسيط التبريد	درجة الغليان $(°C)$
R11	23.7
R12	-29.4
R13	-81.4
R134a	-26.1
R22	-40.8
R40	-11.8
R502	-46.0
R717	-33.0

جدول يبين درجة الغليان لبعض وسائط التبريد عند الضغط الجوي

يلاحظ من الجدول أعلاه أن وسيط التبريد R13 - والذي يستعمل عادة عند درجات الحرارة المنخفضة في الوحدات المتعاقبة Cascade systems - يتطلب تفريغاً كاملاً.

تتغير وسائط التبريد عند تغير الطور وتعطى دائماً في جداول كما في الجدول التالي الخاص بفريون R134a مبينا فيه درجة حرارة التشبع(T) وضغط التشبع (p)، الحجم النوعي (v) في حالة السيولة والغازية وأيضا طاقة الإنثالبي (h) عند السيولة والغازية كما يبين الجدول أيضا الحرارة الكامنة:

درجة الحرارة	الضغط	الحجم النوعي		طاقة الانثالبي		الحرارة الكامنة
$T\{°C\}$	$p\{bar\}$	$v'(l/kg\}$	$v''(l/kg\}$	$h'\{kJ/kg\}$	$h''\{kJ/kg\}$	$L\{kJ/kg\}$
-26	1.020	0.726	188.56	166.35	381.71	215.37
-25	1.067	0.728	180.67	167.59	382.34	214.75
-24	1.116	0.730	173.18	168.84	382.97	214.13

جدول يبين **بعض من جدول وسيط التبريد** R134a

وخاصية الضغط بالنسبة لوسائط التبريد هامة جداً حيث إن وسائط التبريد التي تعمل عند ضغوط مرتفعة تحتاج إلى أجهزة قوية لتتحمل ذلك الضغط وغالبا ما تكون هذه الأجهزة غالية الثمن.

ب ـ الحجم النوعي Specific volume (v)

تتم مقارنة الحجم النوعي لوسائط التبريد عند $15°C-$ درجة تبخير و عند حالة التشبع الغازية $(x=1)$- والجدول التالي يوضح تلك القيم:

وسيط التبريد	الحجم النوعي (l/kg)
R11	766.73
R12	91.45
R13	-
R40	279.3
R134a	120.15
R22	77.70
R502	50.02
R717	507.9

جدول يبين الحجم النوعي لبعض وسائط التبريد

ج ـ الحرارة الكامنة والتأثير التبريدي

وسيط التبريد	الحرارة الكامنة◊	التأثير التبريدي*	معدل سريان وسيط التبريد
	(kJ/kg)	(kJ/kg)	$(kg/\min/kW)$
R11	195.30	156.73	0.383
R12	159.55	117.16	0.512
R134a	208.29	146.96	0.408
R22	217.00	162.47	0.369
R40	-	349.058	0.172
R502	156.61	104.39	0.575
R717	1311.3	1104.68	0.054

جدول يبين الحرارة الكامنة والتأثير التبريدي لبعض وسائط التبريد

*التأثير التبريدي عند $15°C-$ درجة تبخير و $30°C$درجة تكثيف

◊ الحرارة الكامنة عند $15°C-$ درجة تبخير

الخصائص الفيزيائية Physical Properties

الخصائص الفيزيائية هي الخصائص التي ليس لها تأثير مباشر على كمية الحرارة التي يمكن أن يمتصها وسيط التبريد أو يفقدها وتعتبر الخصائص الفيزيائية هذه أساسية عند اختيار وسيط التبريد. ومن هذه الخصائص الفيزيائية نذكر التالي:

أ- ذوبان وسيط التبريد في الزيوت Oil Miscibility :

ذوبان وسائط التبريد في الزيوت له مزايا ومساوئ، ومن مزايا ذوبان وسيط التبريد مع الزيوت تسهيل عملية التشحيم والسهولة النسبية لرجوع الزيت مرة أخرى للضاغط. أما أهم عيوب ذوبان وسيط التبريد في الزيت هو تخفيف الزيت في الضاغط ورداءة انتقال الحرارة بواسطة الزيت.

الجدول التالي يوضح قابلية بعض وسائط التبريد للذوبان في الزيت:

وسيط التبريد	هل يذوب وسيط التبريد مع الزيت ؟
R11	نعم
R12	نعم
R13	نعم
R40	نعم
R134a	لا
R22	نعم
R717	لا

جدول يبين ذوبان بعض وسائط التبريد في الزيت

ب ـ الرائحة Odor :

الرائحة	وسيط التبريد
أثيرية لحد ما slightly ethereal	R11
أثيرية لحد ما slightly ethereal	R12
أثيرية لحد ما slightly ethereal	R22
أثيرية لحد ما slightly ethereal	R502
لاذعة pungent	R717

جدول يبين رائحة بعض وسائط التبريد

ج ـ سلامة وسيط التبريد (safety) :

يجب إن يكون وسيط التبريد المستعمل في دوائر التبريد غير سام وغير قابل للانفجار (الاشتعال) وذلك لضمان سلامة الذين يتعاملون مع مثل هذه الوسائط. الجداول التالية توضح مدى سلامة بعض وسائط التبريد:

وسيط التبريد سام	وسيط التبريد
لا	R11
لا	R12
لا	R13
نعم	R40
لا	R134a
لا	R22
لا	R502
نعم	R717

جدول يبين سمّية بعض وسائط التبريد

وسيط التبريد	وسيط التبريد قابل للاشتعال و الانفجار
R11	لا
R12	لا
R40	نسبيا
R134a	لا
R22	لا
R502	لا
R717	نسبيا

جدول يبين قابلية بعض وسائط التبريد للاشتعال أو الانفجار

د ـ الرطوبة في وسائط التبريد:

إن وجود الرطوبة (الماء) في أنظمة التبريد يعرض أنظمة التحكم للتلف نتيجة الانسداد وذلك عندما تتجمد المياه وتتحول إلى ثلج صلب عند درجات الحرارة المنخفضة. كذلك فإن وجود المياه مع بعض وسائط التبريد عند درجات الحرارة العالية (بعد الضاغط) يكون له تأثير ضار حيث يعمل على تحلل وسيط التبريد ويتحد مع الماء مكونا أحماضا قد تكون ضارة جدا. كذلك فإن وجود المياه قد يسبب الصدأ والتآكل أو تحلل زيت التبريد في الضاغط مما يعرض المحرك الكهربائي للاحتراق خاصة في الضواغط المقفلة والتي لا يمكن الكشف عن حالة الزيت بها أثناء الظروف العادية في العمل.

وحيث إنه من الصعب إزالة كل الرطوبة من وسيط التبريد ، فإن كمية الرطوبة يجب أن تكون في الحدود المسموح بها. علماً بأن كمية الرطوبة المسموح بها تتوقف على:

١. نوع وسيط التبريد:

الجدول التالي يوضح الحدود المسموح بها لكمية الرطوبة لبعض أنواع وسائط التبريد بوحدات جزء لكل مليون جزء (ppm):

وسيط التبريد	النسبة المسموح بها(ppm)	أقصى نسبة (ppm)
R134a	أقل من 5	أكبر من 15
R22	أقل من 30	أكبر من 100
R502	أقل من 15	أكبر من 50

جدول يبين الرطوبة المسموح بها لبعض وسائط التبريد

كيميائيا يتغير لون وسيط التبريد مع زيادة نسبة الرطوبة. وعندما يدل لون المبين على إن نسبة الرطوبة في وسيط التبريد أصبحت مرتفعة فإنه يجب تغيير المجفف فورا.

٢. أقل درجة حرارة موجودة في النظام:

الجدول التالي يوضح نسبة الرطوبة المسموح بها عند درجات الحرارة المختلفة:

نسبة الرطوبة					درجة الحرارة
R13B1	R502	R500	R22	R12	°C
2	40	48	120	1.7	-40
5	69	81	195	3.8	-20
10	115	129	308	8.3	0
21	180	200	472	17	20
40	278	293	690	32	40

جدول يبين نسبة الرطوبة عند درجات الحرارة المختلفة

يلاحظ أن كمية الرطوبة المسموح بها تزداد بازدياد درجة الحرارة.

هـ - اختبار التسريب (عدم الإحكام):

لاختبار تنفيس دائرة التبريد يلزم أولاً رفع ضغط وسيط التبريد الموجود بداخلها وبعد ذلك يتم فحص كل جزيء من الدائرة يحتمل حدوث التنفيس به. وفي الحالة التي لم تشحن الدائرة بوسيط التبريد يكون من الأوفر في مثل هذه الحالة شحنها جزئيا بوسيط التبريد حتى يرتفع الضغط داخلها إلى حوالي $40MPa$ وبعد ذلك يستعمل غاز النيتروجين الجاف أو ثاني أكسيد الكربون الجاف. هذا الضغط يمكن رفعه إلى $180MPa$ في المنشآت الكبيرة أو إلى $80MPa$ في المنشآت الصغيرة وهذا الضغط كاف لإجراء اختبار التسرب بدقة عالية.

توصل كل من أسطوانة غاز النيتروجين الجاف وأسطوانة وسيط التبريد بدائرة التبريد المراد اختبار التنفيس فيه.

الاحتياطيات الواجب مراعاتها عند اختبار التنفيس بواسطة النيتروجين:

- لا يستعمل قط غاز الأكسجين لرفع ضغط دائرة التبريد لأن ذلك قد يحدث انفجارا عند تلامسه مع الزيت الموجود بدائرة التبريد.
- يجب تركيب منظم للضغط مجهز بأجهزة قياس للضغط على أسطوانة النيتروجين.
- يجب تركيب بلف تصريف (Relief valve) على الأنبوب الموصل لدائرة التبريد وذلك حتى يمكن تلافي ارتفاع الضغط داخل دائرة التبريد فوق الحد المسموح به.
- يجب تركيب بلف عدم رجوع (Check valve) بعد أسطوانة وسيط التبريد مباشرة وذلك لمنع رجوع وسيط التبريد إلى الأسطوانة، مع ملاحظة أن ضغط أسطوانة غاز النيتروجين الكامل قد يسبب انفجارا لأسطوانة وسيط التبريد أو أجزاء من دورة التبريد في حالة عدم وجود بلف التصريف وبلف عدم الرجوع.

الطرق المختلفة للكشف عن أماكن التسريب:

١ – الكشف بواسطة لمبة التجربة (بواسطة اللهب).

٢ – الكشف بواسطة رغوة كاشفة (محلول الرغاوي).

٣ – الكشف باستخدام جهاز الكشف الإلكتروني.

١ ـ الكشف بواسطة لمبة التجربة (بواسطة اللهب) – مشعل هاليد

تعبأ لمبة التجربة بواسطة غاز البيوتان أو الكحول الميثلي أو غاز الإستلين ويتم بعد ذلك إشعال اللهب. يتم بعد ذلك إمرار الخرطوم المطاطي المتصل باللمبة على أماكن الوصلات فإذا تغير لون اللهب من الأزرق إلى الأخضر فإن ذلك يدل على وجود تسرب في هذا المكان.

٢ ـ الكشف بواسطة رغوة كاشفة (محلول الرغاوي)

في هذه الطريقة يتم تغطية الوصلات برغوة كاشفة (مواد كيمائية أو مسحوق الصابون المذاب في الماء) حيث تتصاعد فقاقيع غازية عند مكان التسرب.

٣ ـ الكشف باستخدام جهاز الكشف الإلكتروني

عند تشغيل الجهاز فإنه يصدر عنه إشارة صوتية تختفي تدريجيا مما يدل على إن الجهاز صالح للعمل. يمرر الجزء الحساس على الوصلات فإذا أحدث صوتا فإن هذا يدل على وجود تسرب لوسيط التبريد في ذلك المكان.

كيفية تحديد الوسيلة المناسبة لكشف التسريب How to Choose a Leak Detector?

كما عرفنا سابقاً أنه تسرب وسائط التبريد (مثل الكلوروفلوروكربونات CFCs) يؤدي إلى تلوث البيئة. ومن المؤسف إنه في بعض الأحيان لا يعلم بتسرب وسيط التبريد إلا بعد ملاحظة انخفاض أداء عمل وحدة التبريد؛ حينها يكون وسيط التبريد قد تسرب إلى الخارج.

من المهم أن نعرف أنه لا توجد هنالك طريقة محددة لكشف التسريب في كل الأحوال. ولكن النقاط التالية قد تقود إلى استعمال أو عدم استعمال طريقة معينة للكشف عن التسريب:

- نوعية وسيط التبريد.
- حجم النظام system size : يؤدي إلى تفضيل استعمال طريقة عن أخرى.
- مكان الوحدة: وضع وحدة التبريد أو التكييف مثلا داخل أو خارج المنزل، نوعية التهوية، الرياح.....إلخ .
- الضوضاء: وخاصة عند استعمال الأجهزة الإلكترونية الصوتية.
- الإضاءة: وخاصة عند استعمال أجهزة تعتمد على الضوء أو اللون، مثل: مشعل هاليد.

بعض الخصائص و الميزات لبعض وسائط التبريد

وسيط التبريد فريون ١١ R11 Trichloromonofluromethane CCl_3F

- درجة غليانه $23.7°C$ عند الضغط الجوي.
- غير سام وغير قابل للاشتعال.
- لا يحدث تآكلا لكنه يذيب المطاط.
- يستعمل مع ضواغط الطرد المركزية.
- يستعمل كمنظف من النداوة لأجزاء دائرة التبريد.
- يستعمل كمنظف للضواغط عند استبدالها.
- يمكن الكشف عليه بواسطة مشعل (هاليد) Halide torch.
- يحفظ في أسطوانات برتقالية اللون.

وسيط التبريد Dichlorodifluoromethane R12 (CCl_2F_2)

- كان أكثر عائلة الفريون استعمالاً.
- درجة غليانه $-29.4°C$.
- غير سام، وغير قابل للاشتعال أوالانفجار.
- مستقر كيميائياً.
- يذوب في الزيت إلى درجة $-68°C$ مما يجعل الزيت يتكون في المبخر البارد ثم يبدأ الزيت في الانفصال عن وسيط التبريد وبما إن الزيت أخف من الوسيط فإنه يمكن تجميعه على سطح الوسيط السائل.
- يمكن الكشف عليه بواسطة مشعل (هاليد) Halide torch
- يحفظ في أسطوانات بيضاء اللون.
-

وسيط التريد - (CF_3CH_2F) (R134a) Tetrafluroethane

- من مكونات HFC وهو البديل للفريون $R12$.
- يستعمل في الضواغط الدورانية، الحلزونية، التدحرجية وضواغط الطرد المركزي.
- غير سام، وغير قابل للاشتعال والانفجار ولا يأكل المعادن.
- درجة غليانه $-26.1°C$.
- لا يتفاعل مع الأوزون $(ODP = 0)$.
- معامل الأداء له أقل من فريون R12.
- يذوب في الماء عند درجة حرارة $25°C$.
- يعبأ في أسطوانات لونها أزرق خفيف light blue
- غير منسجم مع الزيوت المعدنية.
- الفلتر له من النوع المنخل الغشائي (molecular sieve).
- يجب عدم استعمال ممتص الرطوبة من نوع السليكون الهلامي (silicone gel)
- يمكن استعمال رغاوي الصابون، الصبغ الفلور سنت (florescent dyes) والكشاف الإلكتروني...الخ لكشف التنفيس.

وسيط التبريد (فريون٢٢) $(CHClF_2)$ **Monochlorodifluoromethane (R22)**

- درجة غليانه $-40.8°C$
- يستعمل في مجموعات تبريد ذات درجات الحرارة المنخفضة التي تستخدم في المصانع والمتاجر، كذلك يستخدم بكثرة في وحدات تكييف الهواء الشباكية والمنفصلة والمركزية.
- يختلط بالماء أكثر من فريون ١٢ لذا يلزم استعمال مجففات للتخلص من النداوة.
- يذوب في الزيت إلى درجة حرارة $-9°C$ وينفصل عن الزيت بنفس الطريقة المذكورة سابقاً.
- يمكن الكشف عليه بواسطة مشعل (هاليد) Halide torch
- يحفظ في أسطوانات خضراء اللون.

مزايا وسيط التبريد ٢٢ على الوسيط ١٢:

- صغر إزاحة الضاغط اللازمة حيث تصل إلى 60% تقريبا من الإزاحة اللازمة عند استخدام فريون١٢.فإذا أخذنا ضاغطا ذا إزاحة معينة فإن سعة التبريد عند استخدام R22 تكون أكبر بحوالي 60% من سعة التبريد عند استخدام R12.
- مواسير التبريد عند استخدام R22 تكون أصغر منها عند استخدام R12.
- قابلية الوسيط R22 لامتصاص النداوة (الرطوبة) أكبر بكثير من قابلية الوسيط R12 لذلك فإن R22 أقل تعرضا لمشكلات تجمد الماء.
- عندما تكون درجة حرارة المبخر بين $-29°C$ و $-40°C$ فإن الضغط في المبخر يكون أعلى من الضغط الجوي في حالة R22 أما بالنسبة R12 فإن الضغط يكون أقل من الضغط الجوي عند نفس هذه الدرجات.
- ما عدا ذلك فإن الوسيط R12 هو الأفضل نظرا لانخفاض درجة حرارة التصريف وامتزاجيته التامة للزيت.
-

وسيط التبريد (فريون٥٠٢) $(R22 + R115)$ $\{CHClF_2 + C_2ClF_5\}$ $R502$

- يتكون من 48.8% من R22 +51.2% من R115.
- غير قابل للاشتعال وغير سام.
- لا يأكل المعادن.

- مناسب للحصول على درجات حرارة منخفضة ومتوسطة(من $-18°C$ إلى $-51°C$).
- يستخدم في تجميد الأطعمة والآيس كريم.
- يستخدم في الضواغط الترددية فقط.
- درجة غليانه $-46°C$ عند الضغط الجوي.
- يجمع بين المواصفات الجيدة لكل من R12 وR22.
- يعطي سعة التبريد لفريون R22 مع درجة حرارة تكثيف R12 أي بضغط تصريف (condensing pressure) قليل نسبيا مما يطيل من عمر الضاغط وعمر الصمامات وبقية أجزاء الضاغط.
- له خواص تزييت جيدة نسبة لزيادة درجة لزوجة الزيت مع درجة حرارة التكثيف المنخفضة.
- بسبب انخفاض درجة حرارة المكثف فإن الضاغط لا يحتاج إلى تبريد كما يحدث لفريون ٢٢ (R22).
- يحفظ في أسطوانات (orchid) اللون.

النشادر (الأمونيا) (NH_3) R717

- من وسائط التبريد غير العضوية.
- مستقر جداً.
- سام للغاية.
- قابل للاشتعال والانفجار لحد ما.
- له خواص حرارية ممتازة ويعطي تأثيرا تبريديا لكل kg أعلى من أي وسيط آخر لذا يستعمل في مصانع الثلج ومصانع التعليب وغرف التخزين الباردة الكبيرة.
- درجة غليانه هي $-33°C$ عند الضغط الجوي.
- ضغطا التشغيل(العالي والمنخفض) أعلى من R12 وR22 لذا فهو يحتاج إلى مواسير أقوى نسبياً.
- يعمل على تآكل المواد غير الحديدية كالنحاس والنحاس الأصفر لذا يجب تجنب استعمالهما.
- لا يمتزج مع الزيت – لذا يلزم عمل الاحتياط لإزالة الزيت من المبخر وتركيب جهاز لفصل الزيت على خط التصريف في مجموعات النشادر.
- يتم الكشف عليه باستخدام شموع من الكبريت لأنها تعطي دخاناً أبيض عند تلامسها مع النشادر.

ثاني أكسيد الكبريت $SO_2(R764)$

- سام جدا لأنه ينتج من احتراق الكبريت.
- غير قابل للاشتعال وغير قابل للانفجار.
- كان يستخدم في ثلاجات المنازل وبعض التركيبات التجارية البسيطة في الفترة من ١٩٢٠ إلى ١٩٣٠م.
- استبدل بكلوريد الميثل $(CH_3Cl - R40)$ والذي استبدل أخيرا بالفريونات.
- درجة غليانه هي $-10°C$ عند الضغط الجوي.
- لا يمتزج بالزيت لكنه يطفو فوق الزيت مما يسهل عملية فصل وإرجاع الزيت.
- لا يأكل المعادن ولكنه يتفاعل مع النداوة مكونا حامض الكبريتوز (H_2SO_3) والكبرتيك (H_2SO4) وكلاهما شديدا الأكل للنداوة.

ثاني أكسيد الكربون $(CO_2 - R744)$

- غير سام.
- غير قابل للاشتعال وغير قابل للانفجار.
- نظرا لخواص الأمان التي يتمتع بها فقد استخدم في الماضي في البواخر وفي تكييف الهواء بالمستشفيات والمسارح والفنادق والأماكن الأخرى التي تتطلب الأمان التام.
- أحد عيوبه هو ارتفاع ضغطي التشغيل.
- كذلك من عيوبه أن معامل الأداء له قليل، تقريبا نصف معامل الأداء لأغلب وسائط التبريد الأخرى.
- درجة غليانه هي $-78.7°C$ عند الضغط الجوي وهي أقل من نقطة تجمده $(-56.6°C)$ لذا لا يوجد في حالة السيولة فهو يتسامى (يتحول من صلب إلى بخار مباشرة).
- لا يمتزج مع الزيت، ولذا لا يعمل على تخفيف زيت صندوق المرفق للضاغط وهو أخف من الزيت كالنشادر.

كلوريد الميثيل $CH_3\ Cl - R40$

- درجة غليانه هي $-23.7°C$ عند الضغط الجوي.
- غير سام.

- متوسط القابلية للاشتعال وقابل للانفجار لذا تم الاستغناء عنه كوسيط تبريد واستبدل بالفلوروكربونات.
- يأكل الألمونيوم، الزنك، المغنيسيوم وينتج عن اتحادهما مع كلوريد الميثيل مركبات قابلة للاشتعال والانفجار.
- مع النداوة يعطي حامض الأيدروكلوريك المخفف والذي يأكل المعادن الحديدية وغير الحديدية.
- قابل للذوبان في الزيت لذا تجب مراعاة التخفيف الذي سيحدث للزيت في صندوق المرفق عند اختيار نوعية الزيت.
- يكشف عنه بواسطة محلول الصابون أو مشعل (هاليد) ولكن لا ينصح باستعمال الطريقة الأخيرة هذه نظرا لقابلية الوسيط للاشتعال.

تطبيقات على استخدام وسائط التبريد

الجدول التالي يبين بعض الاستخدامات لوسائط التبريد المعروفة والأكثر انتشارا:

وسيط التبريد	الاستخدام
R134a,R22	الثلاجات المنزلية
R134a,R22,R502	مجمدات الأطعمة المنزلية
R134a	مكيفات هواء السيارة
R13,R502	التطبيقات gryogenic
R22,R500	المكيفات المنزلية
R134a,R22	مكيفات المباني العامة- سعة منخفضة
R11,R134a.R22	مكيفات المباني العامة- سعة متوسطة
R11,R134a	مكيفات المباني العامة- سعة كبيرة
R22,CO_2(SOLID)	خدمات توصيلات الأطعمة المنزلية
N_2	انكماش المعادن
R11	العمليات الصناعية
CO_2,N_2	تجميد الأطعمة
R11	للتنظيف، إزالة النداوة

جدول يبين الاستخدامات لبعض وسائط التبريد

يلاحظ أن بعض أنواع وسائط التبريد تصلح لعدة استخدامات.

اختيار وسائط التبريد حسب نوع الضاغط

أحيانا تختار وسائط التبريد حسب نوع الضاغط المستخدم وحسب القدرة المطلوبة للتبريد كما يوضح الجدول التالي:

مجال الاستخدام	نوع الضاغط	وسيط التبريد
للتكييف – سعة 200-2000TR	طرد مركزي Centrifugal	R11
لأنظمة التكييف الكبيرة وأنظمة التبريد.الثلاجات المنزلية كالتي تستعمل لحفظ الأغذية وصناعة الآيس كريم، مبردات المياه..الخ	طرد مركزي Centrifugal ضواغط ترددية Reciprocating دورانية Rotary	R12
التكييف المنزلي والتجاري، وحدات حفظ الأغذية، تجميد الأغذية، وحدات العرض، وللاستعمالات عند درجات الحرارة المتوسطة والمنخفضة	ضواغط ترددية Reciprocating طرد مركزي Centrifugal	R22
الثلاجات ومكيفات الشباك المنزلية خاصة عندما تكون الذبذبة 50 Hz	ضواغط ترددية Reciprocating	R500
ثلاجات عرض الأغذية المجمدة والآيس كريم والمجمدات المنزلية	ضواغط ترددية Reciprocating	R502
أنظمة التبريد ذات درجة الحرارة المنخفضة $-90°C$–	ضواغط ترددية Reciprocating	R503
أنظمة التبريد ذات درجة الحرارة المنخفضة $-90°C$–	ضواغط ترددية Reciprocating	R13
أنظمة التكييف الصغيرة والمتوسطة وأنظمة التبريد الصناعية	طرد مركزي Centrifugal	R113

جدول يبين نوع الضاغط المستخدم مع بعض وسائط التبريد

أداء وسائط التبريد:

الجدول التالي يقارن بين أداء وحدات التبريد المختلفة وذلك عند الأحوال التالية:

- درجة حرارة المبخر $0°C$
- درجة حرارة المكثف $50°C$

وسيط التبريد	التركيب الكيميائي	طاقة التبريد (kJ/m^3)	نسبة الانضغاط $(r=\frac{p_c}{p_e})$	ضغط المكثف (p_c, bar)	معامل الأداء (COP)
R11	CCl_3F	443	5.9	2.4	5.53
R21	$CHFCl_2$	636	5.68	4.0	4.64
R22	$CHCl_2F$	3671	3.88	19.3	5.14
R114	$C_2Cl_2F_7$	784	5.06	4.5	4.61
R717	NH_3	42.75	4.96	20.6	5.53

جدول يبين مقارنة أداء بعض وسائط التبريد

وسائط التبريد الثانوية Secondary Refrigerants

وسائط التبريد الثانوية الأكثر استعمالا هي الماء، كلوريد الكالسيوم، كلوريد الصوديوم، المحاليل الملحية (brines)، الإثلين، الميثانول (methyalcohol) والجلسرين.

