جمهورية مصر العربية
وزارة التربيه والتعليم والتعليم الفني

برنامج فنى التبريد وتكييف الهواء

دليل الطالب

وحدة تشغيل وصيانة وإصلاح الدوائر الميكانيكية للثلاجات المنزلية النوفروست

المستوى (٣)

اعداد

أ /علي سليم علي أ / عاصم عبدالنبي أحمد

أ /سعد أحمد عباس

ملخص الوحدة
تهدف هذه الوحدة إلي اكساب الطلاب جدارات تشغيل وصيانة وتشخيص وإصلاح الدوائر الميكانيكية للثلاجات المنزلية المركبة (النوفروست) في الموقع المناسب تبعاً لظروف العطل وقواعد السلامة والصحة المهنية.
مخرجات التعلم
١. يجري الصيانة الدورية اللازمة للدوائر الميكانيكية للثلاجات المنزلية المركبة (النوفروست). ٢. يحدد أعطال الدوائر الميكانيكية للثلاجات المنزلية المركبة (النوفروست) . ٣. يصلح الدوائر الميكانيكية للثلاجات المنزلية المركبة (النوفروست) . ٤. ينفذ عمليتي التفريغ والشحن للثلاجات المنزلية المركبة (النوفروست). ٥. يقيم أداءه الخاص ويخطط لتحسينه.

مقدمة

في العصر الحديث انتشرت العديد من أجهزة التبريد المستخدمة في المنازل وخاصة الثلاجات البابين النوفروست (التي يتم إذابة الصقيع عليها أوتوماتيكياً) وتعددت الأشكال والأحجام والتقنيات المستخدمة فيها من شركة لأخرى وخلال هذه الوحدة سوف نتعرض لدراسة الدائرة الميكانيكية ومشتملاتها لهذا النوع من الثلاجات وكذلك سوف يتعرف الطالب على مكونات ونظرية عمل تلك الدوائر ووظيفة كل جزء والعمليات الحرارية التي تتم في أجزاء الدائرة و ينفذ اجراءات الأمن والسلامة المهنية عند تشغيلها وتركيبها وصيانتها وكذلك تشخيص أعطالها وإصلاحها.

مخرج تعلم (١) يجري الصيانة الدورية اللازمة للدوائر الميكانيكية للثلاجات المنزلية المركبة (النوفروست)

الثلاجة المركبة ذات البابين يوجد منها نوعان :

١- **الطراز الذى يتم إذابة الفروست بها يدوياً .. (الديفروست) (وقد سبق دراستها)**

٢- **الطراز الذى يتم إذابة الفروست بها أوتوماتيكياً (نوفروست).**

مقارنة بين الثلاجة العادية (الديفروست) والثلاجة النوفروست:

الثلاجة الديفروست:

١- **المبخر يشتمل على مراية :** ويكون عبارة عن مجموعة من المواسير التى تلف حول السطح الخارجي من جسم الفريزر فى حيز التجميد وجزء من المواسير يوجد داخل الكابينة على شكل مراية لتبريد حيز التبريد.

٢- اذابة الصقيع المتراكم علي المبخر يتم يدويا عن طريق فصل الكهرباء عن الثلاجة علي فترات أطول نسبياً من الثلاجة العادية والصقيع علي مراية الكابينة يتم أتوماتيكياً بعد كل فصل للثرموستات.

الثلاجة النوفروست:

١- **المبخر** عبارة عن مجموعة من المواسير علي هيئة ملف ذو زعانف أمامه مروحة ، حيث تعمل المروحة بمحرك كهربائى وتقوم بسحب الهواء البارد من حول ملف المبخر وتدفعه إلى كل من حيز الفريزر وحيز المأكولات الطازجة . ولا يوجد بالثلاجة النوفروست مرايا ولكن يتم تبريد الكابينة بجزء من هواء الفريزر البارد.

٢- الصقيع يتكون بتجمع الرطوبة الموجودة بكل من حيز الفريزر والمأكولات الطازجة وتتجمد على سطح مواسير وزعانف المبخر حيث يتم إذابة هذا الفروست بطريقة أوتوماتيكية كل حوالي من٦ ساعات.