الماء هو أكثر الوسائط الثانوية استعمالا حيث يستعمل في أجهزة التكييف الضخمة وعمليات التبريد التي تصل درجة الحرارة المطلوب فيها أعلى من درجة حرارة التجمد للماء.

يعتبر الماء أجود الوسائط الثانوية وذلك للأسباب التالية:

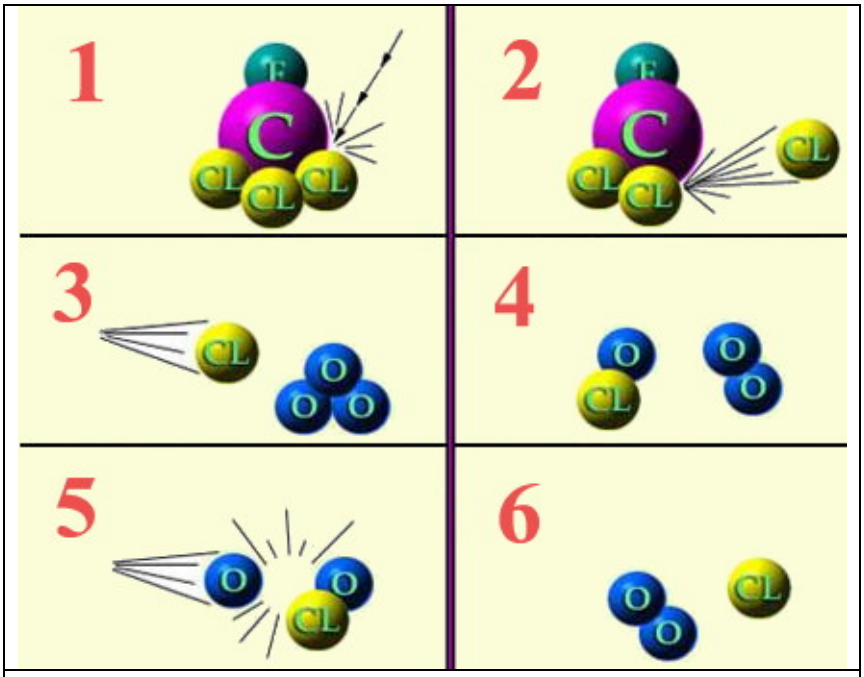
- خواصه الانسيابية.
- حرارته النوعية عالية $(c_p = 4.18kJ/kg)$.
- رخيص الثمن.
- غير مسبب للتآكل نسبياً.

الكلوروفلوروكربونات (CFCs) وطبقة الأوزون

طبقة الأوزون تعمل على امتصاص أشعة بيتا فوق البنفسجية $UV-\beta\ radiation$ لأن وجود كميات كبيرة من $UV-\beta\ radiation$ يعني:

- التأثير على الجلد مما يسبب سرطان الجلد.
- إعتام عدسة العين للإنسان.
- ضعف نظام المناعة.
- التقليل من إنتاجية المحاصيل الزراعية.
- التأثير على المحيطات والأسماك.

جزئيات الكلوروفلوروكربونات تنتشر خلال طبقة الجو العليا منذ ١٥- ٢٠ سنة وعملت على تحطيم طبقة الأوزون كالآتي:



شكل يبين الأثر البيئي للكلوروكربونات

١) الكلوروفلوروكربونات تتحلل عندما تصطدم بأشعة الشمس البنفسجية لتعطي $C+Cl_2+F_2$

٢) الأشعة تعمل على فصل ذرة الفلورين.

٣) ذرة الفورين تصطدم بذرة الأكسجين (الأوزون).

٤) الأوزون (O_3) يتفاعل مع الكلورين ليعطي Cl_2O.

٥) ذرة الأكسجين الحرة تصطدم مع Cl_2O.

٦) أكسيد الكلورين يتحلل إلى $Cl_2 + O_2$.

أيضا $3Cl_2 + O_3 = 3Cl_2O$ وهكذا

وذلك يوضح لنا التأثير الضخم لوسائط التبريد في تآكل طبقة الأوزون بسبب جزيء واحد من الكلورين.

يسمى تأثير وسائط التبريد على طبقة الأوزون جهد تناقص الأوزون (ozone depletion potential (ODP)) وعليه نجد أن:

- ODP=1 لوسيط التبريد R=11 و ODP=0.5 لوسيط التبريد R=22
- وتسمى زيادة درجة حرارة الكرة الأرضية نتيجة لوسائط التبريد بالجهد الحراري العالمي (Global warming Potential, GWP) وهذه تساوي:

GWP= 1 for CO_2

و GWP=0.05 for CFCs

اتفاقية مونتريال لحماية طبقة الأوزون Montreal Protocol

الاتفاقية تنص على التخلص تدريجيا من تصنيع وسائط التبريد الكلوروفلوروكربونات (CFCs) وذلك كالتالي:

- التخلص من تصنيع وسائط التبريد R12,R11 في الفترة من 1986-2000
- لوسائط التبريد الكلوروفلوروكربونات (CFCs) الأخرى تكون فترة التخلص منها هي:
- 2015-2030 وخاصة R22.
- تم تعديل هذه الاتفاقية عدة مرات.
- الاتفاقية استثنت الدول النامية في الفترة الابتدائية حتى 2005.
- تم تصنيع بدائل لوسائط التبريد صديقة للبيئة مثال ذلك R134a.
- إعادة تشغيل وسائط التبريد مرة أخرى بعد تنقيتها وتنظيفها.

وسائط التبريد البديلة Alternative Refrigerants

تم تصنيع بدائل لوسائط التبريد صديقة للبيئة لتحل مكان وسائط التبريد القديمة (HFCs) و (HCFCs) لتعمل في مختلف مجالات التبريد وتكييف الهواء. الجدول التالي يوضح بعض البدائل واستخداماتها:

وسيط التبريد	بديلاً عن	ملاحظات
R134a	R12	يستعمل لمثلجات المياه (ضواغط الطرد المركزي أو الحلزوني)
$R407c$ $(R32 + R125 + R134a)$	R22	يستعمل في النظم المجمعة ـ مثلجات ـ وحدات منفصلة
$R410a$ $(R32 + R125)$	للمعدات المجمعة فقط	يعطي لمصنعي المعدات اقتصادية في حجم الوحدة والضواغط
$R413A$ $(R218 + R134a + R600A)$	R12	يعمل مع النظام الموجود حالياً
$R417a$ $(R134a + R600a)$	R22	يعمل مع النظام الموجود حالياً

جدول يبين وسائط التبريد البديلة

للأسف، فإن الوسائط البديلة السابقة تؤثر على البيئة بظاهرة البيت الزجاجي (greenhouse effect) مما جعل بعض البلدان كالدنمارك، النرويج والسويد تفكر في التخلص من مثل هذا النوع من وسائط التبريد. عليه بدأ التفكير في تكنولوجيا حديثة ووسائط تبريد بديلة كالتي تستعمل في دوائر الامتصاص. من أمثلة الوسائط البديلة:

أ ـ الهيدروكربونات HCs :

لها خصائص تبريد ممتازة مع تأثير قليل على البيئة السبب الذي جعلها تستخدم في الثلاجات المنزلية وبعض نظم التبريد التجارية وكذلك في نظم تكييف الهواء. ولكن هذه الوسائط لها قابلية للاشتعال؛ عليه يلزم استعمال وسائل سلامة أكبر.

ب ـ النشادر $Ammonia\,(NH_3)$ R717

كما ذكرنا سابقاً يستعمل بكثرة في صناعة الأغذية ومخازن التبريد نسبة لخصائصه التبريدية الجيدة. النشادر له ODP=0 و GWP=0 غير أنه سام وقابل للاشتعال في ظروف معينة.

ج ـ ثاني أكسيد الكربون $Carbon\,dioxide\,(CO_2) - R744$

من حيث السلامة له ODP=0 و GWP منخفض ويعتبر ثاني أكسيد الكربون من الوسائط الممتازة فقط يعيبه التدني في كفاءته للطاقة (low energy efficiency) بسبب تدني درجته الحرجة ($T_{critical} = 31.3°C$) ولكن يمكن التغلب على هذه المشكلة باستعمال مبادل حراري.

د ـ الهواء Air (R729)

يمكن استخدامه في دورات التبريد غير التقليدية غير أن كفاءته منخفضة.

هـ ـ الماء Water (H_2O) – R718

يعتبر الماء من وسائط التبريد الأمثل لاستعمالات درجات الحرارة العالية ($T > 0°C$) غير أن كبر الحجم النوعي في حالته الغازية (specific vapor volume) يجعل هنالك صعوبة من حيث كبر حجم الضاغط. يستخدم الماء في نظم التبريد بالامتصاص مع بروميد الليثيام (Lithium Bromide).

المحاليل الملحية Brines

المحلول الملحي عبارة عن مادة تبريد مساعدة تعمل على نقل الحرارة بدون حدوث تغير في حالتها وتستخدم في أنظمة التبريد غير المباشرة يتكون المحلول الملحي من ماء وملح وتتوقف درجة حرارة تجمد المحلول الملحي على نوع الملح المذاب في الماء ودرجة التركيز به. يلاحظ أنه عند إذابة الملح في الماء فإن درجة حرارة تجمد المحلول تكون أقل من درجة حرارة تجمد الماء.

والأملاح الشائعة الاستعمال هي:

- كلوريد الكالسيوم Calcium chloride($CaCl_2$)

  ويستعمل في الحالات التي تحتاج إلى درجة حرارة حوالي $-17°C$

- كلوريد الصوديوم Sodium Chloride(NaCl)

  باستعمال هذا الملح أقل درجة حرارة يمكن الحصول عليها هي $-21°C$

ويلاحظ أن تعرض المحاليل الملحية للهواء يساعد على إصابة المعادن بالصدأ خاصة مع كلوريد الصوديوم ولذلك يفضل استخدام كلوريد الكالسيوم.

هناك بعض المركبات التي تذوب في الماء ويطلق عليها مانعات التجمد (Antifreeze solutions) وهي تستعمل عادة لتقليل درجة حرارة التجمد للماء ومنها على سبيل المثال:

- الكحول Alcohol
- الجلسرين Glycerine
- إيثلين الجليكول Ethylene Glycol
- بروبلين الجليكول Propylene Glycol

الخلاصة

- لاختيار وسيط التبريد المناسب، يجب الإلمام بخصائص وسيط التبريد الفيزيائية، الكيميائية الحرارية والبيئية.
- نظرا لطول الاسم الكيميائي لوسائط التبريد، فقد تم تعريف كل وسيط بعدد مكون من رقمين أو ثلاثة للدلالة على التكوين الكيميائي لوسيط التبريد.
- وسائط التبريد يمكن تقسيمها إلى:
  - الكلوفلوركاربونات (CFC's)
  - الهيدروكلوركلوفلوركاربونات (HCFC's)
  - الهيدروفلوركاربونات (HFC's)
  - توليفة من وسيطين أو أكثر
  - الوسائط البديلة
  - الوسائط الثانوية

- حسب تعريف ASHRAE، وسائط التبريد غير العضوية اعطيت لها الرقم 700 زائداً الحجم النوعي للوسيط.أما بالنسبة للوسائط الهايدروكربونات والهالوكربونات، تم وضع الرقم XYZ مصحوباً بعده بالحرف R، حيث الرقم Z من الناحية اليمنى يشير إلى عدد ذرات الفلور، الرقم Y بالوسط يشير إلى عدد ذرات الهايدروجين زائداً واحد والرقم الأخير على اليسار X يشير إلى عدد ذرات الكربون ناقصا واحد .
- أسطوانات وسائط التبريد تميز بالألوان، كل وسيط له لون أسطوانة معينة.
- وسائط التبريد روعي فيها بعض الخصائص الكيميائية، الفيزيائية والحرارية.

من مميزات وسائط التبريد التوافق مع متطلبات اتفاقيات البيئة (EPA).

تكييف الهواء بالمركبات

النظرية الأساسية لعملية التبريد

الوحدة الثالثة

النظرية الأساسية لعملية التبريد

الهدف العام للوحدة

تهدف هذه الوحدة إلى التعرف على مكونات دائرة التبريد الأساسية وكيفية عملها.

الأهداف الإجرائية :

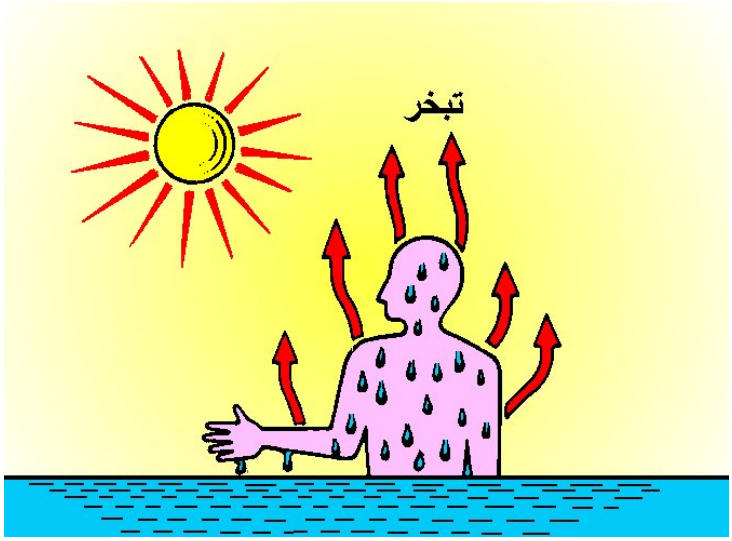
يجب أن يكون المتدرب قادراً على :

- التعرف على سائل التبريد .
- التعرف على خواص سائل التبريد .
- التعرف على أنواع الضغط .
- التعرف على التمدد والتبخر .
- التعرف على طريقة تكثيف وسيط التبريد إلى سائل .
- التعرف على نظرية الشحن والتفريغ .

الوقت المتوقع لإتمام الوحدة: ٦ ساعات

أولاً :النظرية الأساسية لعملية التبريد والتسخين

عند السباحة في جو ساخن تشعر ببرودة خفيفة نتيجة لأن الماء العالق على الجسم يعمل على أخذ الحرارة منه أثناء تبخر الماء.



الشكل (٣- ١) يبين تبخر حرارة الجسم عند السباحة

كما وتشعر بالبرودة عند وضع كحول على جسمك حيث تعمل الكحول على سحب الحرارة أثناء تبخر الكحول.

الشكل (٣- ٢) يبين تبخر حرارة الجسم عند وضع مادة الكحول

ويمكن أن نجعل الأشياء أبرد باستخدام هذه الظاهرة الطبيعية وهي أن السائل يعمل على سحب الحرارة من المادة عند تبخر السائل. ويعتبر مكيف الهواء بشكل عام معدة تجعل الهواء داخل الغرفة لكل من الحرارة والرطوبة مريحة ومناسبة بحيث عندما تكون درجة حرارة الغرفة عالية فإنها تعمل على سحب الحرارة بعيداً عنها لكي تخفض الحرارة وهذا ما يسمى تبريد وعكسه عندما تكون درجة حرارة الغرفة منخفضة (باردة) فإن المكيف يعطي حرارة لكي ترتفع درجة الحرارة داخل الغرفة وهذا ما يسمى بالتسخين.

ثانياً: سائل التبريد

١/تعريفه :

المادة التي تحدث التأثير بالبرودة عند اكتسابها كمية من الحرارة أثناء انتشارها أو تبخرها في عمليات التبريد الميكانيكية يطلق عليها اسم وسيط التبريد

وهذا الوسيط من المواد الأساسية المستخدمة في عمليات التبريد. حيث يعمل على نقل كمية الحرارة من داخل الحيز المراد تبريده أو تكثيفه عن طريق المبخر وطرد تلك الحرارة المنقولة إلى الخارج عن طريق المكثف.

٢/خواص سائل التبريد :

١- غير سام (غير مضر إذا استنشق أو انسكب على الجلد).
٢- غير قابل للانفجار.
٣- سهولة الكشف عن التسرب سواء كان الكشف ميكانيكياً أو كيميائياً.
٤- لا يسبب تآكلاً مع المعادن التي يمر فيها.
٥- غير قابل للاشتعال.
٦- يغلي عند درجة حرارة منخفضة عند الضغوط العادية.
٧- أن يكون ثابت التكوين ولا يتحلل في جميع اجزاء الدائرة عند تعرضه لضغوط عالية و منخفضة وكذلك درجات حرارة منخفضة.
٨- عدم تفاعله عند اختلاطه مع زيوت التبريد ولا يتحلل ولا يتجمد مع الزيت.
٩- يجب أن تكون ضغوط العمل مناسبة بحيث لا تكون مرتفعة جداً ولا تكون أقل من الضغط الجوي.

وفي ما يلي خواص وسيط التبريد المستخدم في السيارات:

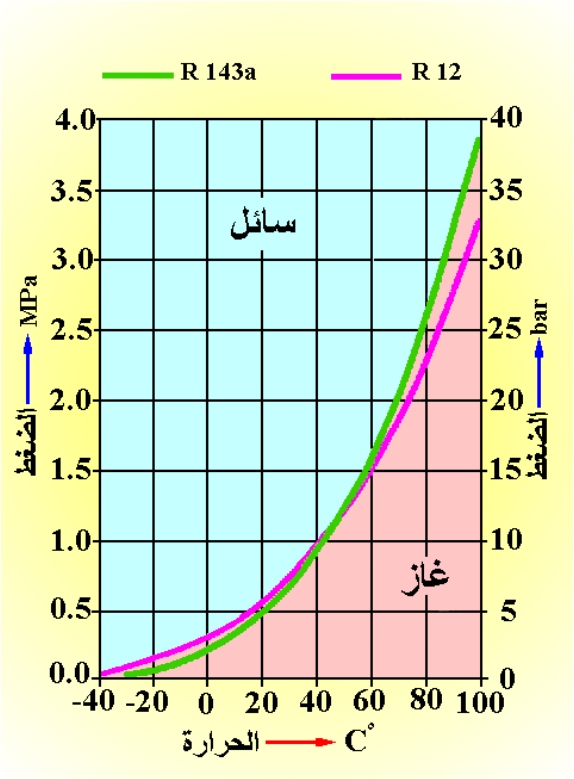
النوع الأول: وسيط التبريد R-12 ثاني كلور وثاني فلوروالميثان (CCL_2F_2)

يعتبر وسيط التبريد من أكثر وسائط التبريد شيوعا ، يعتبر عديم اللون ، سائلاً عديم الرائحة ونقطة غليانه عند الضغط الجوي هي - ٢٩ م (- ٢١,٧ ف) وهو غير سام ولا يسبب التآكل ولا يسبب الهيجان وغير قابل للاشتعال فهو خامل كيميائيا عند درجات الحرارة العادية، كما أنه مستقر حرارياً حتى درجة الحرارة ٨٠٠ ف (٤٢٧ م).

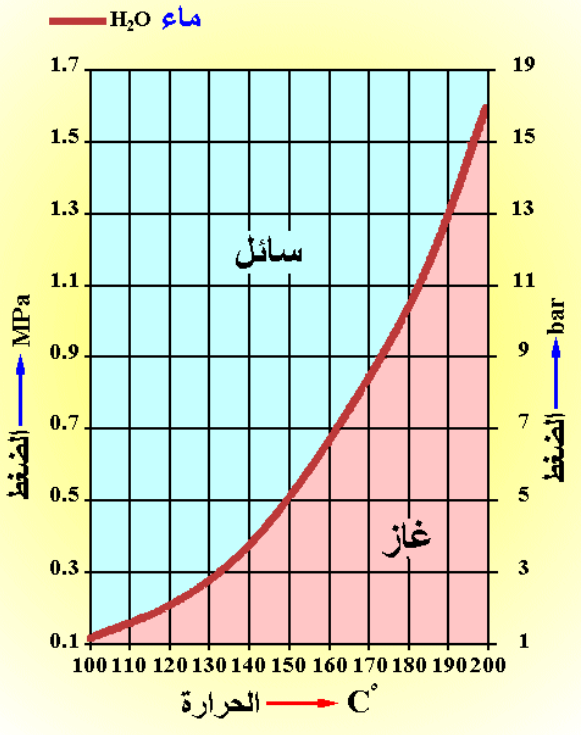
النوع الثاني: وسيط التبريد الحديث R-134a رباعي فلور الإيثان (CH_2F-CF_3)

بناء على تقنية وكالة حماية البيئة (EPA)فإنه تحت عنوان هواء نقي والمعدل عن عام ١٩٩٠ م –فإنه يفيد بأنه عناصر التبريد المهلجنة (أي التي يدخل في تركيبها الهالوجين) سوف تنحى (أسمها CFCS HCFCS) وسوف يمنع استخدامها نهائياً بحلول عام ٢٠٣٠ م.

في الوقت الحاضر فإن HFC-134a رباعي فلور الايثان هو عنصر التبريد الأساسي في مكيفات السيارات حيث إن الخواص الديناميكية لـ R-12 و R-134a هي متشابهه جداُ والاختلاف الكبير هو أن R-134a ليس له تأثير ضار على طبقة الأوزون الموجودة بغلاف الكرة الأرضية. إن تآكل طبقة الأوزون بواسطة الـ HFC-134a هو صفر لأنه لا يحتوي على أي كلور ولهذا يعتبر آمنا تماماً من ناحية طبقة الأوزون.



الشكل (٣- ٣) يبين مقارنة بين وسيط التبريد R12 ووسيطR134a من حيث الضغط والحرارة



الشكل (٣- ٤) يبين منحنى تحول الماء من سائل إلى غاز

ثالثاً: الضغط

الضغط هو قوة رأسية تؤثر على مساحة معينة بواسطة إما جماد أو سائل أو غاز

الضغط (ض) = القوة المبذولة (ق) / المساحة الكلية (س).

ويقاس الضغط الجوي بواسطة البارومتر ووحدته هي البار. ويعبر عنه في الوحدات البريطانية بالرطل / بوصة المربعة أو رطل /قدم مربع. أما الوحدات المترية فيعبر عنها بالكيلوجرام /سم٢ والوحدات الدولية فيعبر عنها بالنيوتن / المتر المربع (بسكال) Pa=N/m2 . .

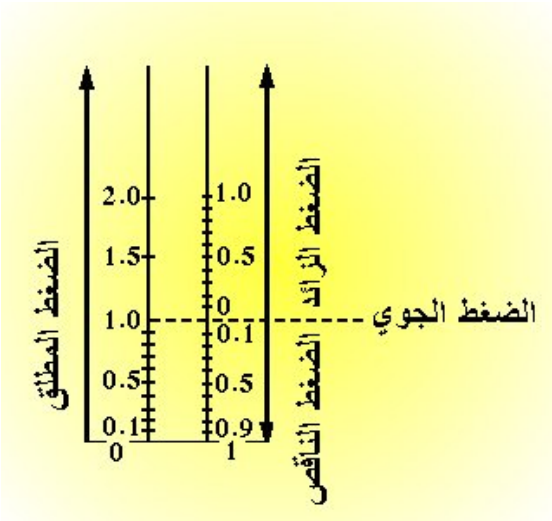
ويصل الضغط إلى أكبر قيمة له عند سطح البحر وذلك عند درجة حرارة 0 مئوية وحالة جو جيدة ويمثل هذا الوضع الضغط الناتج عن وزن عمود من الزئبق ارتفاعه 760 mm

ويلاحظ أن الأجسام الصلبة تولد ضغطاً لأسفل على السطح الذي ترتكز عليه. أما السوائل والغازات فإن الضغط يكون على قاع وجدران الوعاء الحاوي لهما ،

والأجهزة التي تستخدم في قياس الضغط في مجال التبريد والتكييف هي العدادات والتي تسمى بأنبوب بوردون. وعدادات الضغط تقرأ الفرق بين الضغط المقاس والضغط الجوي أي أنها تعتبر الضغط الجوي يساوي صفرا. وتسمى القراءة من العداد بضغط المقياس أو ضغط العداد.

الضغط المطلق:

هو الضغط المقروء من العداد بالإضافة إلى الضغط الجوي إذا كان الضغط المقروء أكبر من الضغط الجوي . وعندما يكون الضغط المقروء أقل من الضغط الجوي يحدد الضغط المطلق بطرح الضغط المقاس من الضغط الجوي.



الشكل (٣- ٥) يبين طريقة قياس الضغط المطلق والضغط المقيس

يعتبر الضغط الجوي هو ضغط الإسناد لتعيين الضغط الزائد والضغط الناقص وتبلغ قيمة ضغط الإسناد 1 bar والضغط الزائد هو الضغط فوق مستوى الضغط الجوي أما الضغط الناقص فهو الضغط تحت مستوى الضغط الجوي وتبلغ أقصى قيمة له 1 bar . والضغط المطلق يقاس من تحت الضغط الجوي بواحد بار أي قيمة الضغط الناقص مع قيمة الضغط الزائد.

رابعاً : التمدد والتبخر

في نظام التبريد الميكانيكي يبرد الهواء بالطريقة التالية وهي أن سائل التبريد ذا الحرارة العالية والضغط العالي يخزن في وعاء يسمى مستقبل ثم يطلق سائل التبريد إلى المبخر عبر فتحة صغيرة تسمى صمام التمدد وفي هذا الوقت تنخفض درجة حرارة السائل وضغطه أيضاً وجزء من سائل التبريد هذا يتحول إلى بخار وينساب سائل التبريد ذو الحرارة المنخفضة والضغط المنخفض داخل وعاء ويسمى المبخر. يتبخر سائل التبريد على ساحباً الحرارة من الهواء المحيط.

خامساً : طريقة تكثيف غاز R-134a و R-12

بعد استعمال السائل في عملية تبريد الهواء لا يمكن استعماله مره أخرى. إذا لابد من تزويد سائل جديد في المستقبل.ويعمل نظام التبريد الميكانيكي على تحويل مادة التبريد الغازية والتي تخرج من المبخر إلى سائل.

ومن المعلوم أن الغاز عندما ينضغط فإن كلاً من الحرارة والضغط يرتفعان إذا فإن مادة التبريد الغازية يمكن تحويلها إلى سائل بواسطة تقليل الحرارة إلى درجة الغليان.

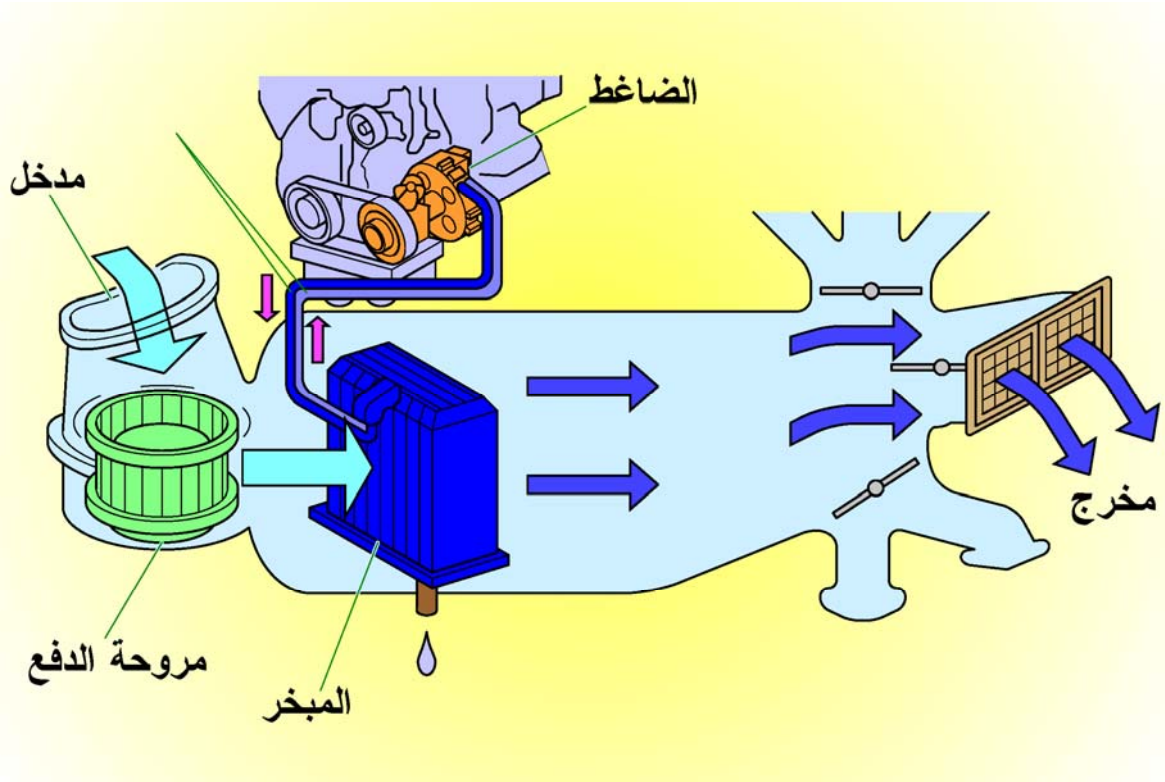
ويتم تحويل الغاز إلى سائل بواسطة رفع الضغط وخفض درجة حرارة غاز التبريد الخارج من المبخر ويتم ضغطه بواسطة الضاغط وفي المكثف بخفض حرارة غاز التبريد المضغوط وتعطى إلى الهواء المحيط ويكثف مرة أخرى إلى سائل ومن ثم يعود إلى المستقبل.

سادساً : مكونات منظومة التبريد والتسخين

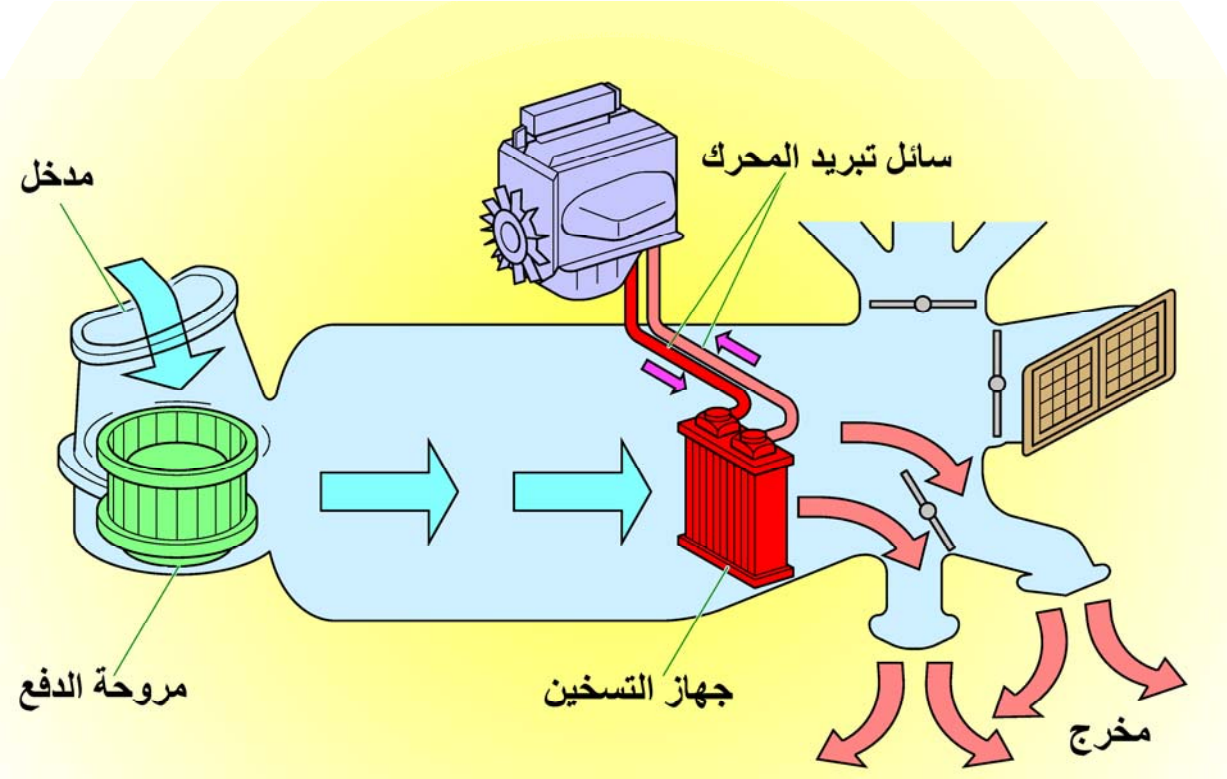
مكونات جهاز التكييف في المركبات الآلية :

يتكون جهاز التكييف في المركبة الآلية من الأجزاء الرئيسة التالية :

١- الضاغط
٢- القابض الكهرومغناطيسي
٣- مكثف
٤- وعاء لسائل التبريد يحتوي على مجفف لسائل التبريد
٥- صمام تمدد
٦- مبخر
٧- مفتاح الضغط
٨- (ثرموستات) حساس لدرجة الحرارة
٩- مروحة
١٠- خراطيم وسيط التبريد



الشكل (٣- ٦) يبين دورة التبريد المستخدمة في المركبة



الشكل (٣- ٧) يبين دورة التبريد المستخدمة في المركبة

سابعا : نظرية التفريغ والشحن

ضرورة التفريغ (التخلخل) تعمل على سحب الرطوبة من دورة التبريد المغلقة لأن غاز التبريد المستخدم في مكيفات الهواء له خاصية عدم قابلية الذوبان في الماء وعليها عند وجود قليل من الرطوبة في الدورة فإنها قد تسبب تجمداً في فتحة صمام التمدد أثناء التشغيل وهذا ما يسمى بالانسداد المائي لذلك يجب قبل عملية شحن وسيط التبريد تقليل كمية الرطوبة في النظام إلى أقصى حد ممكن والوسيلة الوحيدة الممكنة لتقليل الرطوبة هي الخلخلة حيث تجعل الماء في الدورة يغلي ويمكن إزالته في حالته البخارية حيث إن الماء يغلي في درجة حرارة ٢٢,٥ درجة مئوية تحت تأثير الخلخلة.

تكييف الهواء بالمركبات

منظومة التهوية

الوحدة الرابعة
منظومة التهوية

الهدف العام للوحدة

التعرف على منظومة التهوية المستخدمة في المركبة ومعرفة وظيفتها وأجزائها التي تتكون منها وأنواع منظوماتها .

الأهداف الإجرائية :

يجب أن يكون المتدرب قادراً على :

- التعرف على النظرية التشغيلية لمنظومة التهوية.
- التعرف على مكونات منظومة التهوية.
- التعرف على أنواع منظومات التهوية.

الوقت المتوقع لإتمام الوحدة: ٤ ساعات

مقدمة :

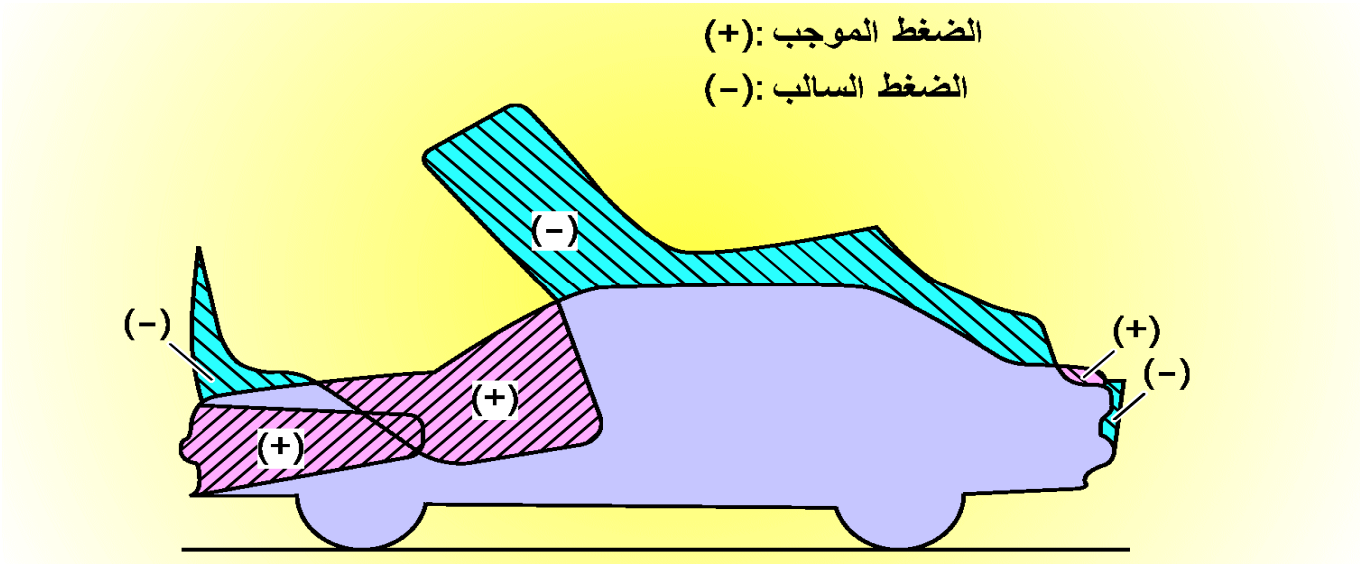
عندما تكون الأجواء الجوية الخارجية جيدة ومعتدلة ليست باردة ولا حارة فإن قائد المركبة يرغب في إدخال الهواء الخارجي الطبيعي إلى داخل كبينة المركبة من أجل تغيير الهواء الداخلي وتجديده.

ومن المعلوم أن هذه هي الطريقة المستخدمة في السابق فقط حيث لم يكن هناك وسيلة تبريد أو تدفئة ولكن تم تعديلات من أجل جعل الأداء أفضل من السابق.

أولاً : النظرية التشغيلية لمنظومة التهوية:

تعتمد النظرية على تمرير الهواء الخارجي إلى داخل المركبة عند الحركة عبر فتحة دخول ومنها إلى داخل الكبينة عبر فتحات التهوية المختلفة الأوضاع دون التأثير عليها بدورة التبريد أو التسخين .

ويعتمد دخول الهواء إلى داخل الكبينة على توزيع ضغط الهواء خارج المركبة عند الحركة حيث يتولد ضغط إيجابي على بعض المناطق على المركبة والآخر سلبي على مناطق أخرى .



الشكل (٤- ١) يبين الضغوط التي تتعرض لها المركبة عند الحركة

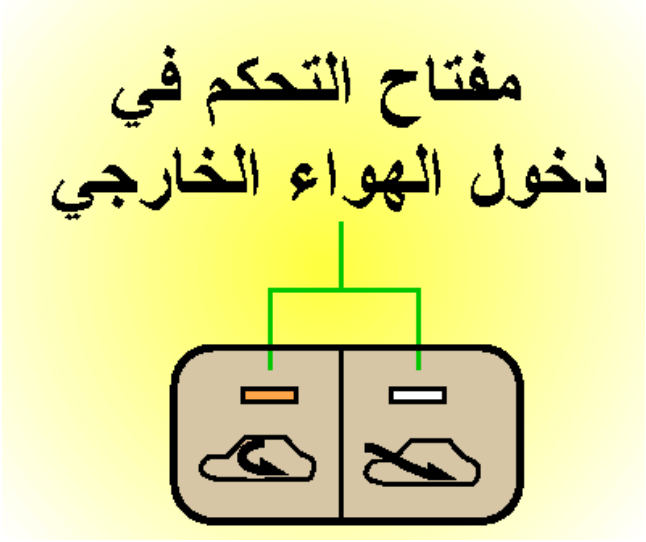
لذلك يتم وضع فتحات دخول الهواء بحيث يكون ضغط الهواء إيجابياً أما فتحات خروج الهواء فوضعت في أماكن يكون فيها الضغط سلبياً .

ثانياً : مكونات منظومة التهوية:

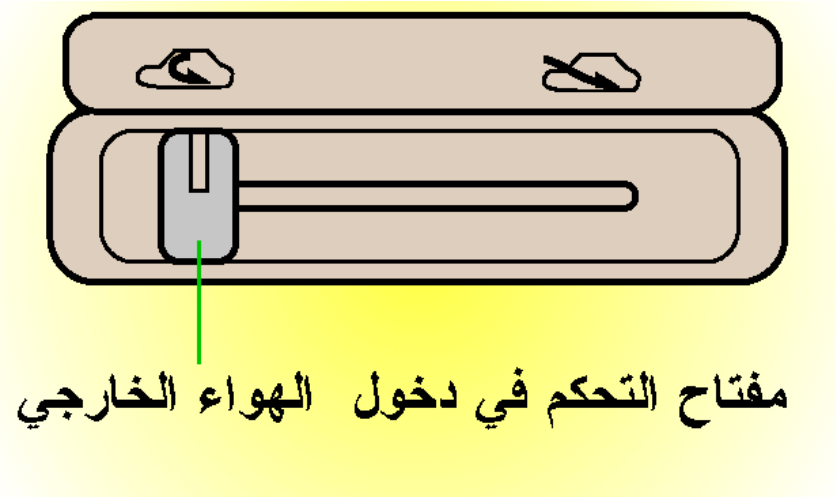
تتكون منظومة التهوية من ما يلي:

١- مفتاح التحكم في فتحة دخول الهواء الخارجي

ويتم التحكم بها عن طريق مفتاح في لوحة التشغيل ويوجد نوعان أحدهما بواسطة الضغط على المفتاح الذي ينقل الحركة إلى المشغل للبوابة .والآخر بواسطة التحريك عن طريق سلك لفتح البوابة



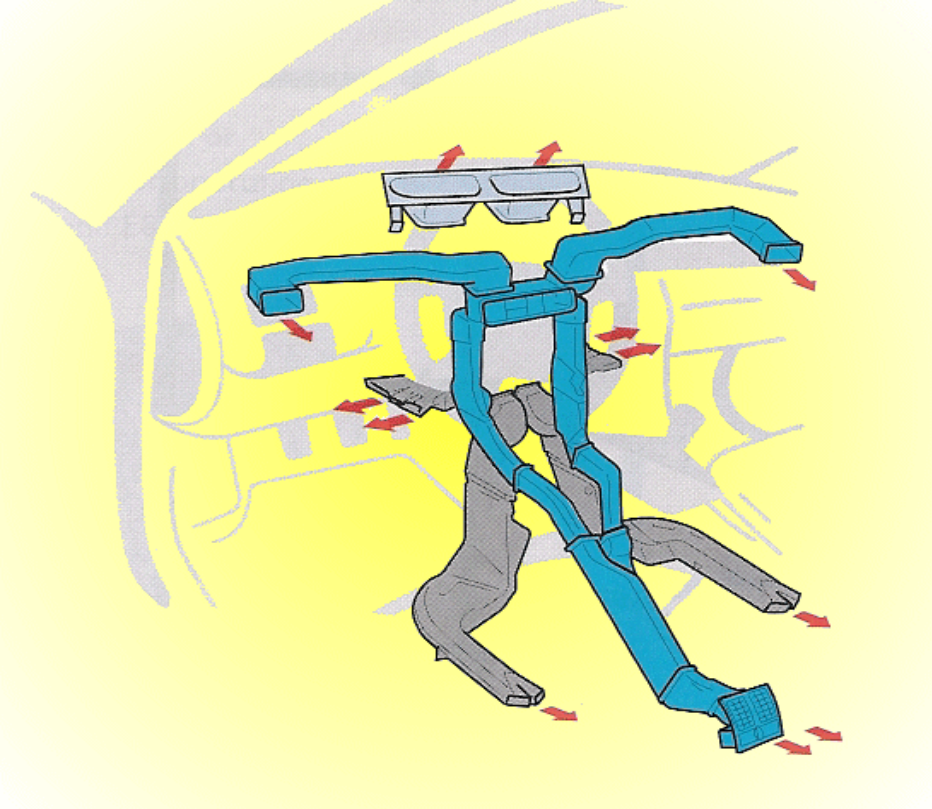
الشكل (٤- ٢) يبين مفتاح التحكم في دخول الهواء الخارجي يتم تشغيله بواسطة الضغط



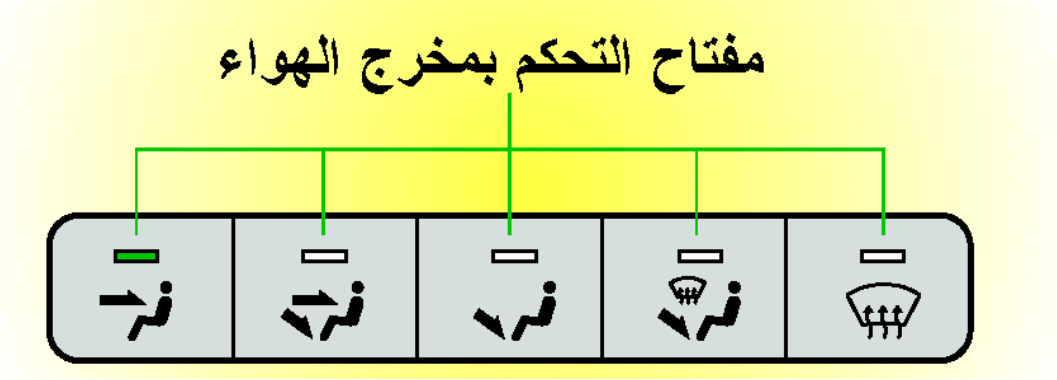
الشكل (٤- ٣) يبين مفتاح التحكم في دخول الهواء الخارجي يتم تشغيله بواسطة التحريك

٢- مجاري يمر فيها الهواء

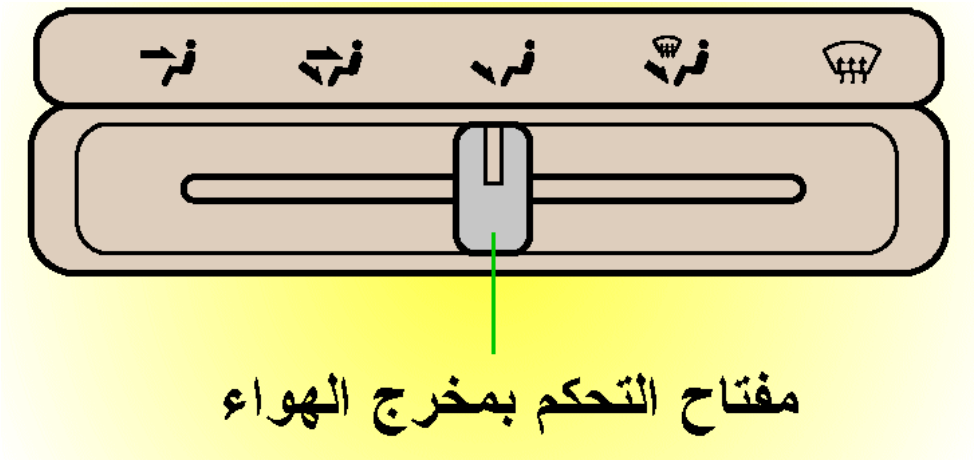
وهي تعمل على تمرير الهواء من فتحة الدخول ومن ثم توزيع الهواء على حسب رغبة الركاب من حيث خروجها من الأسفل أو من الأعلى أو من المنتصف ويتم التحكم بذلك بواسطة مفتاح التحكم بمخرج الهواء ويوجد نوعان أحدهما بواسطة الضغط على المفتاح الذي ينقل الحركة إلى المشغل للبوابة .والآخر بواسطة التحريك عن طريق سلك لفتح البوابة.



الشكل (٤- ٤) يبين مجاري نقل الهواء في داخل المركبة



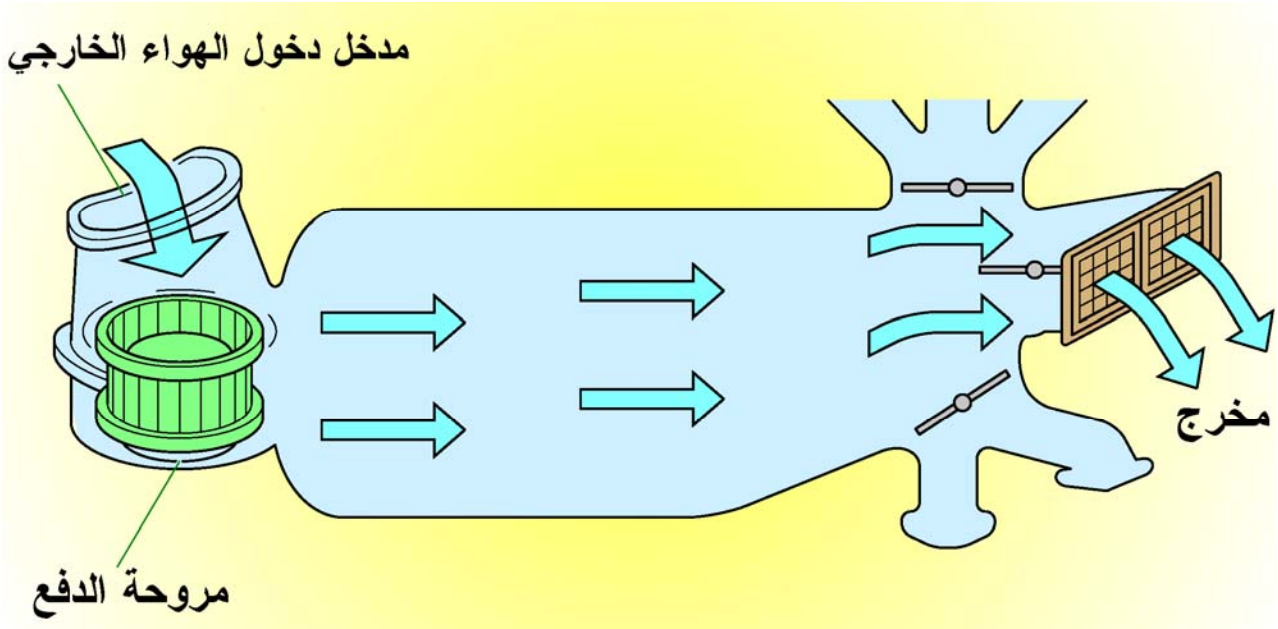
الشكل (٤- ٥) يبين مفتاح التحكم بمخرج الهواء يتم تشغيله بواسطة الضغط



الشكل (٤- ٦) يبين مفتاح التحكم بمخرج الهواء يتم تشغيله بواسطة التحريك

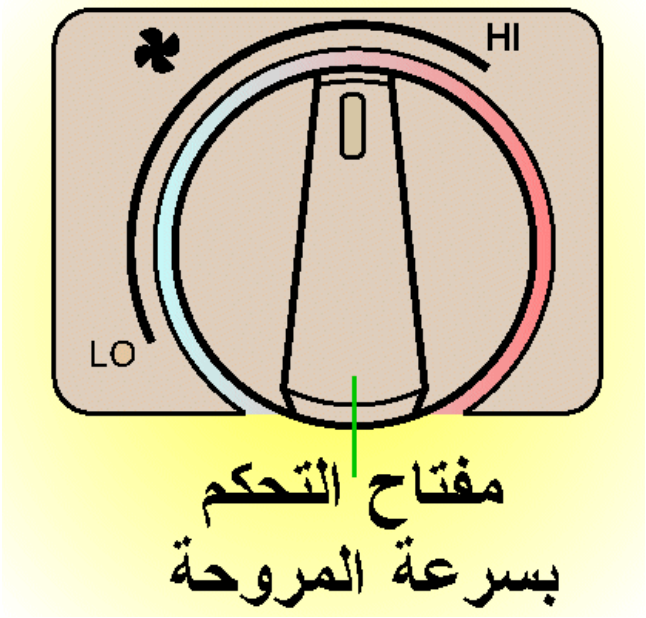
٣- مروحة لدفع الهواء .

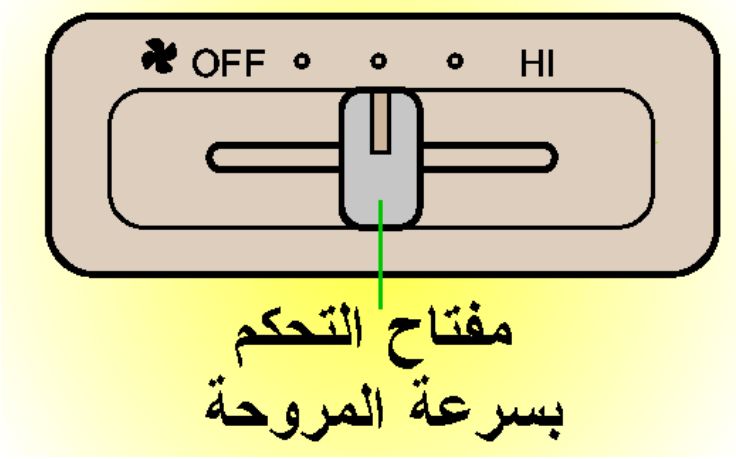
وهي تعمل على دفع الهواء الداخل من الخارج مما يساعد على دفع الهواء داخل الكبينة وخصوصاً عند توقف المركبة



الشكل (٤- ٧) يبين مكان مروحة الدفع

ويتم تشغيلها عن طريق مفتاح التحكم بسرعة المروحة .