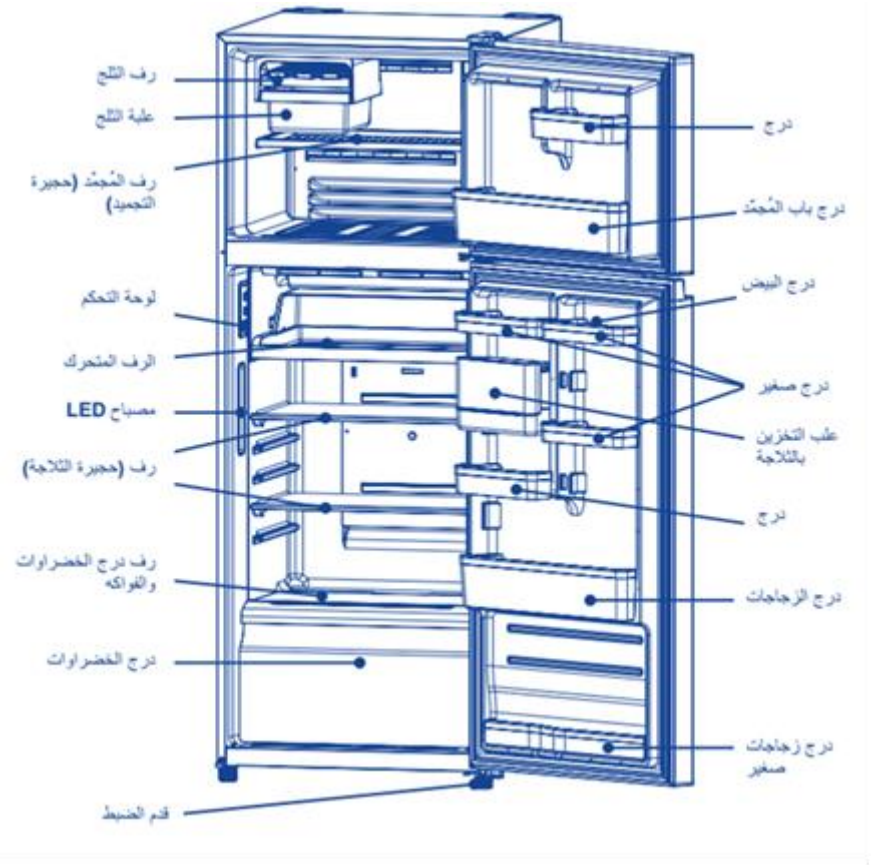
تعليمات توزيع الأطعمة والمأكولات داخل الثلاجة النوفروست:

يجب التوزيع الجيد للمأكولات داخل الثلاجة بما يضمن حركة الهواء البارد بطريقة صحيحة بين المأكولات لضمان المحافظة عليها من التلف كما بشكل (٩-١)

شكل (٩-١) يوضح ثلاجة بابين نوفروست وتوزيع الأطعمة بداخلها

نظام صرف المياه فى الثلاجات النوفروست:

تتجمع الرطوبة الموجودة بكل من حيز التجميد والمأكولات الطازجة وتتجمد على شكل ثلج (فروست) على سطح مواسير وزعانف المبخر حيث يتم إذابة هذا الفروست بطريقة أوتوماتيكية كل حوالي من٦ ساعات وتتساقط المياه الذائبة إلى حوض موجود بأسفل الثلاجة حيث يتم تبخيرها هناك بواسطة حرارة الضاغط وكذلك في بعض الأنواع يتم تبخيرها عن طريق ملفات التبريد الابتدائية للمكثف.