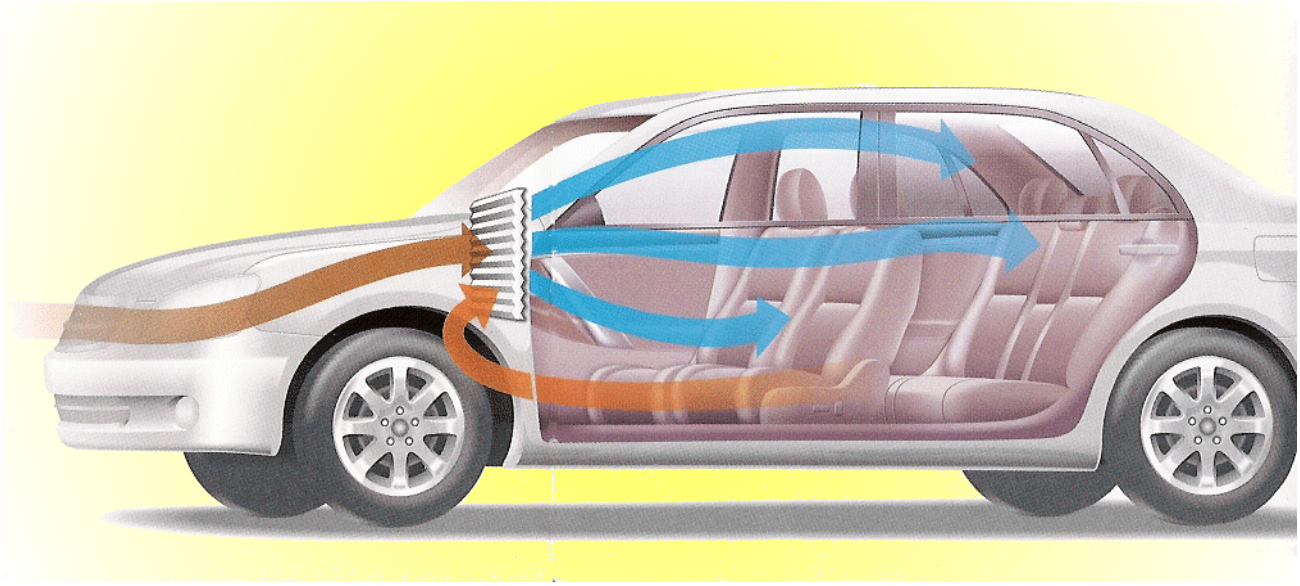
الشكل (٤- ٨) يبين نوعان من مفتاح التحكم بمروحة الدفع

٤- مرشح هواء .

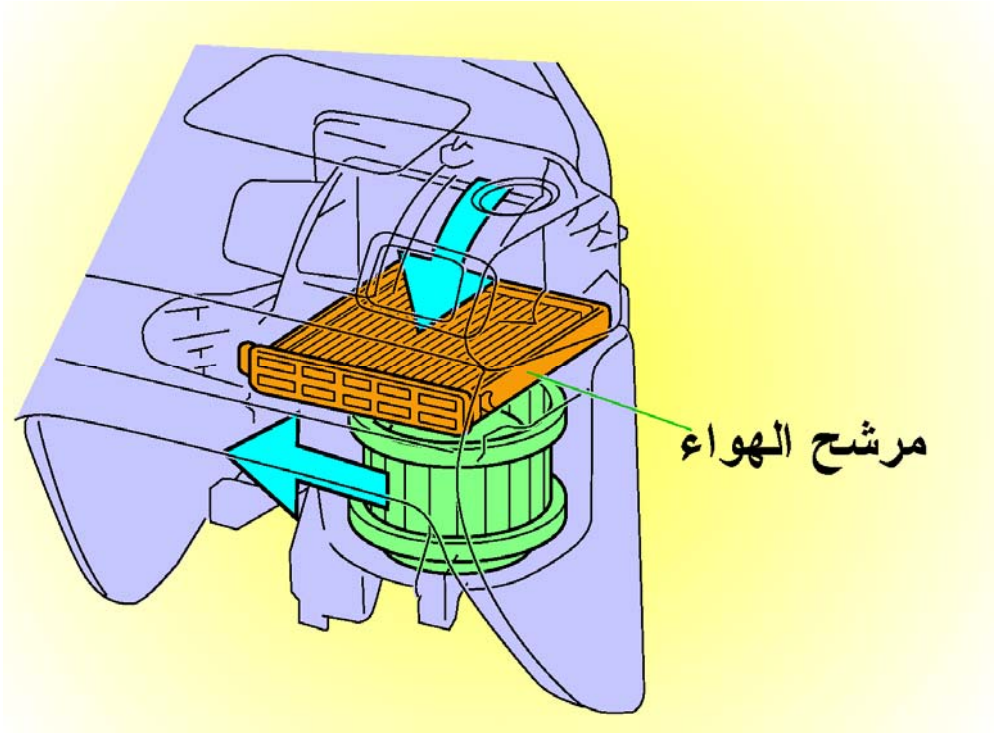
فيما مضى ، لم يكن هناك ما يمكن عمله للتخلص من الغبار أو الروائح الكريهة في الهواء تماماً وعندما يكون هناك أقل قدر من الغبار أو الروائح الكريهة داخل حيز المقصورة المغلق يكون مصدر إزعاج كبير حيث يمضي بعض السائقين ساعات طويلة داخل سياراتهم ، ولهذا السبب تم ابتكار مرشح الهواء.

لذلك فإن مرشح هواء المقصورة هو خاصية جديدة تعطي تهوية مثالية خالية من الملوثات حيث تعمل على التقاط الغبار وغيره من الجسيمات غير المرغوبة العالقة في الهواء قبل أن تدخل إلى مقصورة الركاب داخل السيارة لتوفير بيئة تنفس أكثر راحة.

ومرشح هواء المقصورة موجود في مقدمة وحدة تكييف الهواء ليقوم بتنقية الهواء الخارجي والهواء الداخلي على السواء وذلك لتحسين جودة الهواء ومستوى الراحة في المقصورة.



الشكل (٤- ٩) يبين مكان المرشح في مقدمة المركبة



الشكل (٤- ١٠) يبين مكان مرشح الهواء في كبينة المركبة

فيما يلي أمثلة على الجسيمات التي يلتقطها مرشح هواء المقصورة.

نوع المرشح / الجسيمات الحجم	غبار وأوساخ	رمل	إسمنت	طحالب	دخان السجائر	دخان الديزل	روائح
	كبيرة					صغيرة	
مرشح قياسي							×
مرشح كهروستاتيكي							×
مرشح كهروستاتيكي عالي الكفاءة							×
مرشح فحمي							○

كما تتفاوت الجسيمات الملتقطة تبعاً لنوع المرشح المستخدم في عملية الترشيح .

استبدال مرشح الهواء

كما وينبغي استبدال مرشح هواء المقصورة على حسب بيئة القيادة ونوع مرشح هواء المقصورة. ويظهر على مرشح الهواء عند اقترابه من نهاية عمره التشغيلي الأعراض التالية:

١- نقص تدفق الهواء.

قد ينقص تدفق الهواء إذا كانت فتحات مرشح هواء المقصورة مسدودة.

٢- تنبعث روائح كريهة من مكيف الهواء عند التجهيز بمرشح هواء مقصورة من النوع الفحمي.

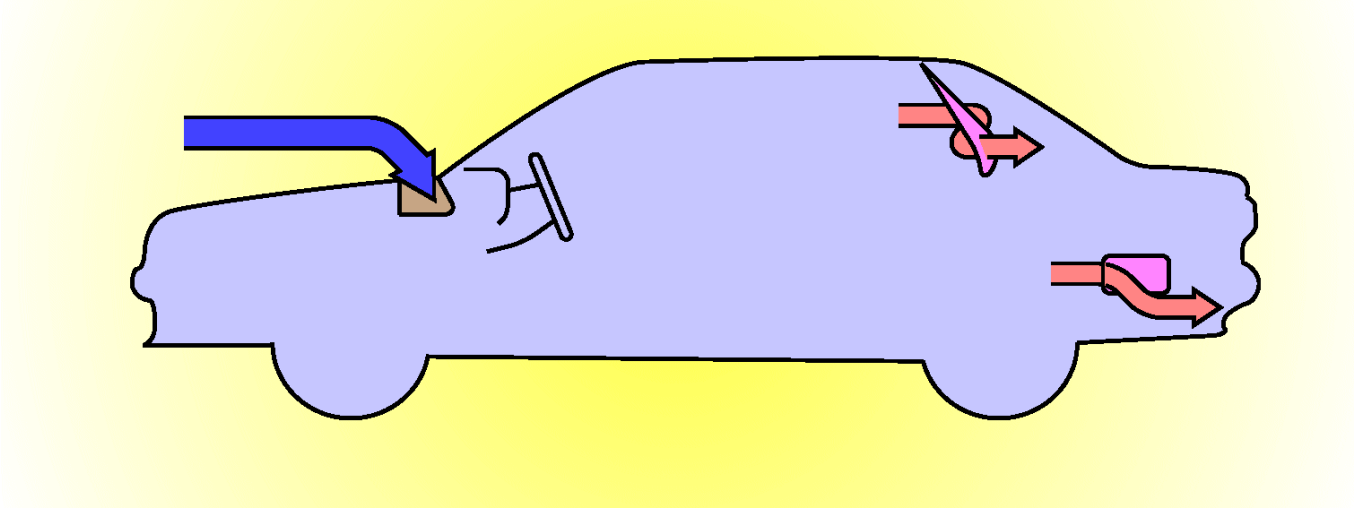
نتيجة اهتراء المرشح فإنه يفقد قدرته على امتصاص الروائح ،لذا يمكن للروائح أن تنتقل بحرية إلى داخل المقصورة.

ثالثاً : أنواع منظومات التهوية :

يستخدم نوعان من نظام التهوية هما :

١- نظام التهوية الطبيعي السريان

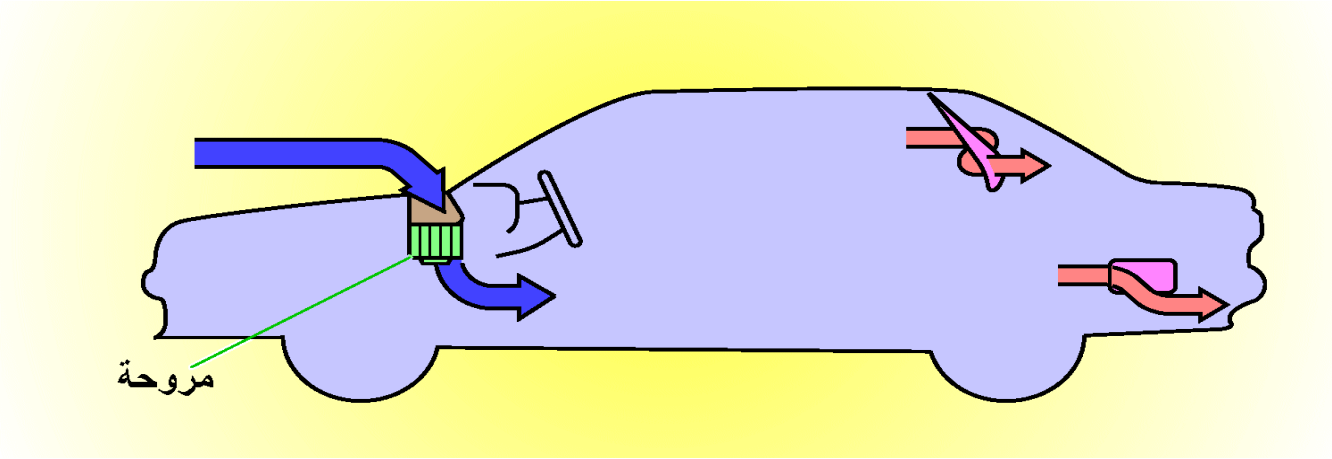
يتم دخول الهواء الخارجي إلى كبينة المركبة نتيجة ضغط الهواء الناتج عن حركة المركبة فقط وهذا ما يسمى بنظام التهوية الطبيعي السريان .



الشكل (٤- ١١) يبين نظام التهوية الطبيعي السريان

٢- نظام التهوية ذو الهواء المدفوع

في هذا النظام تستعمل مروحة كهربائية أوجهاز شبيه لدفع الهواء لسحب الهواء من الخارج ودفعه إلى داخل المركبة وميزة هذا النوع توفير الهواء أثناء توقف المركبة .



الشكل (٤- ١٢) يبين نظام التهوية ذا الهواء المدفوع بواسطة مروحة

تكييف الهواء بالمركبات

منظومة التسخين

الوحدة الخامسة

منظومة التسخين

الهدف العام للوحدة

التعرف على منظومة التسخين المستخدمة في المركبة ومعرفة وظيفتها وأجزائها التي تتكون منها وأنواع منظوماتها .

الأهداف الإجرائية :

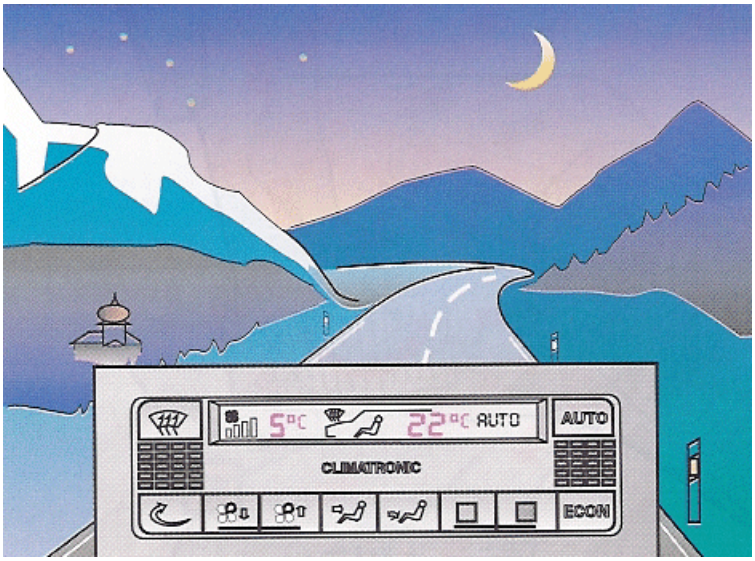
. يجب أن يكون المتدرب قادراً على :

- التعرف على النظرية التشغيلية لمنظومة التسخين.
- التعرف على مكونات منظومة التسخين.
- التعرف على أنواع منظومات التسخين.

الوقت المتوقع لإتمام الوحدة: ٨ ساعات

مقدمة :

عندما تكون الأجواء خارج المركبة باردة فإن هذا الجو ينتقل إلى داخل الكبينة مما يؤثر على قائد المركبة لذلك وجب توفير وسيلة لتقليل البرودة داخل كبينة المركبة تتمثل في منظومة التسخين وهي تعمل على توفير الجو الدافئ من أجل أن تكون القيادة مريحة .

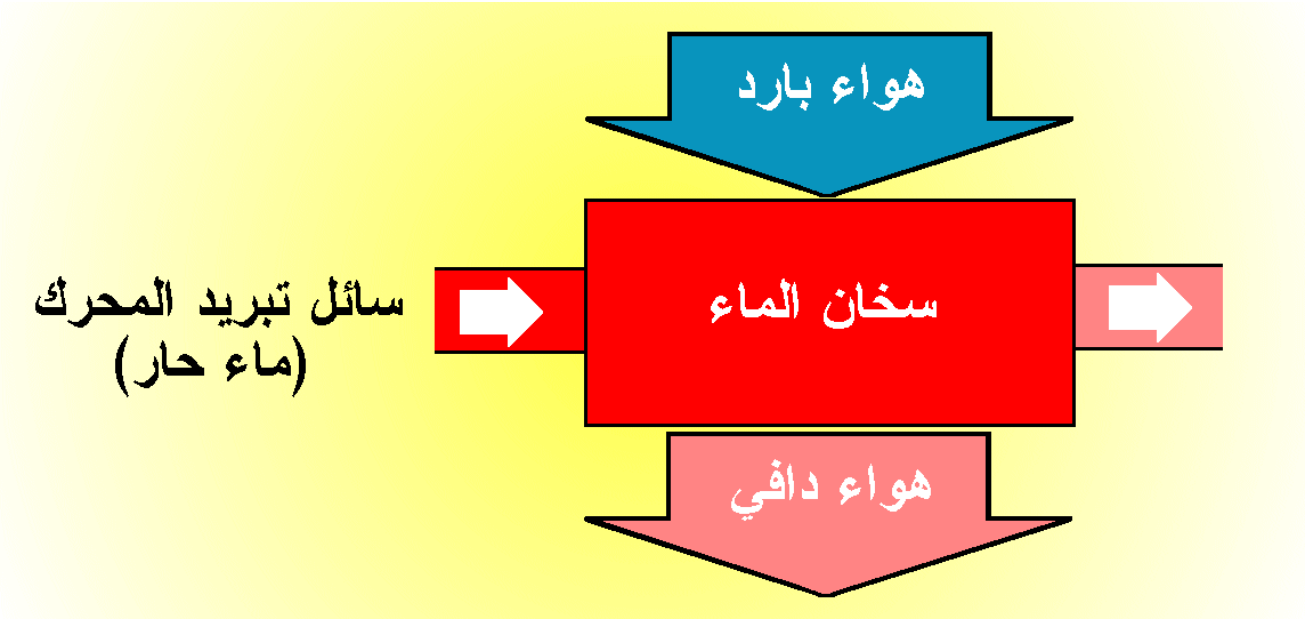


الشكل (٥- ١) يبين انخفاض درجة الحرارة الخارجية

وهناك عدة أنواع من منظومات التسخين هي سخان الاحتراق والسخان بالعادم والسخان بالماء الحار وهو المستعمل في أغلب المركبات وهو الذي سوف نتطرق إليه في هذه الوحدة .

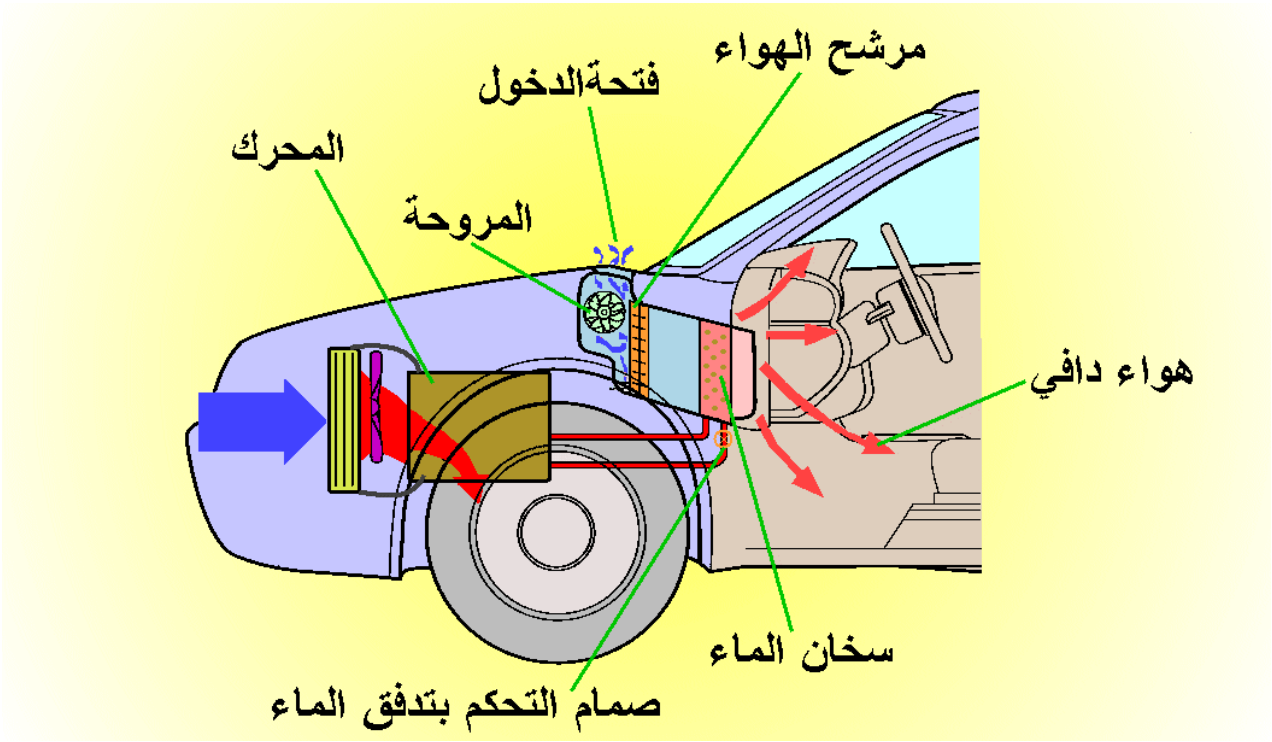
أولاً : النظرية التشغيلية لمنظومة التسخين:

تعتمد النظرية على تمرير الهواء البارد القادم من خارج المركبة أو الموجود في الكبينة عن طريق دفعه بواسطة المروحة عبر سخان يمر فيه سائل التبريد القادم من المحرك وهو ساخن فيخرج الهواء من الجهة الأخرى للسخان بشكل دافئ ومنها عبر فتحات التهوية إلى داخل الكبينة ليدفئ الكبينة .



الشكل (٥- ٢) يبين نظرية تشغيل منظومة التسخين

ولأن سائل تبريد المحرك هو مصدر الحرارة فإن السخان لن يدفء الهواء المار عبره عندما يكون المحرك بارداً .



الشكل (٥- ٣) يبين أجزاء دورة التسخين

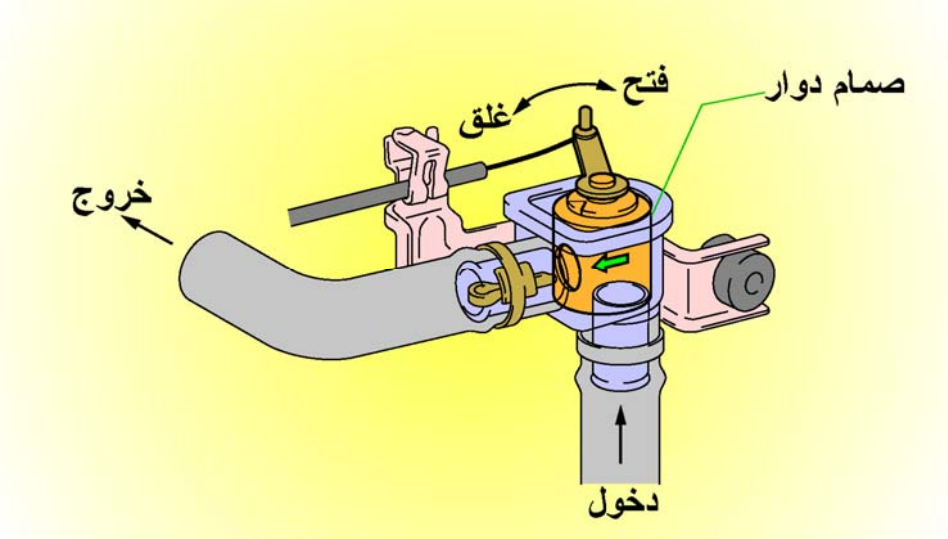
ثانياً : مكونات منظومة التسخين:

تتكون منظومة التسخين من ما يلي:

١/ صمام التحكم بتدفق الماء

صمام الماء مركب في دورة تبريد المحرك ويتحكم في كمية سائل تبريد المحرك الذي يمر في قلب السخان ، وصمام الماء يعمل بواسطة تحريك ذراع التحكم في الحرارة في لوحة التحكم،ويستخدم نوعان من صمام الماء ، اعتمادا على نوع نظام التحكم في الحرارة المستخدم في السخان .

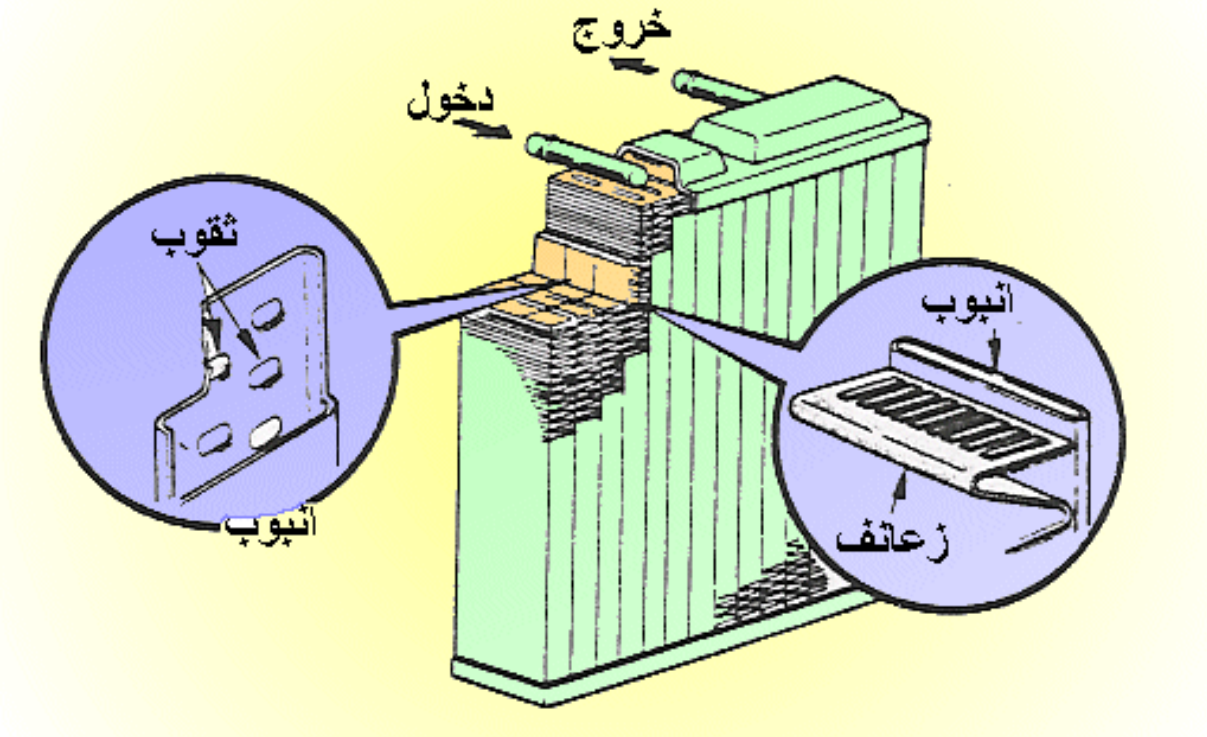
في أحد الأنواع يستخدم ذراع في الصمام نفسه كوسيلة لتشغيل الصمام إما بسحبه أو لفه والشكل رقم (٥- ٤) يوضح ذالك النوع ،كما ويستخدم نوع آخر يعمل بتخلخل لسحب الصمام لتشغيله.



الشكل (٥- ٤) يبين صمام التحكم بتدفق الماء المستخدم في نظام التسخين

٢/ قلب السخان

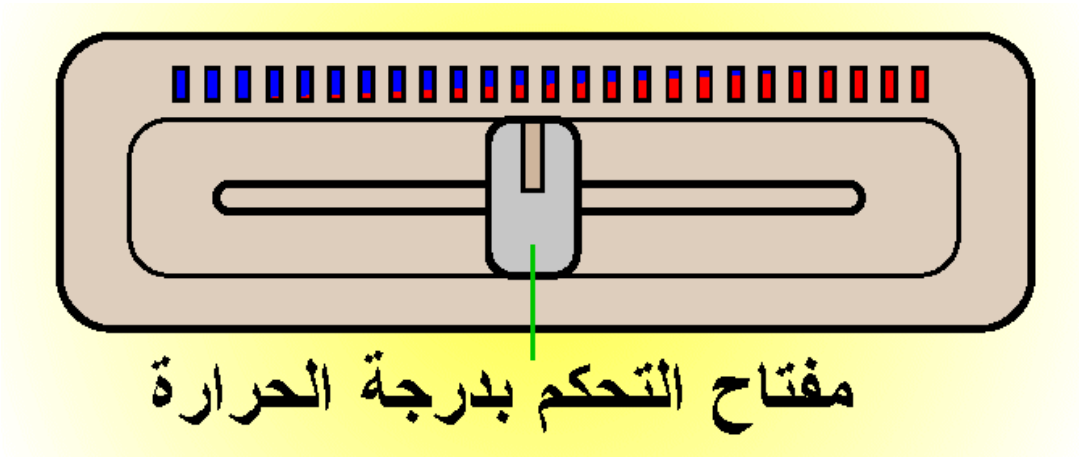
قلب السخان مصنوع من أنابيب وزعانف من النحاس كما هو موضح في الرسم شكل رقم (٥- ٥) وحاليا يوجد نوع بعدد وافر من الفتحات مضاف للأنابيب لكي يحسن أداء خروج الحرارة من قلب السخان (يستخدم في بعض أنواع السيارات).



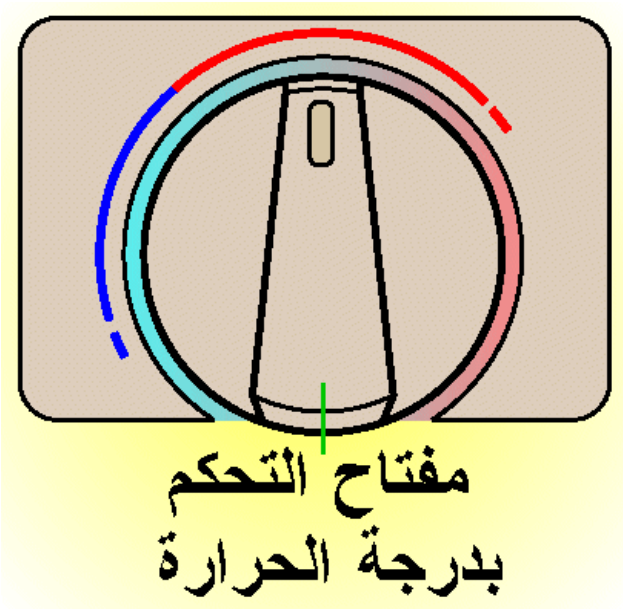
الشكل (٥- ٥) يبين قلب السخان

٣/ مفتاح التحكم في درجة الحرارة

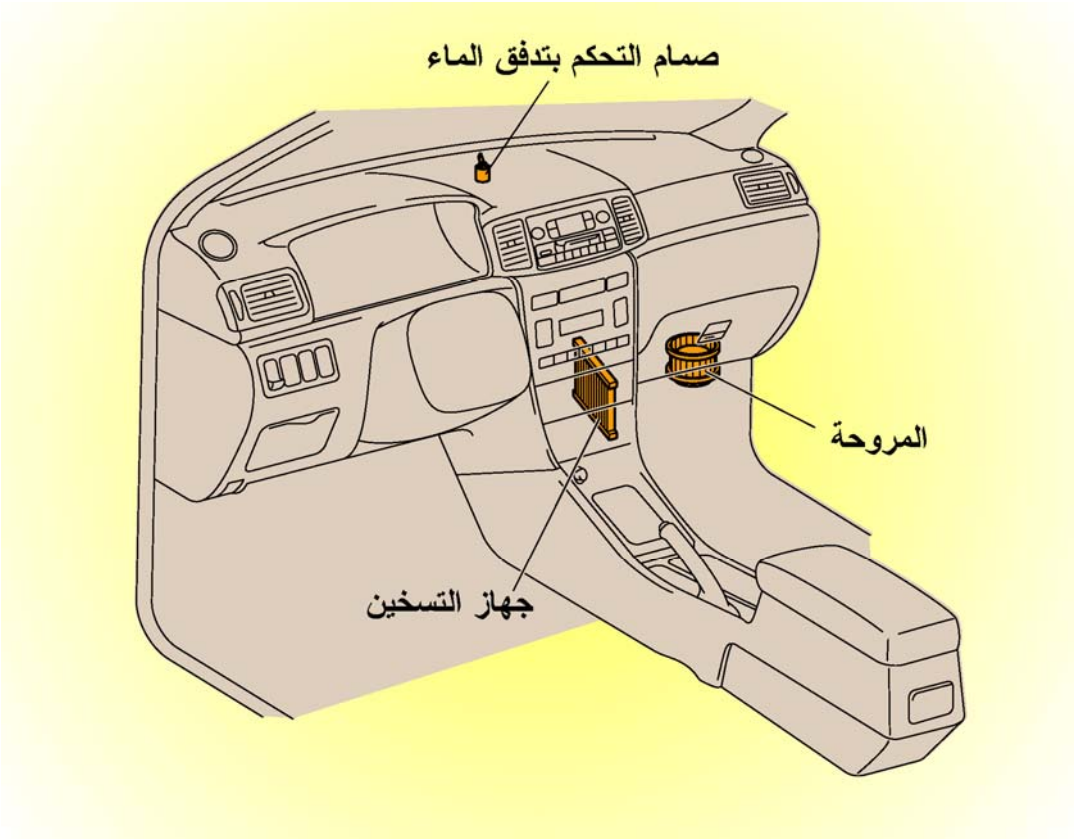
يعمل مفتاح التحكم في درجة الحرارة على اختيار درجة الحرارة المطلوبة وذلك إما بتحديد كمية الماء المار في السخان أو كمية الهواء المار على السخان على حسب النوع المستخدم في التحكم في منظومة التسخين.



الشكل (٥- ٦) يبين أحد أنوع مفتاح التحكم في درجة الحرارة



الشكل (٥- ٧) يبين نوع آخر من مفتاح التحكم في درجة الحرارة



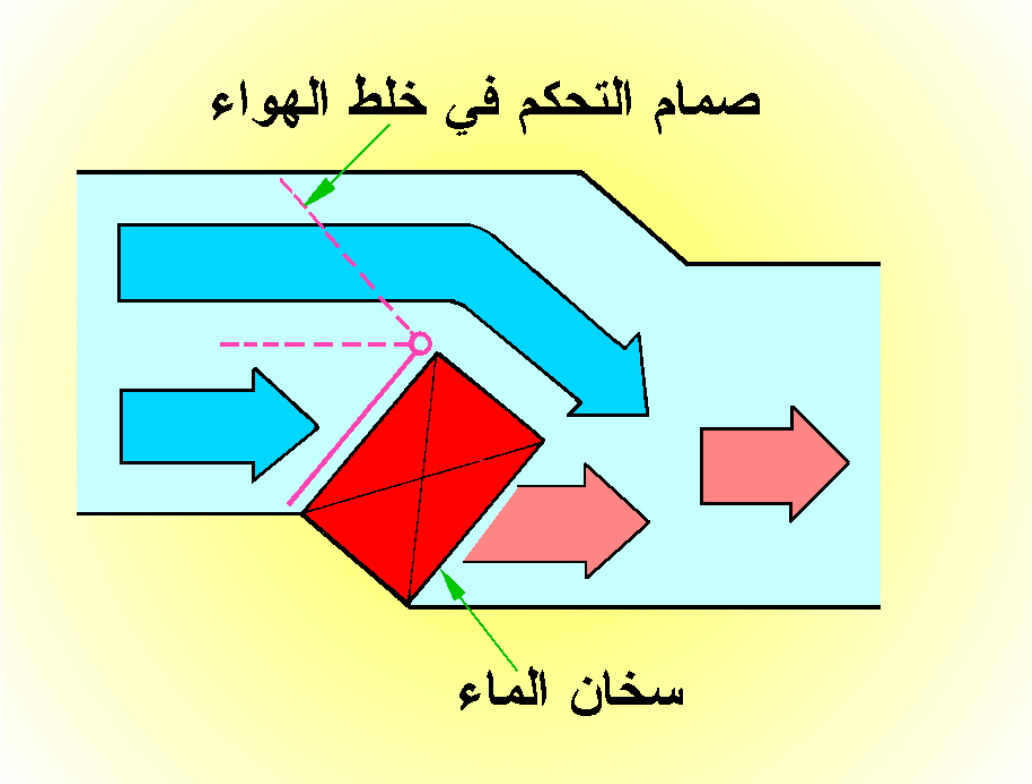
الشكل (٥- ٨) يبين مكان أجزاء منظومة التسخين في المركبة

ثالثاً : أنواع منظومات التهوية :

هنالك نوعان من السخان بالماء الحار يختلفان في نظام ضبط درجة الحرارة . هما :

النوع الأول : نوع خلط الهواء

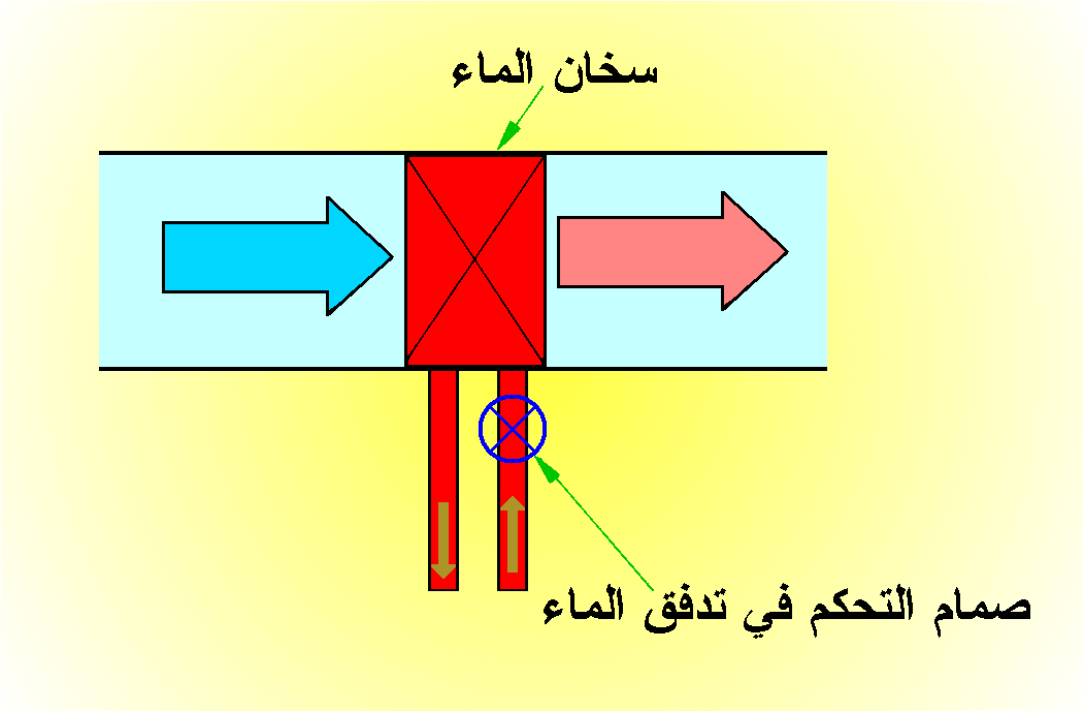
هذا النوع يستخدم بوابة للتحكم في خلط الهواء والذي يغير درجة حرارة الهواء بواسطة ضبط نسبة الهواء البارد المسموح له بالمرور إلى السخان والهواء الذي لا يمر بالسخان . ويستخدم هذا النوع في عدة موديلات.



الشكل (٥- ٩) يبين سخان الماء من نوع خلط الهواء

النوع الثاني : التحكم في انسياب الماء

في هذا النوع يتم التحكم في درجة الحرارة بواسطة ضبط كمية الماء المنسابة إلى السخان عن طريق صمام التحكم بتدفق الماء إلى السخان وبذلك فإن كمية الماء المار في السخان عندما تكون قليلة فإن الحرارة التي تحصل عليها تكون قليلة والعكس صحيح .



الشكل (٥- ١٠) يبين سخان الماء من نوع التحكم في انسياب تدفق الماء

تكييف الهواء بالمركبات

منظومة التكييف والتبريد

الوحدة السادسة

منظومة التكييف والتبريد

الهدف العام للوحدة

التعرف على منظومة التكييف والتبريد والقدرة على قراءتها وفهم طريقة عملها .

الأهداف الإجرائية :

يجب أن يكون المتدرب قادراً على :

- التعرف على التظرية التشغيلية لمنظومة التكييف والتبريد.
- التعرف على مكونات منظومة التكييف والتبريد.
- التعرف على طريقة عمل منظومة التكييف والتبريد.
- التعرف على أنواع منظومات التكييف والتبريد.

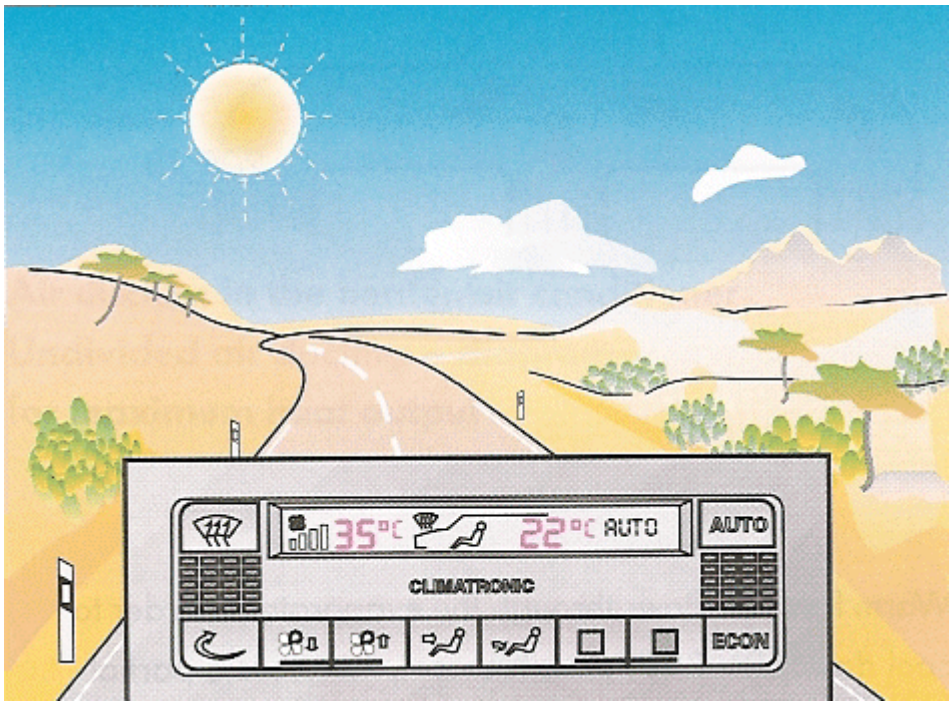
الوقت المتوقع لإتمام الوحدة: ٦ ساعات

مقدمة :

مكيف الهواء هو وسيلة لجعل غرفة القيادة مريحة في الأجواء الحارة ويجب على جهاز تكييف السيارة الكامل والنموذجي أن يوفر الرفاهية والراحة وسبلا للتحكم في ظروف الهواء داخل غرفة السيارة أثناء الطقس الحار والرطب و كما يجب أن يمد غرفة السيارة بالبرودة المناسبة ويزيل الغبار والرطوبة والروائح غير المرغوب فيها من هواء السيارة الداخلي.انظر الشكل (٦- ١).

الأسس الطبيعية لتوليد البرودة طبقا لمبدأ التبخير:

تعتمد طريقة التبريد في مكيف السيارة على نظرية تبخير سائل (أي يتم تحويل سائل من الحالة السائلة إلى الحالة الغازية) ويلزم لعملية التبخير هذه كمية معينة من الحرارة يتم اكتسابها من الحيز المحيط بالمبخر (حيز الركاب) مما يؤدي إلى انخفاض درجة حرارة الحيز المحيط أي إلى تبريده ويلزم لإتمام هذه العملية سائل سريع التبخير بحيث تكون درجة الحرارة التبخير لهذا السائل أقل من درجة حرارة الهواء المرغوب في تبريده .

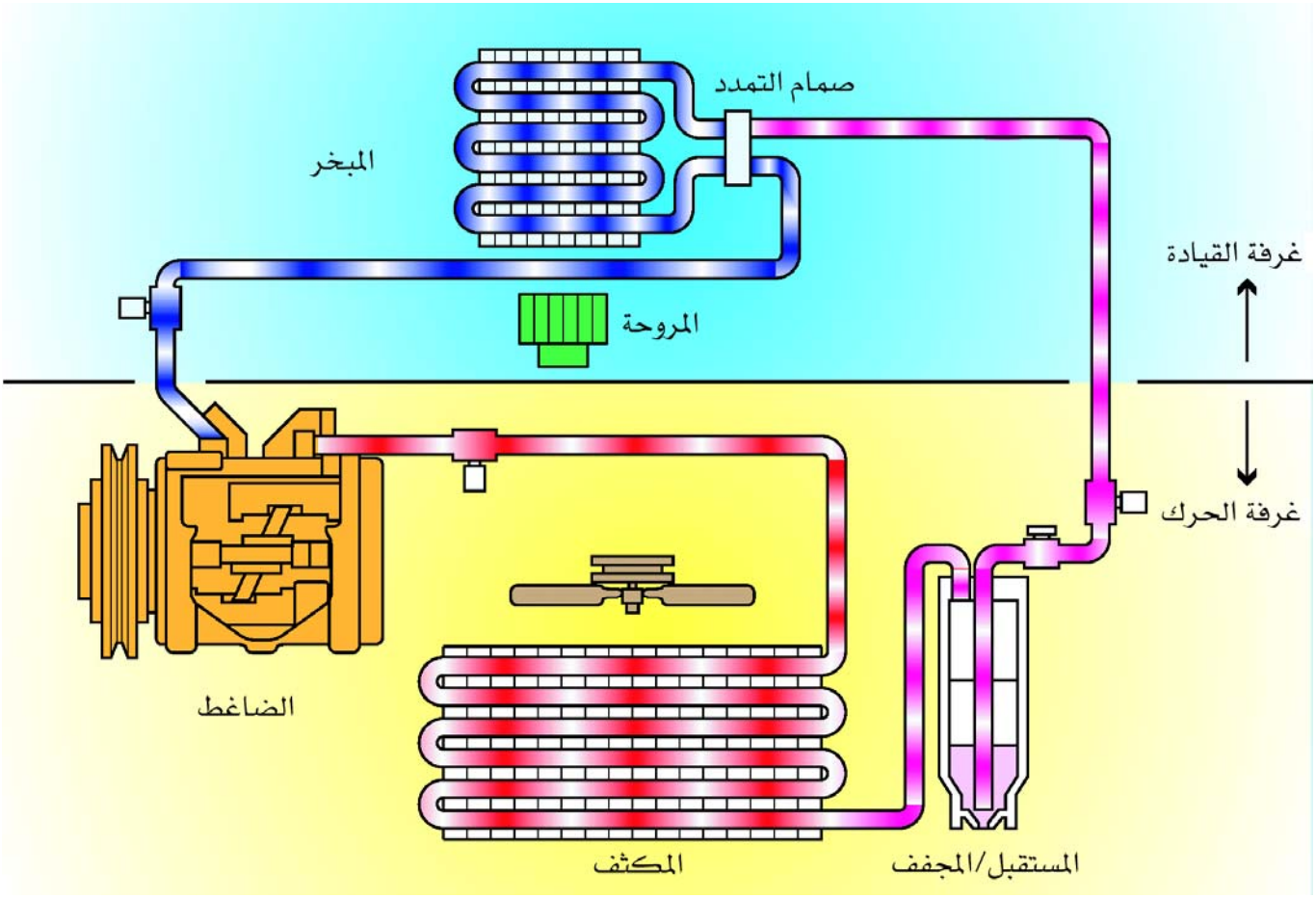


الشكل (٦- ١) يبين الظروف التي تحتاج إلى ضبط في درجة الحرارة في غرفة القيادة

النظرية التشغيلية لمنظومة التكييف والتبريد:

يصبح جهاز التكييف معدا للتشغيل بمجرد تشغيل المحرك بغض النظر عن سرعة سير المركبة وتعتمد طريقة التبريد هذه على نظرية تبخير سائل وتلزم لعملية التبخير كمية معينة من الحرارة يتم اكتسابها من الحيز المحيط بالمبخر مما يؤدي إلى انخفاض درجة حرارة الحيز المحيط أي تبريده . يتم وضع مبخر جهاز التكييف في غرفة حيز الركوب وتقوم مروحة بسحب الهواء من هذا الحيز ودفعه عبر المبخر وبذلك يتم تبريد الهواء وفصل الرطوبة الزائدة وهذا يعني أن عملية التبريد تصحبها عملية فصل للرطوبة الزائدة ويتجمع الماء المكثف أسفل المبخر ويتم طرده إلى الخارج عن طريق خط توصيل خاص ويتم ضبط قدرة التبخير عن طريق ثرموستات (منظم لدرجة الحرارة) وبذلك يمكن حفظ درجة حرارة حيز الركوب ثابتة كما تتولى المروحة التي تدفع الهواء عبر المبخر تدوير الهواء في حيز الركوب ويمكنها سحب هواء نقي جديد من الخارج إذا لزم الأمر وتتولد البرودة اللازمة عن طريق تبخير سائل التبريد في المبخر ويتم حقن وسيط التبريد الموجود تحت ضغط مرتفع في وعاء سائل التبريد في المبخر عن طريق صمام تمدد موضوع قبل المبخر مباشرة وينخفض الضغط المؤثر على وسيط التبريد عند دخوله إلى المبخر مما يؤدي إلى تبخره ومن ثم سحب الحرارة من الحيز المحيط به ويسخن وسيط التبريد نفسه ويقوم صمام التمدد بحقن كمية معينة من سائل التبريد في المبخر تناسب قدرة التبريد المطلوبة وتعدل الكمية المثلى التي يتمكن المبخر من تبخيرها ويتم التحكم في هذا الصمام عن طريق ثرموستات ويجب أن تتم عملية التنظيم هذه دون ارتباط بدرجة حرارة الهواء الخارجي أو قدرة الضاغط لكنها تعتمد على درجة حرارة الهواء عند مخرج المبخر كذلك يمثل صمام التمدد نقطة الفصل بين الجزء ذي الضغط المرتفع والجزء ذي الضغط المنخفض في دائرة التبريد ولإكمال دورة التبريد تجب إعادة تكثيف وسيط التبريد الساخن الذي يتم تبخيره في المبخر والموجود في صورة بخار عن طريق سحب كمية الحرارة التي اكتسبها من حيز الركوب ويقوم الضاغط بسحب بخار وسيط التبريد من المبخر ورفع ضغطه ثم يدفعه إلى المكثف ويشبه المكثف في تركيبه للمشع المزود بزعانف تبريد عديدة ويتم وضعه غالبا قبل المشع في مواجهة هواء السير ويمكن تبريده بطريقة إضافية باستخدام مروحة كهربائية ويتم سحب الحرارة من بخار وسيط التبريد التي تم اكتسابها من حيز الركوب عن طريق مساحة المقطع الكبيرة للمكثف وطردها إلى الهواء الجوي الخارجي وبذلك يتكثف بخار وسيط التبريد إلى سائل وتعتمد درجة الحرارة التي يتكثف عندها بخار وسيط التبريد على الضغط في المكثف ويخرج بعد ذلك وسيط التبريد السائل من أسفل المكثف ويسري إلى داخل وعاء سائل التبريد ويركب مجفف قبل وعاء سائل التبريد تكون

وظيفته فصل أي بقايا من الماء من وسيط التبريد (لأن سائل التبريد يتحلل بواسطة الماء) يتضح من هذا أن جهاز التكييف في المركبات الآلية يحتوي على دورتين مقترنتين ببعضهما وهما دورة الهواء ودورة وسيط التبريد وترتبط الدورتان ببعضهما عن طريق المبخر الذي يعمل كمبادل حراري . انظر الشكل (٦- ٢).