شكل (٩-٢) أجزاء ثلاجة بابين نوفروست

نشاط (١): أكمل العبارات التالية:

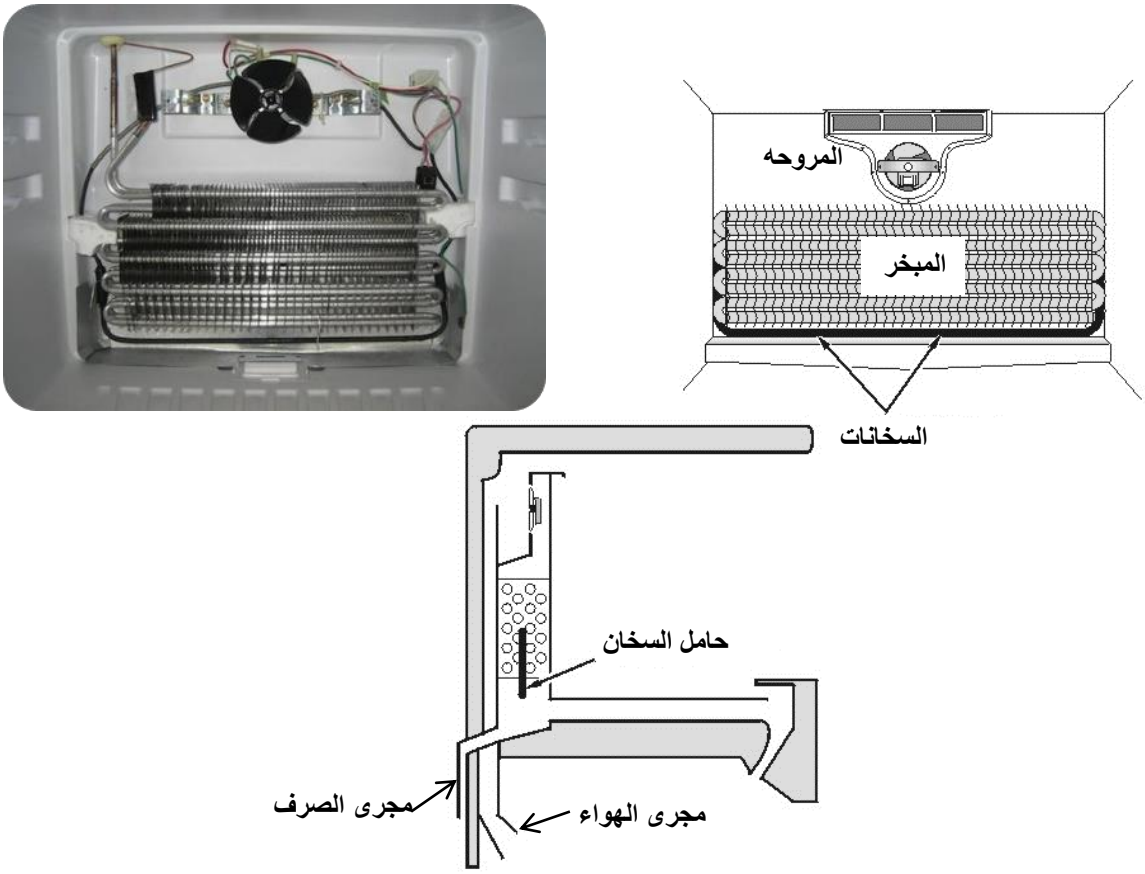
١- الثلاجة المركبة ذات البابين يوجد منها نوعان ..... و.....

٢- يجب التوزيع الجيد للأطعمة والمأكولات داخل الثلاجة النوفروست بما يضمن .....

مخرج تعلم (٢): يحدد أعطال الدوائر الميكانيكية للثلاجات المنزلية النوفروست.