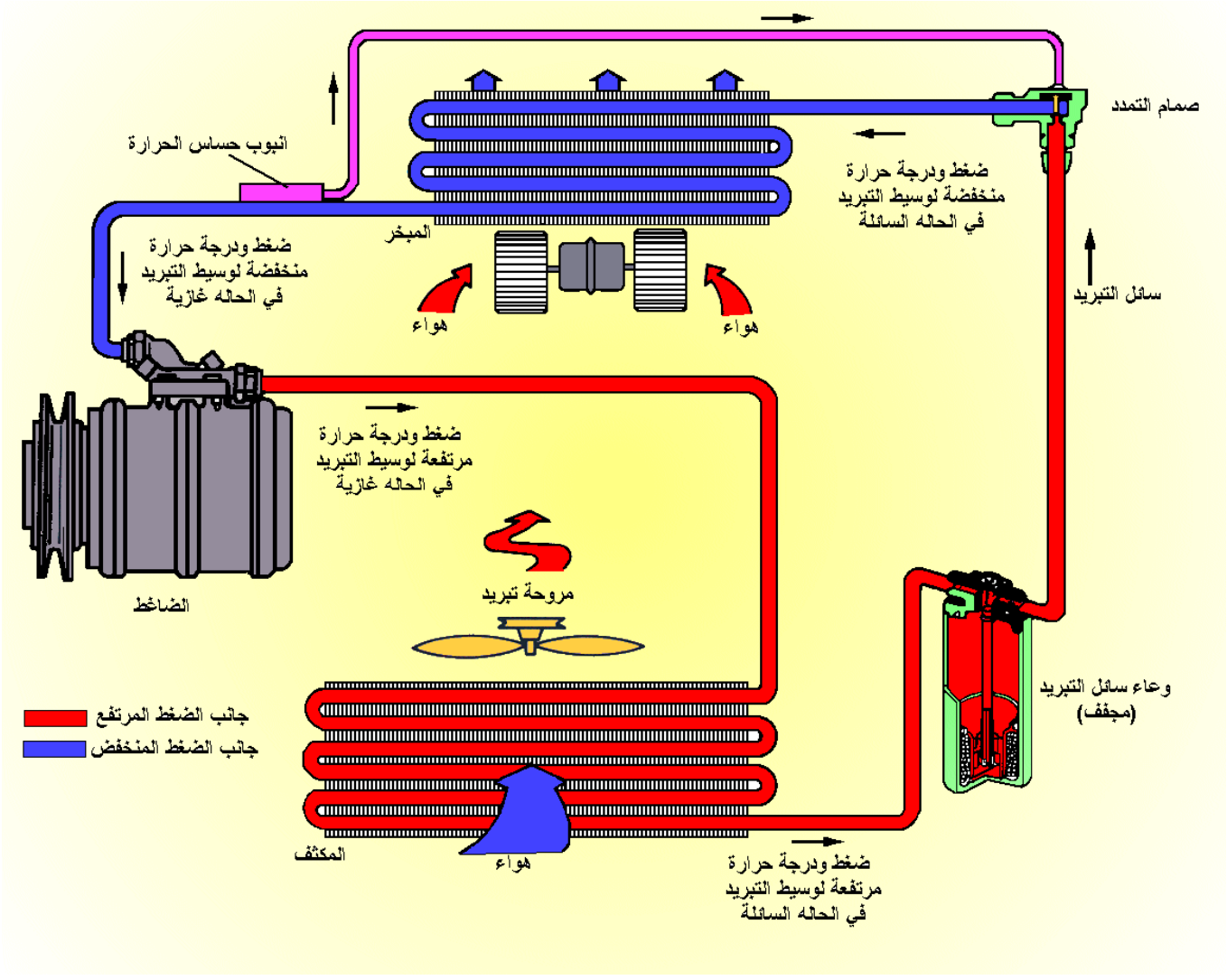
الشكل (٦- ٢) يبين طريقة عمل منظومة التكييف

مكونات منظومة التكييف والتبريد :

يتكون جهاز التكييف في المركبة الآلية من الأجزاء الرئيسة التالية :

١- الضاغط
٢- القابض الكهرومغناطيسي
٣- مكثف
٤- وعاء لسائل التبريد يحتوي على مجفف لسائل التبريد
٥- صمام تمدد
٦- مبخر
٧- مفتاح الضغط
٨- (ثرموستات) حساس لدرجة الحرارة
٩- مروحة
١٠- خراطيم وسيط التبريد

انظر الشكل (٦- ٣).



الشكل (٦- ٣) يبين دورة التبريد المستخدمة في المركبة

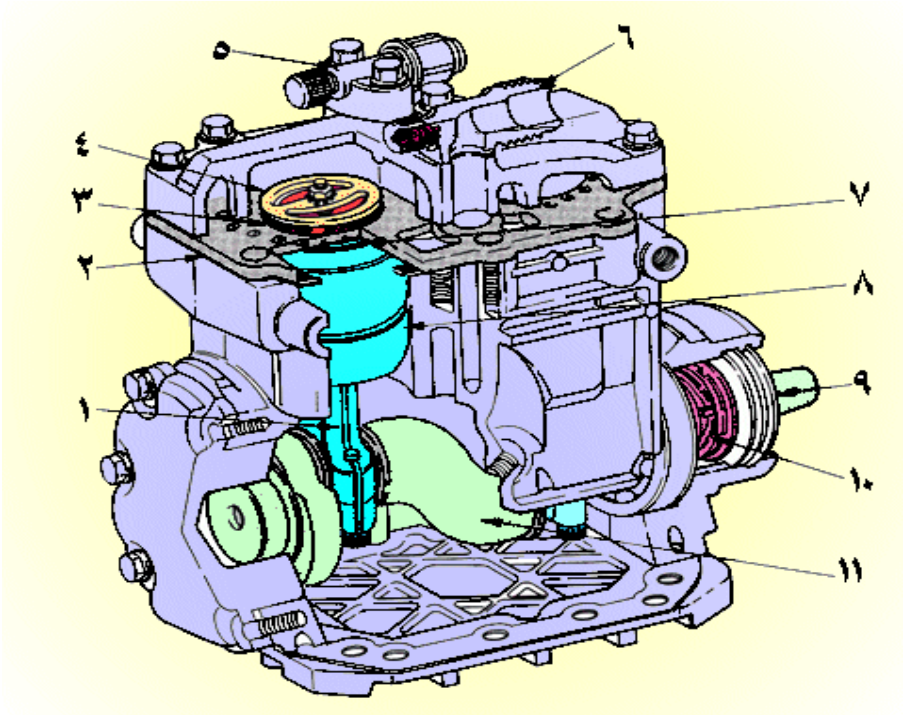
أولاً : الضاغط:

يمثل الضاغط جهاز التشغيل في منشأة التكييف وهو يشبه المضخة من حيث طريقة العمل إذ يقوم بسحب وسيط التبريد وضغطه ثم ضخه خلال دورة التبريد ويلاحظ أن ضواغط التبريد لا تصلح إلا لضغط الغازات فقط وإذا سحب الضاغط أي سائل فإن ذلك يؤدي إلى تلفه ويستخدم نوعان من الضواغط في أجهزة التكييف هما :

(أ) الضاغط الترددي:

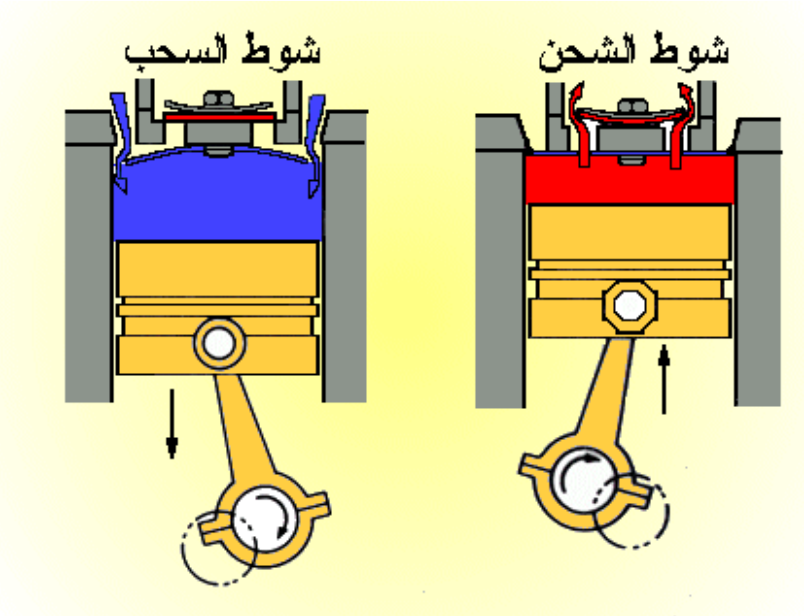
وهو الضاغط ذو الكباس المتحرك إلى أعلى وإلى أسفل عن طريق حركة دوران عمود الضاغط والمنقولة إليه من عمود المرفق بواسطة سير وبكرات إدارة . انظر الشكل (٦- ٤).

وفي هذا النوع من الضواغط يتم سحب وسيط التبريد الغازي إلى داخل الأسطوانة عن طريق تحرك الكباس إلى أسفل وفي هذه الأثناء يفتح صمام السحب المسار بين لوحة الصمام وحيز الأسطوانة وعند تحريك الكباس إلى أعلى يتم انضغاط الغاز وفي هذه الأثناء يغلق صمام السحب ويفتح صمام الضغط (الطرد) وتزود ضواغط التبريد بزيت خاص يختلط جزء منه بوسيط التبريد ويسري دائما خلال دورة وسيط التبريد ومهمته هي تزليق الأجزاء المتحركة المختلفة. انظر الشكل (٦- ٤).



الشكل (٦- ٤) يبين الضاغط الترددي

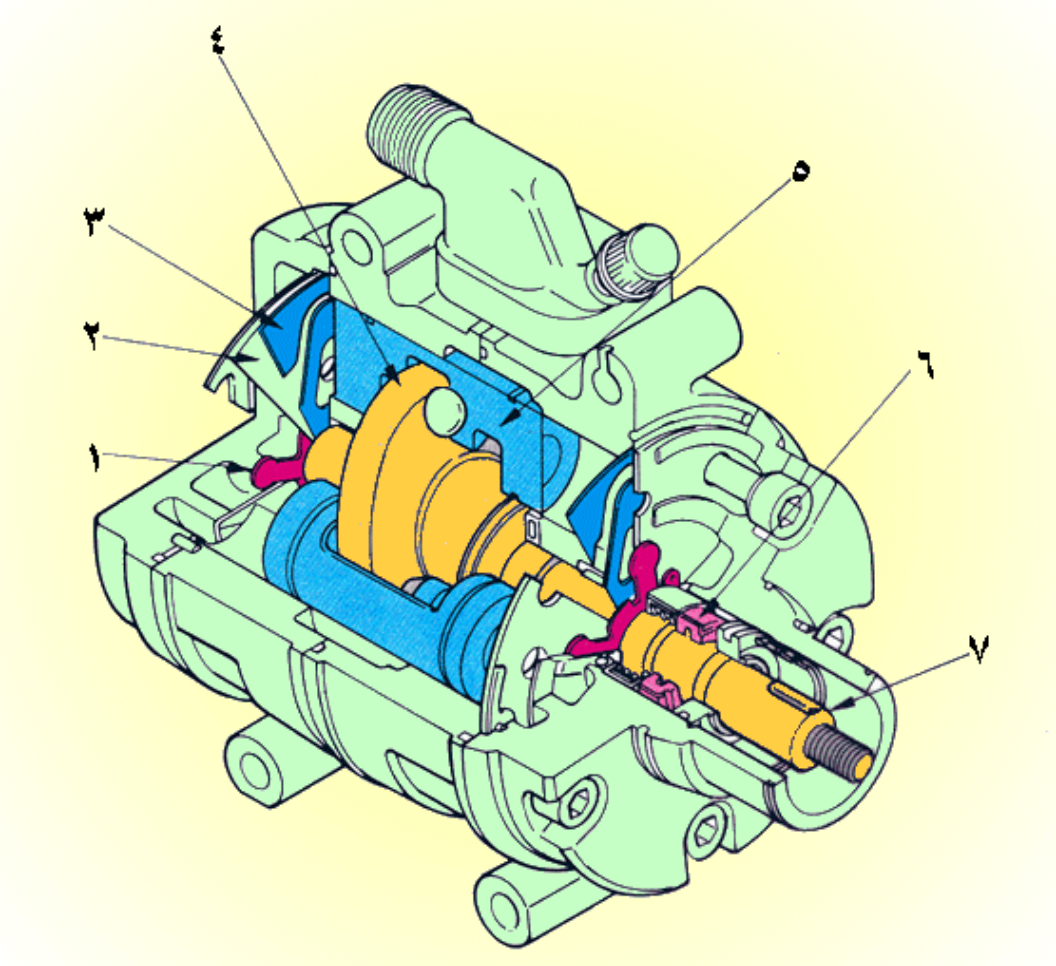
١- ذراع توصيل ٢- قاعدة الصمام ٣- صمام التصريف ٤- سدادة صمام
٥- صمام خدمة السحب ٦- صمام خدمة الشحن ٧- صمام السحب ٨- كباس
٩- قاعدة الصوفة ١٠- صوفة العمود ١١- عمود الكرنك



الشكل (٦- ٥) يبين حركة الكباس والصمامات في الضاغط الترددي

ب- الضاغط المتراوح:-

الشكل رقم (٦- ٥) يوضح الضاغط الدوار ويحتوي على ستة أقراص تراوحية (متراوحة) وتكاد تكون للضواغط الدوارة نفس قدرة السحب للضواغط ذات الكباسات ويمكن إقرانها بالمحركات بسهولة ولهذه الضواغط قدرة ضخ عالية بالنسبة لحجمها ويدور العضو الدوار داخل مبيت أسطواني ويوجد بالعضو الدوار شقوق دليلية تنزلق بها الريش (الأقراص) وعند الدوران تنزلق هذه الريش إلى الخارج بفعل القوة الطاردة المركزية (أو بتأثير نوابض تدفعها إلى الخارج) وينشأ عن اختلاف المركز للعضو الدوار مع المبيت غرفة سحب وكبس هلالية الشكل فيكون كل من جدار المبيت والريش والعضو الدوار غرفا تتسع أولا في اتجاه الدوران (اتساع حيز السحب) ثم تضيق ثانية (ضيق الحيز – ضغط). انظر الشكل (٦- ٦).

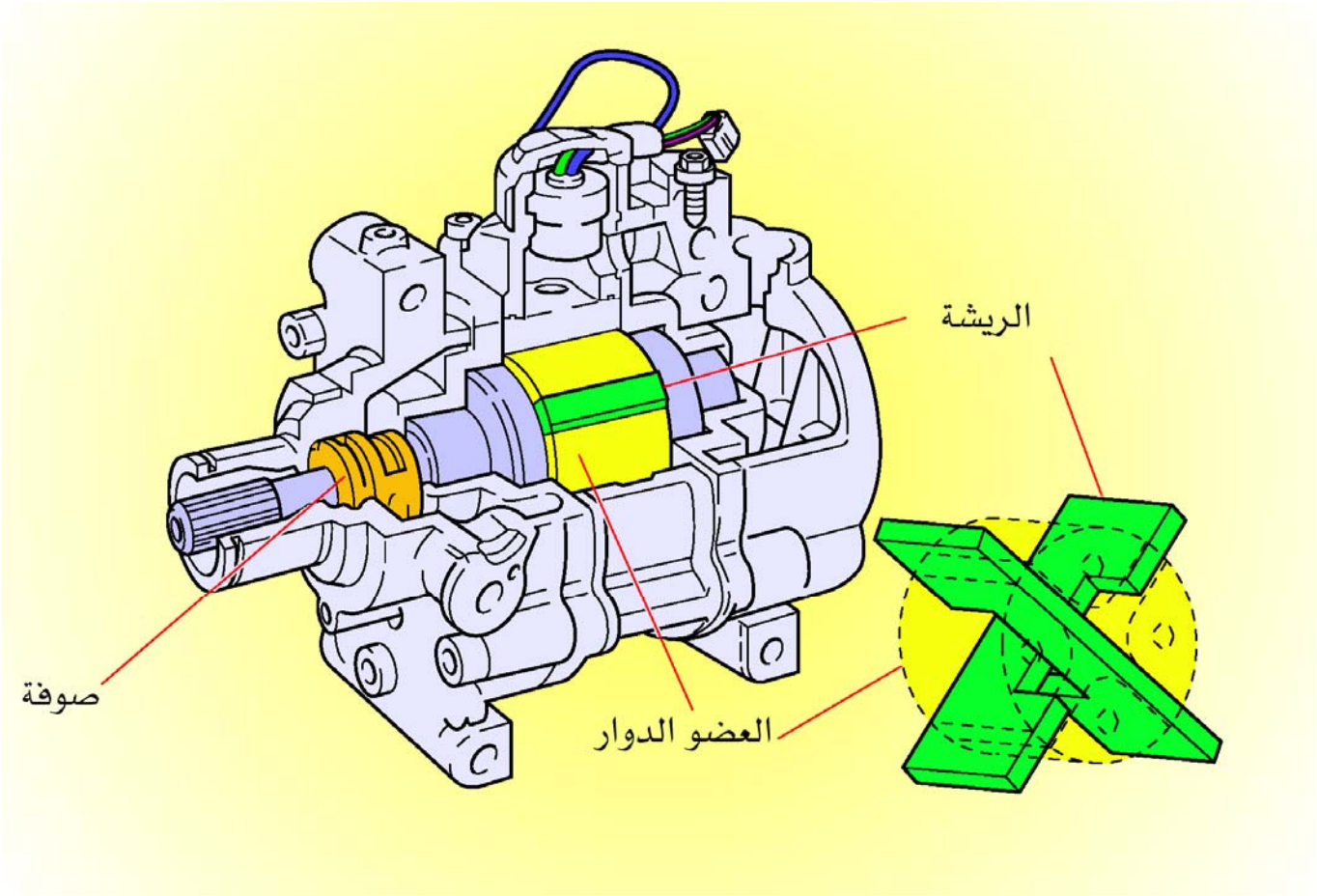


الشكل (٦- ٦) يبين أجزاء الضاغط المتراوح

١- صمام تفريغ ٢ - قاعدة صمام ٣- صمام سحب ٤- صاجة خلوص
٥- كباس ٦- صوفة عمود ٧- عمود الضاغط

ج- الضاغط ذو الريش المستقيمة:-

تكون كل ريشة من الضاغط نوع الريش المستقيمة جزء مكمل مع التي عكسها. ويوجد اثنان من أزواج الريش. كل واحد مركب على زاوية عمودية على الآخر بواسطة مجاري في الدوار. مع الدوران تتحرك الريش في الاتجاه الجانبي وتنزلق أطرافها عبر السطح الداخلي للأسطوانة. انظر الشكل (٦- ٧).



الشكل (٦- ٧) يبين أجزاء الضاغط ذو الريش المستقيمة

كل شفرة من هذا النوع من الضواغط تشكل مكونات متكاملة مع مثيلتها المتعاكسة حيث يوجد زوجان من الشفرات موضوعة مع بعضها بزوايا قائمة في المجاري. عندما يدور الدوار (الراوتر) فإنها تندفع للخارج قطرياً (باتجاه القطر بسبب القوة الطردية) بحيث تنزلق نهايتها على السطح الداخلي للأسطوانة.

١- السحب:

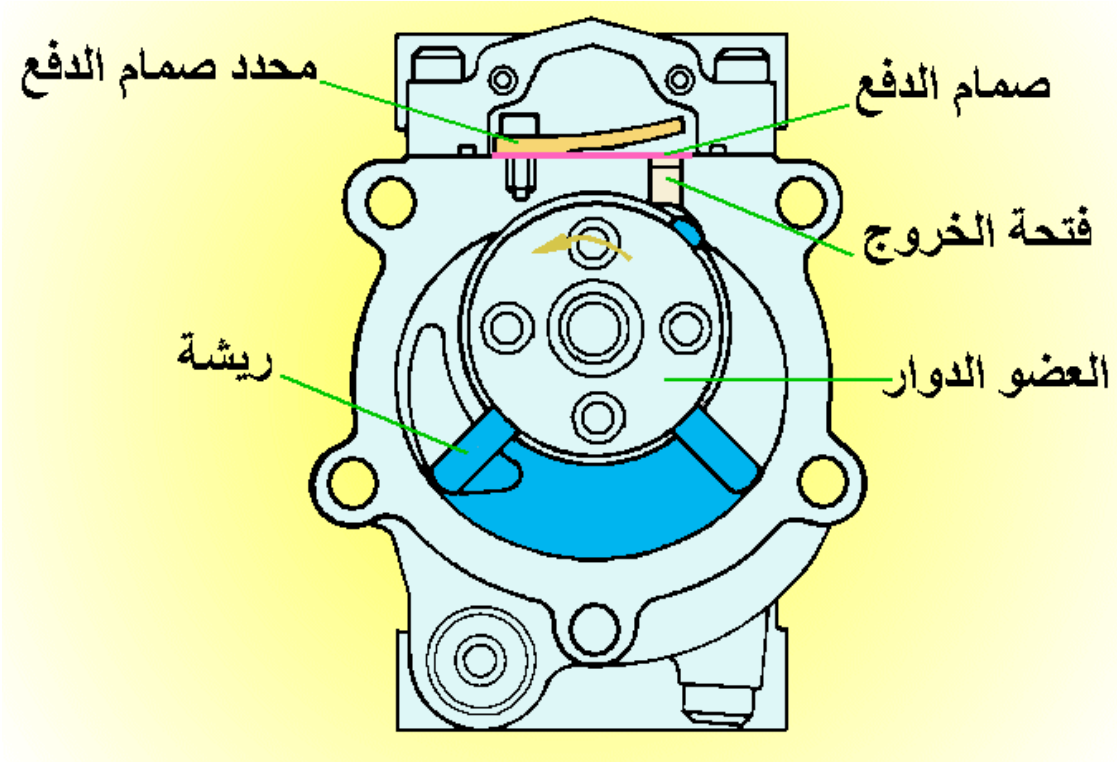
عندما يدور الدوار تتم إحاطة الحجم المسحوب بالشفرات ويزداد الحجم تدريجياً هذا يولد تفريغاً مما يتسبب في سحب وسيط التبريد إلى غرفة الضغط المنخفض في الضاغط ويكتمل شوط السحب .

٢- الانضغاط:

بعد اكتمال عملية السحب ، فإن حجم وسيط التبريد المحدد بالشفرات سيتناقص تدريجياً وينضغط وسيط التبريد داخل الأسطوانة.

٣- الطرد:

بعد الانضغاط واستمرار دوران العضو الدوار ستمر الشفرة على فتحة الخروج وبسبب شدة ضغط وسيط التبريد سيفتح صمام الطرد للمرور إلى غرفة الضغط العالي (غلاف عازل للزيت) من خلال فتحة الطرد. فإذا كان الضغط العالي أكبر من ضغط الطرد فإن فتحة الطرد لن تفتح لحماية الضاغط من السريان العكسي لوسيط التبريد. انظر الشكل (٦- ٨).

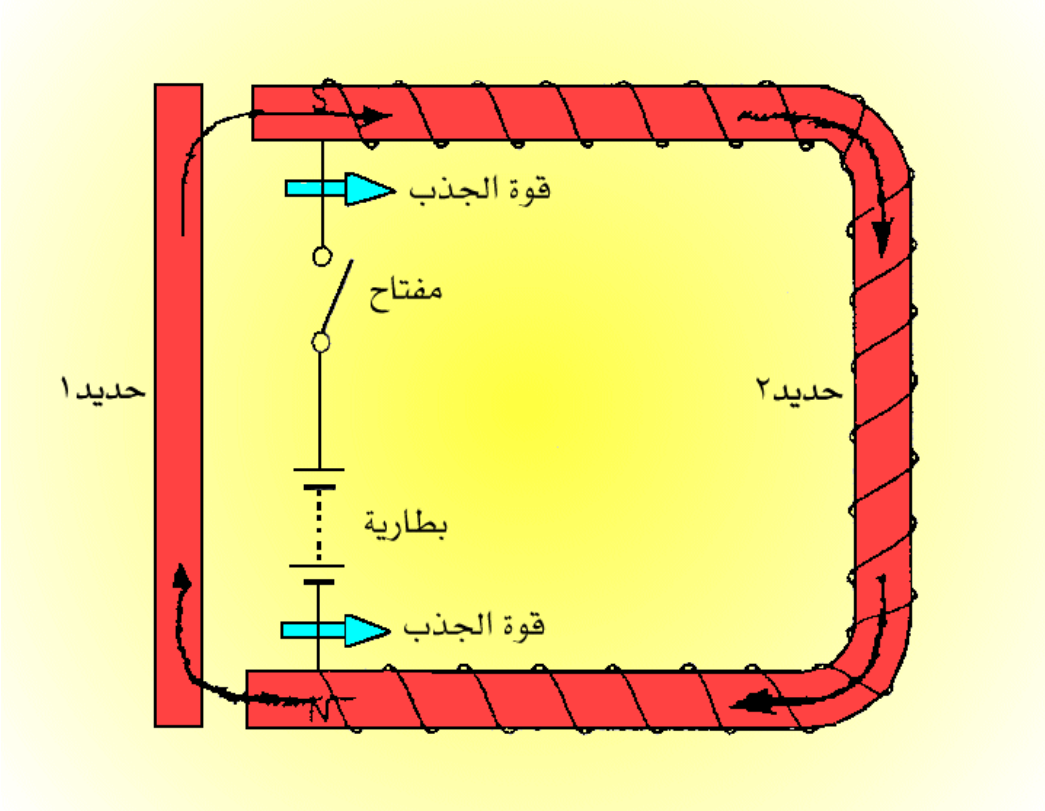


الشكل (٦- ٨) يبين أجزاء الضاغط ذي الريش المستقيمة

ثانياً: القابض الكهرومغناطيسي:

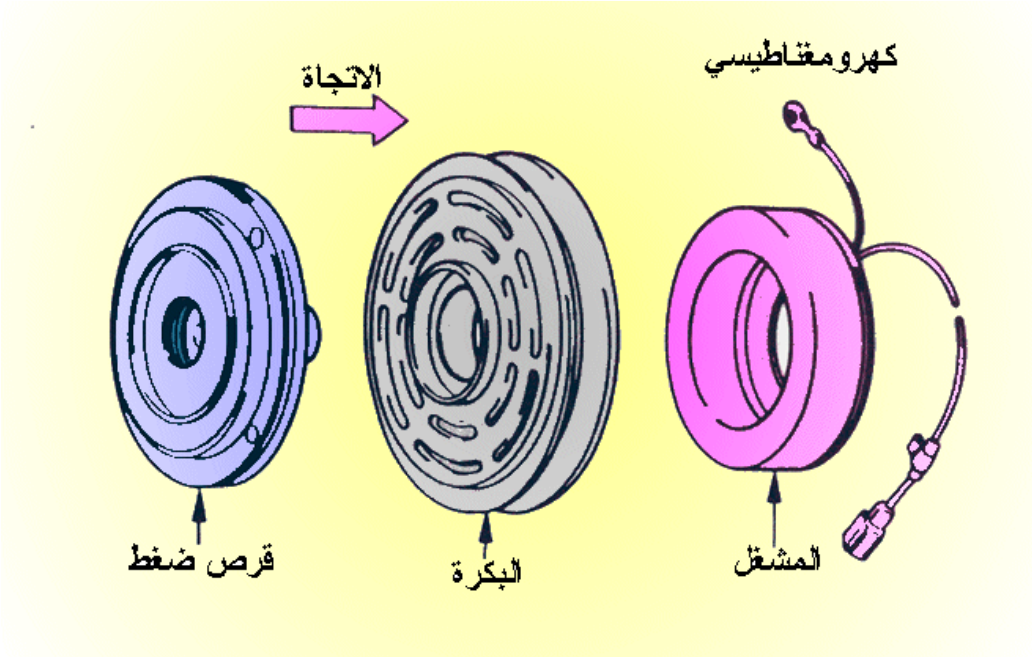
مبدأ العمل:

عند تغذية التيار إلى ملف ستتولد قوة مغناطيسية في الحديد٢ الذي يقوم بجذب الحديد١. انظر الشكل (٦- ٩).



الشكل (٦- ٩) يبين مبدأ العمل في القابض الكهرومغناطيسي المستخدم في تكييف المركبات

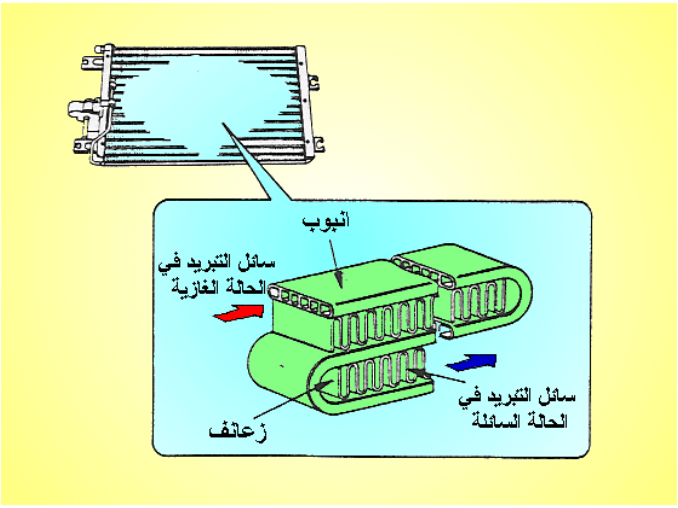
يعتبر القابض الكهرومغناطيسي وسيلة نقل للحركة بين محرك المركبة وضاغط التبريد ويتكون القابض من ملف مغناطيسي وبكرة سير ذات محمل محور دوران ونابض قرصي ويتم التحكم في المفتاح بواسطة حساس لدرجة الحرارة مركب عند المبخر ويقوم المفتاح بإثارة الملف المغناطيسي عند وصول درجة الحرارة إلى قيمة معينة وبالتالي ينجذب النابض القرصي في اتجاه بكرة السير ويشغل الضاغط وعندما ينقطع التيار عن الملف المغناطيسي ينفصل النابض القرصي عن بكرة السير ويتوقف الضاغط. انظر الشكل (٦- ١٠).



الشكل (٦- ١٠) يبين أجزاء القابض الكهرومغناطيسي المستخدم في المركبات

ثالثاً: المكثف:

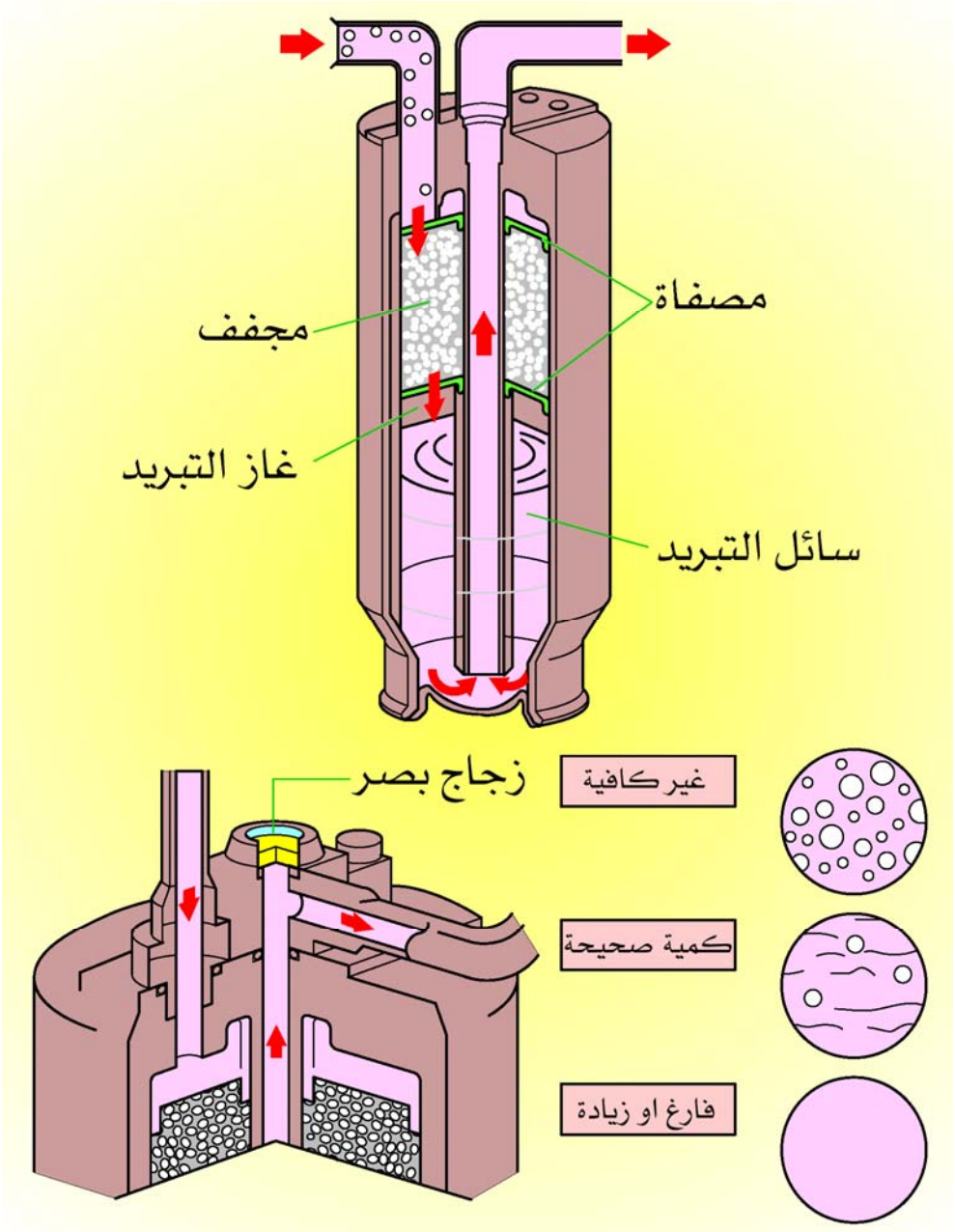
يتكون من مجموعة من الأنابيب الملفوفة حلزونيا مزودة برقائق ملحومة على سطحها لرفع كفاية الانتقال الحراري وضمان التبريد السريع لبخار وسيط التبريد ويجب الانتباه إلى أنه عند وضع المكثف أمام المشع فإن هذا يؤدي إلى حمل حراري إضافي يقع على عاتق مشع المركبة (المبرد) ويجب أن لا تقل المسافة بين المشع والمكثف عن ستة مليمترات . انظر الشكل (٦- ١١).



الشكل (٦- ١١) يبين المكثف مع حالة وسيط التبريد

رابعاً : وعاء سائل التبريد ذو مجفف المرشح :

تتلخص وظيفة وعاء سائل التبريد ذي مجفف المرشح في تجمع وسيط التبريد السائل القادم من المكثف وفصل الماء عنه إن وجد و في هذا الوعاء يتدفق وسيط التبريد خلال مجفف يحتوي على مواد صلبة ويقوم هذا المجفف بفصل الماء والشوائب الصلبة عن وسيط التبريد ويزود وعاء سائل التبريد بنافذة زجاجية لإمكان مراقبة مستوى وسيط التبريد الموجود فيه . انظر الشكل (٦- ١٢).

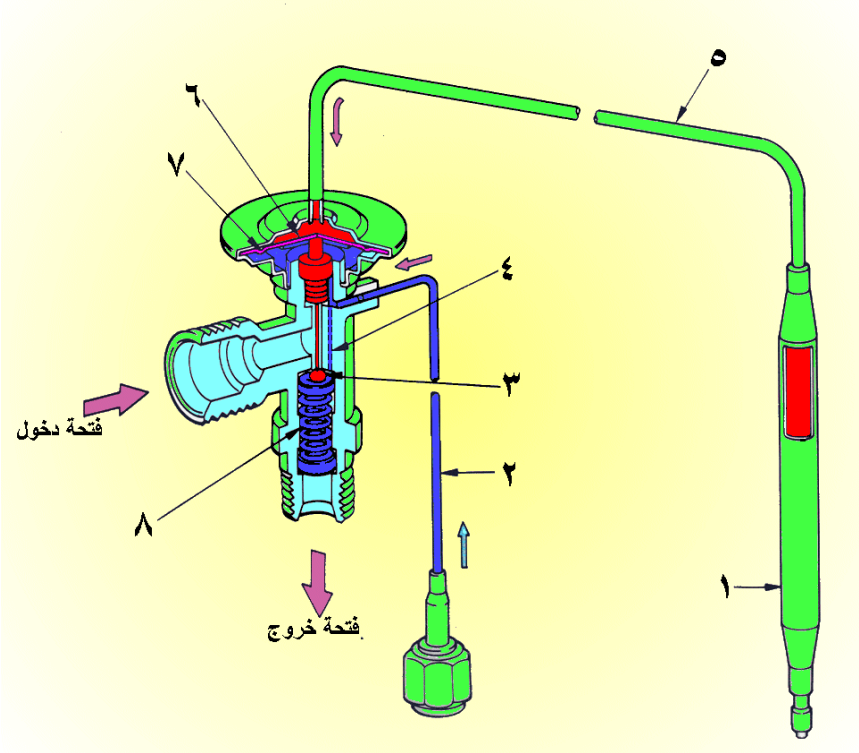


الشكل (٦- ١٢) يبين وعاء سائل التبريد ذا مجفف المرشح المستخدم في المركبات

خامساً : صمام التمدد :

يقوم صمام التمدد بخفض ضغط السائل من ضغط التكثيف إلى ضغط التبخير كما يعمل على تنظيم سريان سائل التبريد للمبخر.

بعد مرور سائل التبريد على المستقبل والمجفف يحقن خارجاً مما يتسبب في تمدد السائل فجأة ويتحول إلى مادة ضبابية ذات حرارة منخفضة وضغط منخفض . انظر الشكل (٦- ١٣).

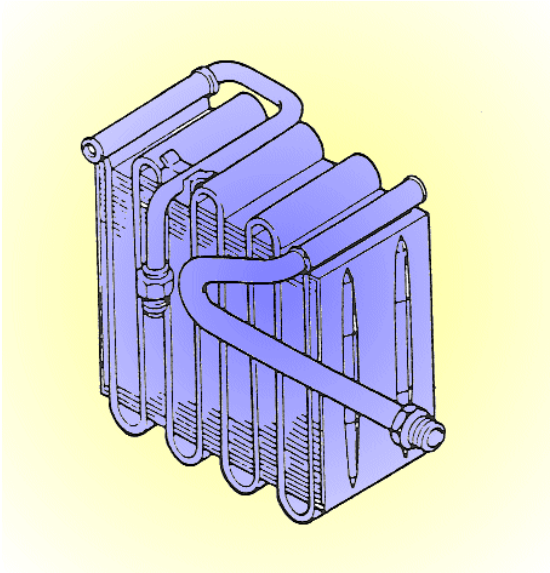


الشكل (٦- ١٣) يبين صمام التمدد المستخدم في المركبات

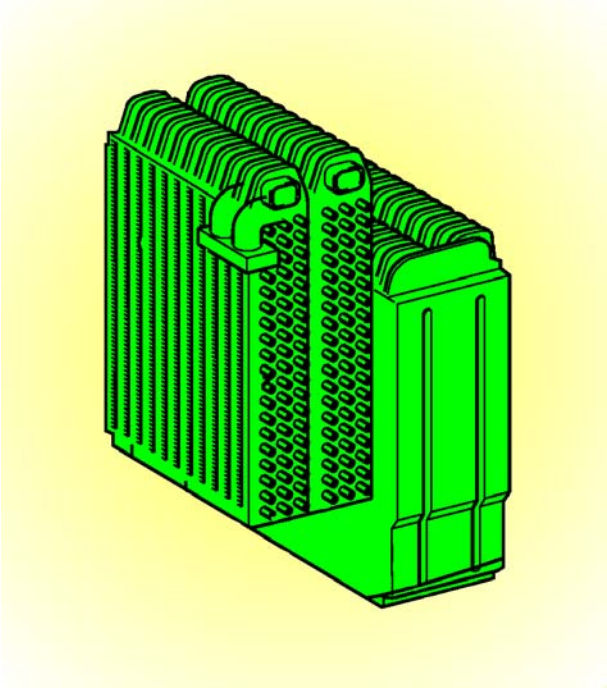
١- أنبوب حساس الحرارة
٢- ماصورة المعادل
٣- الصمام
٤ - دائرة المعادل كهربائية
٥- أنبوبة شعرية
٦- غرفة الغشاء
٧- الغشاء
٨- نابض الضغط

سادساً : المبخر (المبادل الحراري):

غالبا ما يصنع كل من المبخر والمبادل الحراري لجهاز التدفئة في كتلة واحدة في وحدات التبريد التي تركب عادة في المركبات الآلية أما في حالة التركيب اللاحق لجهاز التكييف فيتم وضع المبخر أسفل لوحة الأجهزة بالمركبة ويتكون المبخر أساسا من مجموعة من المواسير الملفوفة حلزونيا تزود برقائق لتكبير مساحة سطح المبخر وتساعد هذه على التبادل السريع للحرارة بين الهواء الموجود في حيز الركوب وبين وسيط التبريد في المبخر. انظر الشكل (٦- ١٤) و(٦- ١٥) .



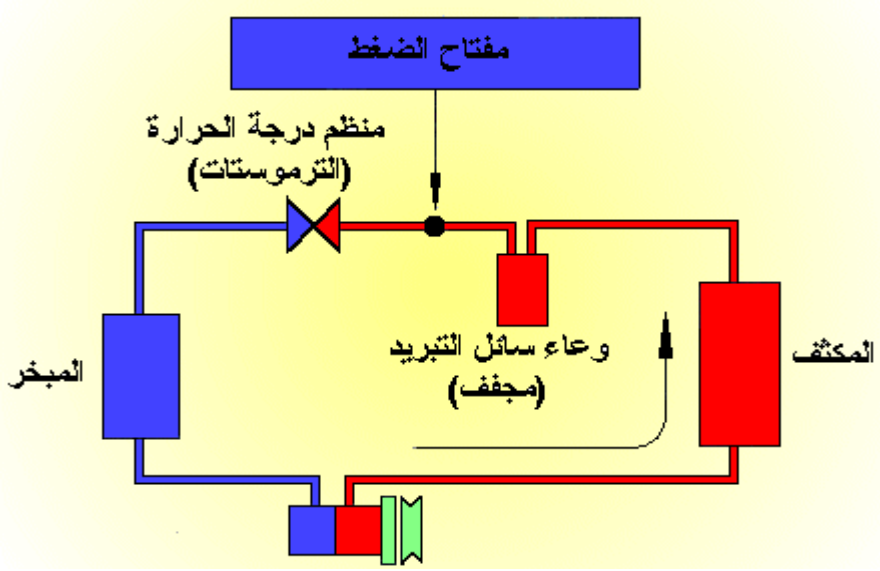
الشكل (٦- ١٤) يبين المبخر (المبادل الحراري)المستخدم في المركبات



الشكل (٦- ١٥) يبين قطاع للمبخر (المبادل الحراري)المستخدم في المركبات

سابعاً : مفتاح الضغط :

مفتاح الضغط يعمل على حماية دائرة التكييف ويوضع بين المستقبل وصمام التمدد. انظر الشكل (٦- ١٦).



الشكل (٦- ١٦) يبين مفتاح الضغط داخل دائرة التكييف

طريقة العمل :

١/عندما يكون الضغط منخفضاً جداً

يتصل منظم أدنى ضغط بضغط النظام بحيث إذا كان ضغط سائل التبريد في الحدود المقررة فإنه يقوم بوصل التيار إلى القابض الكهرومغناطيسي وبالتالي يعمل الضاغط إذا انخفض الضغط عن الحد المقرر لأي سبب من الأسباب مثل تسرب مادة التبريد فإنه يقطع التيار عن القابض الكهرومغناطيسي وبالتالي يتوقف الضاغط عن العمل حفاظا على سلامة وعدم تآكل أجزائه الداخلية نظرا لندرة وصول الزيت إليها في هذه الحالة

٢/عندما يكون الضغط مرتفعاً جداً

يتم توصيله بنفس الطريقة السابقة لمنظم أدنى ضغط ولكن طريقة عملة تختلف حيث إنه يقطع دائرة التيار الكهربائي الخاصة به عن القابض الكهرومغناطيسي عندما يتعدى الضغط حده المقرر داخل النظام وبالتالي إيقاف الضاغط عن العمل لحماية الأنابيب الموصلة من التلف أو أي جهاز آخر .

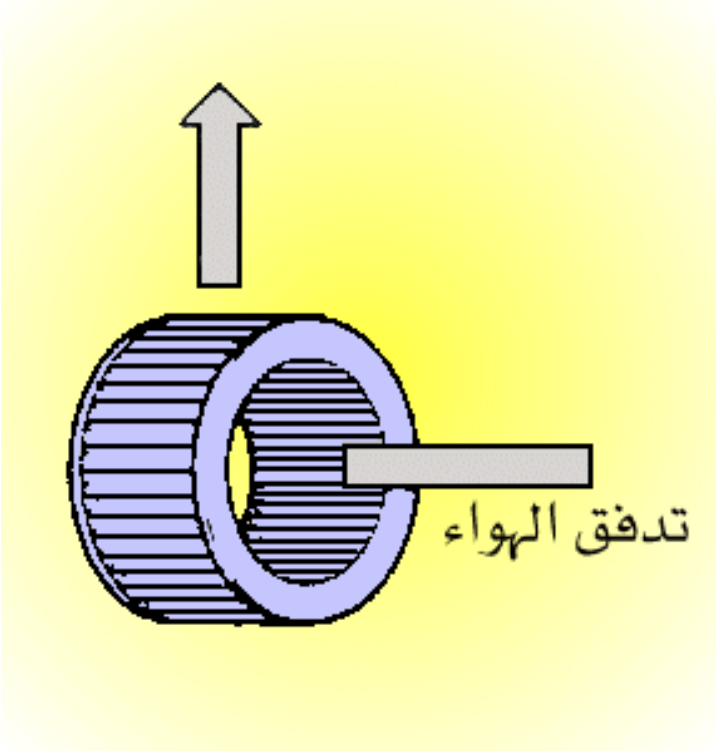
ثامناً: حساس درجة الحرارة (ترموستات):

المعدل الحراري أحد التجهيزات الأساسية التي تتأثر بحرارة جهاز التبخر أثناء عمله حيث إنه يزود بأنبوب شعري يثبت في جهاز التبخر وبهذا يتمكن من قياس حرارة التبخر ومقارنتها بالقيمة المحددة والأنبوب الشعري مملوء بغاز خاص يتغير حجم هذا الغاز بتأثر الحرارة وبالتالي يؤثر الأنبوب الشعري على غشاء مربوط داخل المفتاح بتجهيزات آلية العمل لغلق أو فتح دورة التيار الكهربائية المتصلة بالقابض الكهرومغناطيسي ومن ثم تشغيل أو فصل الضاغط هذا ويقوم الضاغط بالعمل لمدة طويلة أو قصيرة من الزمن حسب درجة حرارة جهاز التبخير. انظر الشكل (٦- ١٧).

الشكل (٦- ١٧) يبين حساس الحرارة المستخدم في التكييف

تاسعاً : المروحة

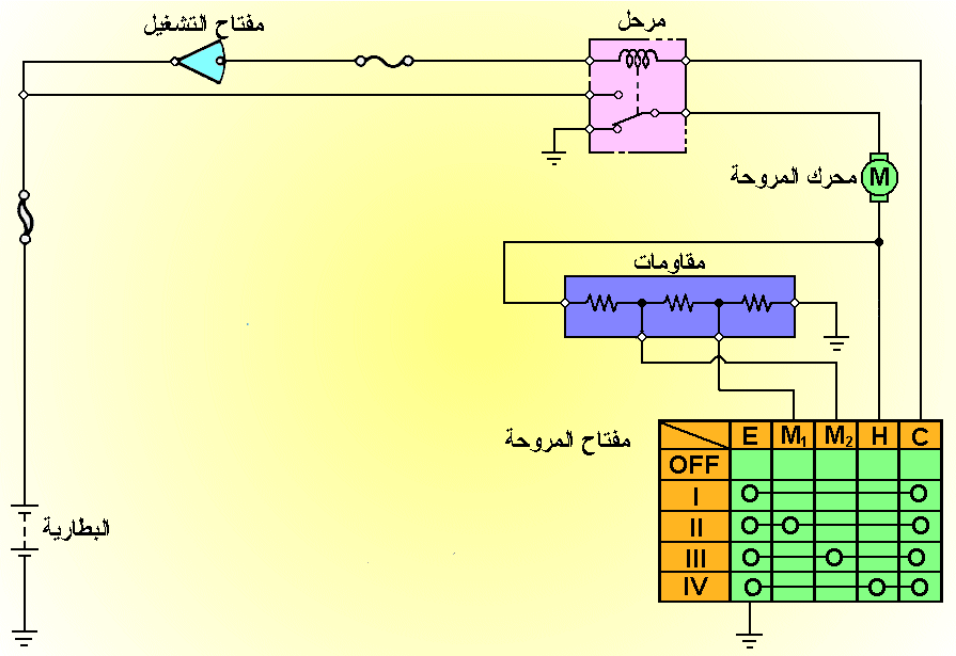
يوجد أنواع من المراوح تعمل على سحب الهواء من داخل المقصورة ثم تدفعه باتجاه المبخر ومن ثم إعادته إلى المقصورة مرة أخرى. انظر الشكل (٦- ١٨).



الشكل (٦- ١٨) يبين مروحة الهواء المستخدمة في التكييف

و يمكن تحديد كمية أو قوة تدفق هواء المكيف المرسل باتجاه مقصورة الركاب بالسيطرة على سرعة دوران محرك المروحة وتتم السيطرة عند توصيل المروحة بدورة تيار كهربائية بسيطة التركيب مزودة بمفتاح تحريك ومقاومة متغيرة وبذلك يمكن تغيير قيمة التيار الكهربائي الذي تغذى به المروحة .

وفي المثال التالي ذراع التحكم في سرعة محرك المروحة في لوحة التحكم يمكن أن يغير سرعة محرك المروحة إلى أربع مراحل ، ويمكن التحكم في سرعة محرك المروحة بواسطة تمرير تيار عبر مقاومات ذات قيم مختلفة لتغير الجهد إلى محرك المروحة وبذلك تغير سرعة محرك المروحة. انظر الشكل (٦- ١٩).



الشكل (٦- ١٩) يبين أوضاع سرعة دوران مروحة الهواء الكهربائية المستخدمة في دورة التبريد

عاشراً : خراطيم وسيط التبريد:

تقوم خراطيم وسيط التبريد بوصل أجزاء مجموعة التبريد بعضها ببعض وبذلك يتم تكوين دائرة مغلقة للتبريد ولما كانت حركة المركبات الآلية تحدث ارتجاجات فمن الضروري وصل الأجزاء مع بعضها بوصلات مرنة ويستخدم نوعان مختلفان من الوصلات هما :

أ/ خراطيم من المطاط المقوى بنسيج فولاذي وتتميز هذه الخراطيم بمرونتها العالية ومن ثم يمكن حنيها بأقطار انحناء صغيرة أثناء تمديدها .

ب/ خراطيم من البلاستيك المقوى بنسيج نايلون وتتميز هذه الخراطيم بقلة فقدها لوسيط التبريد إلا أنها تحتاج إلى أقطار انحناء كبيرة .

المصهر (الفيوز) :

وظيفته الأساسية هي حماية الأجزاء المختلفة للدائرة الكهربائية من التلف.

إشارة التحذير الضوئية:

في حالة حدوث عطل (خلل) بدائرة المكيف تضاء لمبة تحذيرية لتنبيه قائد المركبة .

أنواع منظومات التكييف والتبريد:

هناك نوعان من مبرد السيارة والتي تختلف في الطريقة المستعملة في ضبط درجة الحرارة وهي:

١- طريقة خلط الهواء.

وهذا النوع هو نفس طريقة السخان.

٢- طريقة الثيرموستات.