دائرة الهواء للثلاجة النوفروست:

في الثلاجات المركبة ذات دائرة التبريد الاتوماتيكية (النوفروست) يوجد مروحة تدفع الهواء من على ملفات المبخر إلى حيز الفريزر كما فى شكل (٩-٣) ثم تعود فتسحبه مرة أخرى وهكذا . وتوجد فتحات لمجارى الهواء بين الفريزر والكابينة بحيث يندفع جزء من الهواء البارد لتبريد الكابينة. ويوجد على هذه الفتحة منظم لخروج الهواء ، يمكن عن طريق لف بكرته تضيق أو توسيع فتحة دخول الهواء للكابينة للتحكم في تبريد الكابينة



شكل (٩-٣) المروحة وملفات المبخر في الثلاجة النوفروست

منظم ذو الانتفاخ الحساس (بوابة الهواء) (الدامبر)

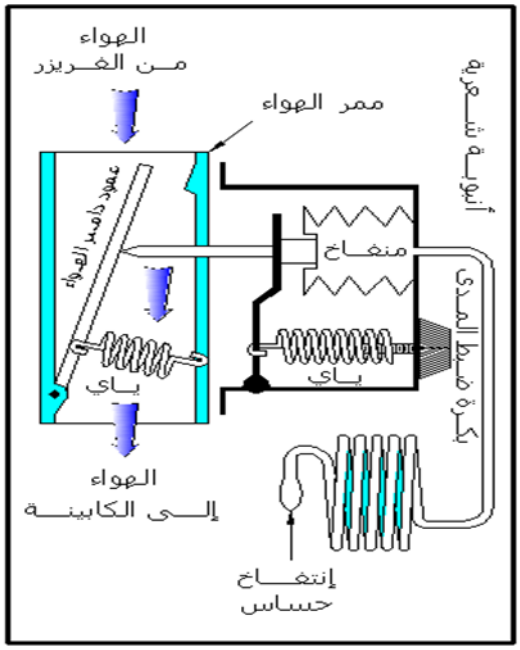
التركيب : كما بالرسم شكل (٩ – ٤)

١ – غرفة منفاخ تتصل من أعلي بأنبوبة شعرية تنتهي بانتفاخ حساس مملوءة بغاز مناسب وتتصل من أسفل بعمود التحكم فى فتحه بوابة الهواء .(عمود دامبر الهواء) .

٢ – ياي الضبط ينتهي من أعلي بمسمار ضبط المدي ومن أسفل برافعه محورية.

٣ – بوابة الهواء ذات محور مثبت بغلاف ممر الهواء من جهة خروج الهواء البارد .

٤ – ياي مثبت من كلتا طرفيه بكل من ممر الهواء وبوابة الهواء .

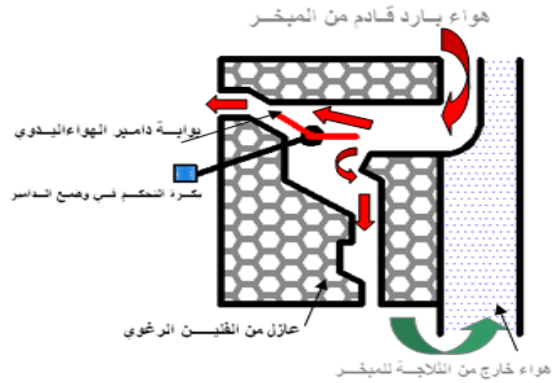


شكل (٩ – ٤) المنظم ذو الانتفاخ الحساس (بوابة الهواء)

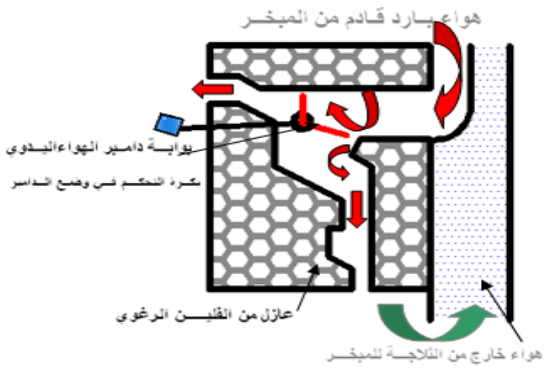
مبدأ العمل:

١–عند ارتفاع درجة حرارة حيز كابينة الثلاجة يتمدد الغاز بالانتفاخ الحساس فيدفع المنفاخ العمود المتصل به لتزيد فتحه البوابة ليزداد تدفق الهواء البارد إلى كابينة الثلاجة. شكل (٩–٥أ)

٢–عند انخفاض درجة حرارة حيز كابينة الثلاجة ينكمش الغاز بالانتفاخ الحساس فيتحرك المنفاخ لأعلي ومعه العمود لتقليل فتحه البوابة ليقل تدفق الهواء البارد إلى كابينة الثلاجة. شكل (٩–٥ب).