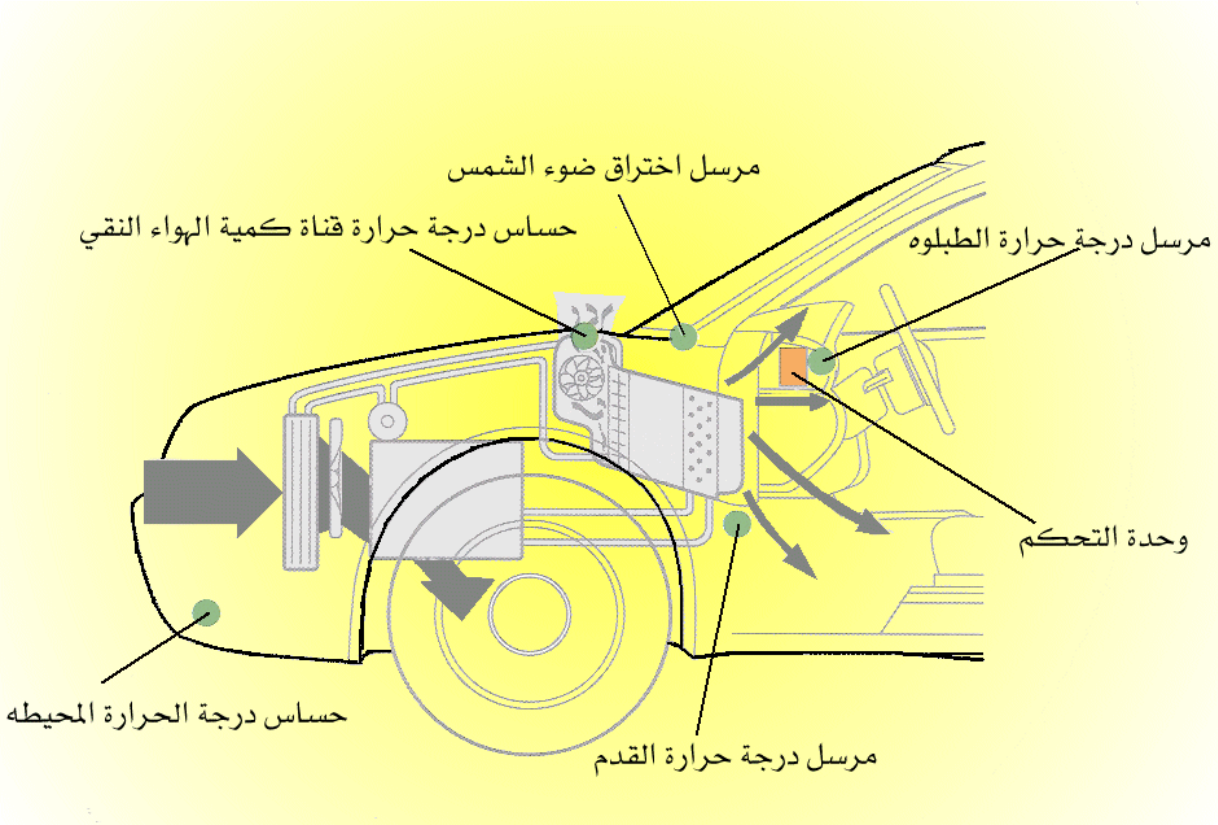
أنواع التحكم في التكييف والتبريد:

١- منظومة التكييف والتبريد تحكم عادي:

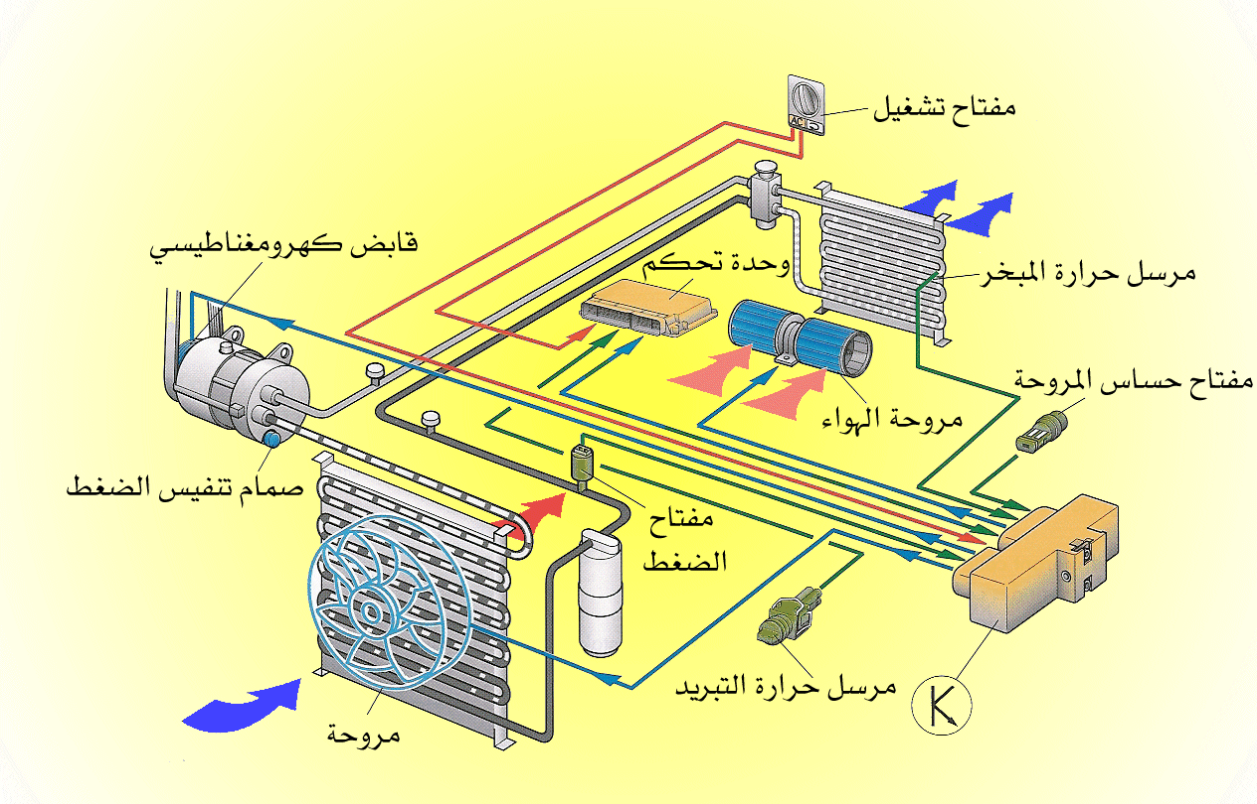
في هذه المنظومة يعتبر السائق هو من يقوم بالإحساس والسيطرة والتشغيل حيث يتطلب من السائق إدارة المفاتيح كلما تغيرت درجة الحرارة داخل السيارة.

٢- منظومة التكييف والتبريد تحكم إلكتروني:

في هذه المنظومة يوجد مجموعة من الحساسات والمشغلات و وحدة تحكم تعمل على استقبال الإشارات من الحساسات ثم معالجتها وإرسال أوامر إلى المشغلات ، بمعنى أن التحكم في درجة الحرارة يتم تلقائياً. انظر الشكل (٦- ٢٠) و(٦- ٢١).



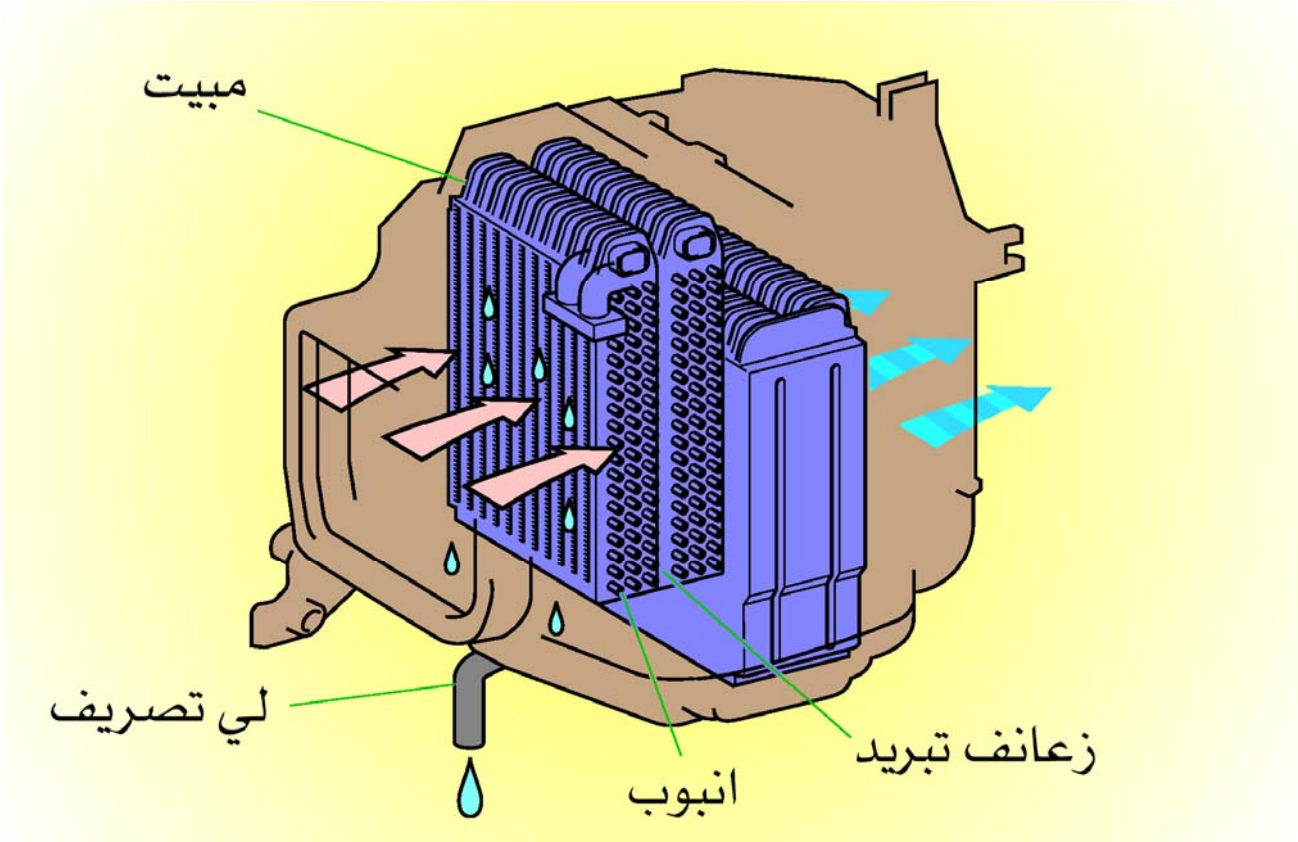
الشكل (٦- ٢٠) يبين منظومة التكييف والتبريد ذا التحكم الإلكتروني



الشكل (٦- ٢١) يبين منظومة التكييف والتبريد ذا التحكم الإلكتروني

إزالة الرطوبة من الهواء في التكييف:

تخفيض الرطوبة بواسطة تشغيل منظومة التبريد حيث يتكثف البخار المتواجد في الهواء المسحوب من غرفة السيارة على مواسير المبخر ويدفع الهواء مرة أخرى بارداً وجافاً نسبياً لداخل غرفة السيارة. أما الماء المكثف في مواسير المبخر فيجمع الغبار والأجزاء الطائرة في الهواء ومن ثم يتم إبعادها من سطح المبخر بانسياب الماء المكثف غبر أنابيب لخارج جسم السيارة. وعلى هذا النحو يعم تكييف الهواء المدفوع لداخل غرفة السيارة بعد إزالة الأوساخ والرطوبة منه وضبط درجة حرارته. انظر الشكل (٦- ٢٢).



الشكل (٦- ٢٢) يبين أجزاء جهاز إزالة الرطوبة في التكييف

زيوت تزليق الضاغط:

يستخدم زيت خاص لدوائر التبريد ويدور الزيت خلال دائرة وسيط التبريد مع الوسيط ولكن يبقى أغلبه في الضاغط ويجب أن ينزلق الزيت في البرودة الشديدة والحرارة الشديدة ويجب أن يكون جافاً ونقياً ولأن الرطوبة مهما كانت قليلة فهي تتجمد عند أجهزة التمدد وعليه يجب أن يكون الزيت خالياً من الشموع وتستخدم منظومات المركبات والسيارات للتبريد زيتاً له خواص وهي:

١- محتويات شمعية منخفضة: حيث إن تلك المواد قد تنفصل من الزيت وتسبب انسداد مسار وسيط التبريد أو الفتحات.
٢- استقرار حراري جيد: يجب ألا ينتج عنها رواسب كربونية بالنفط في الأماكن الحارة بالضاغط (كالصمامات مثلاً).
٣- استقرار كيميائي جيد: يجب ألا يحدث تفاعل كيميائي بين الزيت ووسيط التبريد أو أي تفاعل مع أجزاء النظام.
٤- انخفاض نقطة السيولة: أي قدرة الزيت على البقاء في حالة السيولة عند أقل درجة حرارة في النظام.
٥- انخفاض اللزوجة: قدرة الزيت على الإبقاء على خواص (التزييت الجيدة) عند درجات الحرارة المرتفعة وأيضاً في حالة سيولة جيدة عند درجات الحرارة المنخفضة لعمل تزييت باستمرار.

المصطلحات العلمية

A	
Acid concentration	التركيز الحمضي
Air-Cooled Condenser	المكثف المبرد بالهواء
Air-Cooled Evaporator	المبخر الذي يبرد الهواء
Arc Welding	لحام القوس الكهربائي
Automatic Expansion Valve	صمام التمدد الإلكتروني
Automobile Air Conditioning	مكيف السيارة
B	
Battery	مركم (البطارية)
Bubble test	فقاعات الصابون
C	
Capacitors	المكثفات الكهربائية
Capillary tube	الأنبوبة الشعرية
Carburiusing Flame	اللهب المكربن
Centrifugal Compressors	الضواغط الطاردة المركزية
Charging Cylinder	أسطوانة الشحن المدرجة
Cleaning Tubes	تنظيف الأنابيب
Compressor	ضاغط
Condenser	مكثف
Condenser pressure regulator	منظم ضغط المكثف
Contactor	المفتاح الكهرومغناطيسي
Coupling	وصلة الربط
Crankcase pressure regulator	منظم ضغط عمود المرفق
Cutting Tubes	قطع الأنابيب
D	
Desert Cooler	المكيفات الصحراوية
Digital Clampmeter	جهاز قياس فرق الجهد الرقمي

E	
Electronic Leak Detector	كاشف التسرب الإلكتروني
Electronic Expansion Valve	صمام التمدد الإلكتروني
Evaporative condenser	المكثف التبخيري
Evaporative cooler	المكيفات التبخيرية
Evaporator	المبخر
Evaporator pressure regulator	منظم ضغط المبخر
Expansion device	وسيلة التمدد
F	
Flashback arrestors	صمام اللهب العكسي
Filter/Drier	المجفف/ المرشح
G	
Gaskets	جوانات
Gas Welding	لحام الغاز
Global Warming	ظاهرة الاحتباس الحراري
H	
Halide Test Lamp	لمبة الهاليد
Hard drawn tubing	الأنابيب الصلبة
Heat Pumps	المضخة الحرارية
Hermetic	مغلق
High Pressure Cutout	فاصل الضغط العالي
I	
Insulation Resistance Test	فحص مقاومة العزل
L	
Liquid-Cooled Evaporator	المبخر الذي يبرد السوائل
Litmus paper	ورق عباد الشمس
Low Pressure Cutout	فاصل الضغط المنخفض

M	
Measurement Devices	أجهزة القياس
Megger	جهاز قياس مقاومة العزل الكهربائي
Microprocessor	المعالج
Multimeters	أجهزة قياس فرق الجهد ، التيار و المقاومة
N	
Neutral	الخط المحايد
Neutral Flame	اللهب المتعادل
Non-Return Valve	صمام عدم الرجوع
O	
Oil Separator	فاصل الزيت
Oxidising Flame	اللهب المؤكسد
Oxy-Acetylene Welding	لحام الأوكسي أستلين
Ozone Depletion Potential	الاضمحلال في طبقة الأوزون
Overload	قاطع الحمل الزائد
R	
Reaming Tubes	تقوير الأنابيب
Reclaiming Unit	وحدة استعادة وسيط التبريد
Receiver	خزان السائل
Reciprocating Compressors	الضواغط الترددية
Recovery Unit	وحدة استعادة وسيط التبريد
Relay	المرحل
Relieve Valve	صمام التنفيس
Rotary blade rotary compressors	الضواغط الدورانية ذات الريش المتحركة
Rotary Compressors	الضواغط الدورانية

S	
Screw Compressors	الضواغط اللولبية
Scroll Compressors	الضواغط الحلزونية
Semi-hermetic	شبة مغلق
Shut-off valve	صمام الإغلاق
Sight Glass	زجاجة البيان
Snifting	نفث
Solenoid Valve	صمام كهرومغناطيسي
Spring	نابض
Standard Tubs	الأنابيب القياسية
Stationary blade rotary compressors	الضواغط الدورانية ذات الريشة الثابتة
Stepper motor	محرك ذو الحركة المدرجة
Strainer	مصفاة
Soft Tubing	الأنابيب الطرية (مرنة)
Suction Accumulator	فاصل قطرات السائل
Sulphur Candle	شمعة الكبريت
Superheat	درجة التحميص
T	
Test Manifold	جهاز قياس الضغط
Thermostat	منظم درجات الحرارة
Thermostatic Expansion Valve	صمام التمدد الحراري
Transducer	ناقل إشارة
U	
Ultraviolet Leak Detector	كاشف التسرب بالأشعة الفوق البنفسجية
V	
Vacuum Pump	مضخة التفريغ
W	
Water-Cooled Condenser Welding	المكثف المبرد بالماء
	اللحام

المصطلحات

الرمز	المعنى باللغة الإنجليزية	الوحدات	المعنى باللغة العربية
A	Area	m^2	المساحة
c	Velocity	$m/\sec$	السرعة
C_p	Constant pressure specific heat	$kJ/kg.k$	الحرارة النوعية عند ضغط ثابت
C_v	Constant volume specific heat	$kJ/kg \cdot k$	الحرارة النوعية عند حجم ثابت
COP	Coefficient of performance	-	معامل الأداء
d , D	Diameter	m	القطر
E	Total energy	kJ	الطاقة الكلية
E_b	Blackbody emissive Flux	W/m^2	الحرارة المنبعثة من الجسم الأسود
f	Friction Factor	-	معامل الاحتكاك
F	Force	N	القوة
F_{ij}	View factor	-	معامل الشكل
g	Gravitational acceleration	$m/\sec^2$	الجاذبية الأرضية
G	Incident radiation	W/m^2	معدل الإشعاع الساقط
Gr	Grashof number		رقم قراشوف
h	Enthalby	kJ/kg	الانثالبيا
h	Convection heat transfer coefficient	$W/m^2 \cdot °C$	معامل انتقال الحرارة بالحمل
k	Thermal conductivity	$W/m\ °C$	معامل انتقال الحرارة بالتوصيل
L	Length; half thickness of a plane wall	m	الطول

m	Mass	kg	الكتلة
$\dot{m}$	Mass flow rate	$kg/\sec$	معدل السريان الكتلي
Nu	Nusselt number	-	رقم نسلت
p	perimeter	m	المحيط
P	pressure	kPa	الضغط
Pr	Prandtl number	-	رقم براندتل
Q	Total amount heat transfer	kJ	كمية الحرارة
$\dot{q}$	Heat flux	W/m^2	
$\dot{Q}$	Volume flow rate	$m^3/\sec$	معدل السريان الحجمي
r	Radius	m	نصف القطر
r_{cr}	Critical radius of insulation	m	نصف القطر الحرج
R	Gas constant	$kJ/kg \cdot K$	ثابت الغازات
R	Thermal resistance	$°C/W$	المقاومة الحرارية
R_u	Universal gas constant	$kJ/kmol \cdot K$	ثابت الغازات العام
Re	Reynolds number	m	رقم رينولودز
x	Thickness	m	السمك
t	Time	sec	الزمن
T	Temperature	$°C$ or K	درجة الحرارة
T_i	Initial Temperature ,inside Temperature	$°C$ or K	درجة الحرارة الابتدائية، الداخلية
u	Internal energy, velocity	kJ/kg m/s	الحرارة الداخلية
U	Overall heat transfer coefficient	$W/m^2 \cdot °C$	معامل انتقال الحرارة الكلي
v	Specific volume ,velocity	m^3/kg m/s	الحجم النوعي
V	Total volume	m^3	الحجم
$\dot{W}$	power	kW	القدرة

α	Absorptivity ; Thermal diffusivity,	$m^2/\sec$	الامتصاصية
ε	Emissivity ;heat exchanger or fin effectiveness	-	الانبعاثية
η_{fin}	Fin efficiency	-	كفاءة الزعانف
μ	Dynamic viscosity	$kg/m\cdot\sec$, $Pa\cdot sec$	اللزوجة الديناميكية
v	Kinematic viscosity	$m^2/\sec$	اللزوجة الكيناماتية
ρ	Density	kg/m^3	الكثافة
σ	Stefan-Boltzmann constant	-	ثابت إستيفن بولتزمان
τ	Transmissivity, Shear stress	-	الانتقالية، إجهاد القص
atm	Atmospheric	-	جوي
cyl	Cylinder	-	أسطوانة
e	Electrical	-	كهربائي
i	Inlet, initial, or indoor conditions	-	دخول
o	Outdoor conditions	-	خروج
rad	Radiation	-	الإشعاع
s	Surface	-	السطح
$surr$	Surrounding Surface	-	السطوح المحيطة
sys	System	-	نظام
w	wall	-	عند الجدار
Δ	Difference	-	الفرق
∞	Ambient conditions	-	الظروف المحيطة

الرمــوز

Mass flow rate	kg/s	$\dot{m}$	معدل السريان
mass	kg	m	الكتلة
Condensed water	kg/s	$\dot{m}_w$	كمية ماء التكثيف/ الترطيب
Air mass flow rate	kg/s	$\dot{m}_a$	معدل سريان الهواء
Total pressure	Pa	p	الضغط
Pressure difference	Pa	Δp	فرق الضغط
Air pressure	Pa	p_a	ضغط الهواء
Vapor pressure	Pa	p_v	ضغط بخار الماء
Evaporator pressure	Pa	p_e	ضغط المبخر
Condenser pressure	Pa	p_c	ضغط المكثف
Universal gas constant	$J/Kmole-kg$	$\overline{R}$	الثابت العام للغازات
Specific Gas constant	J/kgK	R	الثابت الخاص للغاز
Specific heat	J/kgK	c_p	الحرارة النوعية
Compression work	W	W_c	شغل الانضغاط
Evaporator load	W	Q_e	حمل المبخر
Cooling coil capacity	W	Q_{cc}	حمل ملف التبريد
Heating coil capacity	W	Q_{hc}	حمل ملف التسخين
Condenser heat transfer	W	Q_c	الحرارة المفقودة من المكثف
Sensible heat load	W	Q_s	معدل حمل الحرارة المحسوسة
latent heat load	W	Q_l	معدل حمل الحرارة الكامنة
Refrigeration effect	J/kg	RE	التأثير التبريدي
Coefficient of performance	-	COP	معامل الأداء
Air vlome	m^3	V_a	حجم الهواء
Vapor volume	m^3	V_v	حجم بخار الماء

Air temperature	K	T_a	درجة حرارة الهواء
Vapor temperature	K	T_v	درجة حرارة البخار
Dry bulb temperature	$°C$	T_{db}	درجة الحرارة الجافة
Wet bulb temperture	$°C$	T_{wb}	درجة الحرارة الرطبة
Relative humidity	%	RH	الرطوبة النسبية
Specific humidity	kg/kg	ω	الرطوبة النوعية
Total load	W	Q_t	الحمل الكلي
Ton of Refrigeration	TR	TR	طن التبريد
Wall gains (conductive heat gains)	W	Q_c	حمل الجدران(حمل التوصيل)
Radiation load	W	Q_r	حمل الإشعاع
Heat gains from people	W	Q_p	حمل الأشخاص
Heat gains from lghts	W	Q_l	حمل الإضاءة
Ventilation load	W	Q_v	حمل التهوية
Heat gains from equipment	W	Q_e	حمل الأجهزة
Miscellaneous loads	W	Q_m	أحمال مختلفة
Specific heat factor	-	SHF	معامل الحرارة المحسوس
Overall heat transfer coefficient	W/m^2K	U	معامل التوصيل الحراري الكلي
Room or space temperature	$°C$	T_R	درجة حرارة الغرفة أو الحيز المكيف
Internal temperature	$°C$	T_i	درجة الحرارة الداخلية
Outside temperature	$°C$	T_o	درجة الحرارة الخارجية
Supply air temperature	$°C$	T_S	درجة حرارة هواء التغذية
Temperature difference	$°C$	ΔT	فرق درجات الحرارة
Radiation intensity	W/m^2	I	شدة الإشعاع
Absorptivity factor	-	α	معامل الامتصاص

Internal heat transfer coefficient	W/m^2K	h_i	معامل الانتقال الحراري الداخلي
External heat transfer coefficient	W/m^2K	h_o	معامل الانتقال الحراري الخارجي
Enthalpy	kJ/kg	h	طاقة الانثالبي
Shading coefficient	-	SC	معامل التظليل
Ventilation load -sensible	W	Q_{vs}	حمل التهوية المحسوس
Ventilation load -latent	W	Q_{vl}	حمل التهوية الكامنة
Specific volume@ outside conditions	m^3/kg	v_o	الحجم النوعي عند الأحوال الخارجية
Latent heat of vaporization	kJ/kg	h_{fg}	الحرارة الكامنة للتبخير
volume	m^3	V	الحجم
Discharge (volume flow rate)	m^3s^{-1}	Q	معدل السريان الحجمي
number	-	n, N	عدد
Lamps factor	-	F	معامل اللمبات
Diversity factor	-	DF	معامل التباين
efficiency	-	η	الكفاءة
Saturation efficiency	-	η_s	كفاءة التشبع
Contact factor	-	η	معامل التلامس لملف التبريد
Air change per hour	hr^{-1}	ACH	معدل تغيير الهواء في الساعة
Entropy	J/kgK	S, s	الانتروبي
Cooling load	W	CL	حمل التبريد
Dryness factor	-	x	معامل الجفاف
Horsepower	hp	hp	قدرة الحصان

المراجع REFERENCES

م	المرجع
١.	حقيبة أساسيات تقنية التبريد والتكييف للكليات التقنية .الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج (المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني) المملكة العربية السعودية.
٢.	سي.تي.كوزلنج، ترجمة د. حسن خصاف و م. رامز فرج بابو اسحق، ١٩٨٥ (تكييف الهواء والتبريد التطبيقي) الجامعة التكنولوجية، مركز التعريب والنشر، بغداد.
٣.	- Air Conditioner in the Motor Vehicle Audi.
٤.	Edward G. Pita, 1998 "Air Conditioning Principles And Systems" 3rd. Edition, Prentice Hall, New Jersey, Columbus, Ohio.
٥.	Principles of Refrigeration, Dossat,4th ed. 1997.
٦.	Whitman. Johnson & Tomczyk, 2000 "Refrigeration And Air Conditioning Technology" 4th Edition, Delmar.

تم بحمد الله