شكل (٩-٥أ) بوابة الهواء في وضع زيادة الفتح



شكل (٩-٥ب) بوابة الهواء في وضع تقليل الفتح

مواسير اليودر(وظيفتها – مكانها):

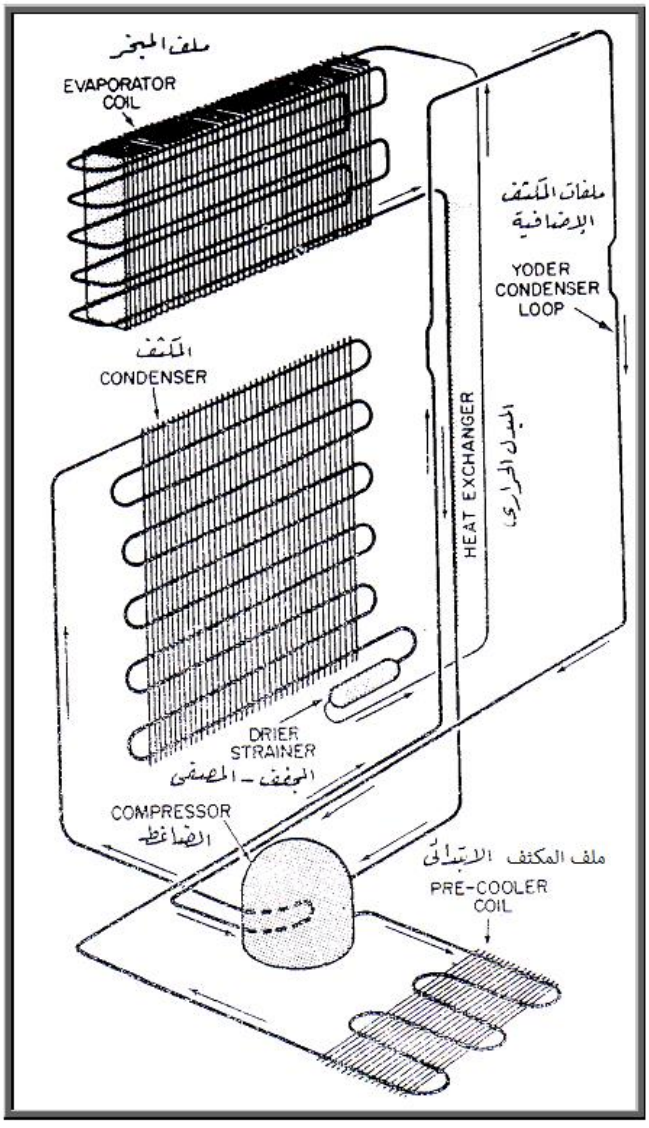
كما هو واضح بالشكل (٩-٦)
لمكونات دائرة التبريد للثلاجة النوفروست
نلاحظ ملفات المكثف الدافئة الإضافية (اليودر).

مكانها:

مواسير حول حافة جوانب الثلاجة حول
حافة حيز التجميد وحيز التبريد .
مثل الثلاجة البابين العادية (الديفروست).

وظيفتها:

١- تعمل على منع تكاثف الثلج على باب الثلاجة.
حيث أن مواسير المكثف الدافئة يمرر جزء منها
داخل الفوم لتكون حول حلق الباب ثم تخرج مرة أخرى.
٢-الحفاظ علي مرونة كاوتش باب الكابينة وباب
الفريزر عن طريق تدفئته لأنه يتصلب ويتشقق
في درجات الحرارة المنخفضة ويسبب عدم احكام
غلق الأبواب وسرعة تكون الصقيع.



شكل(٩-٦): مكونات دائرة الثلاجة النوفروست

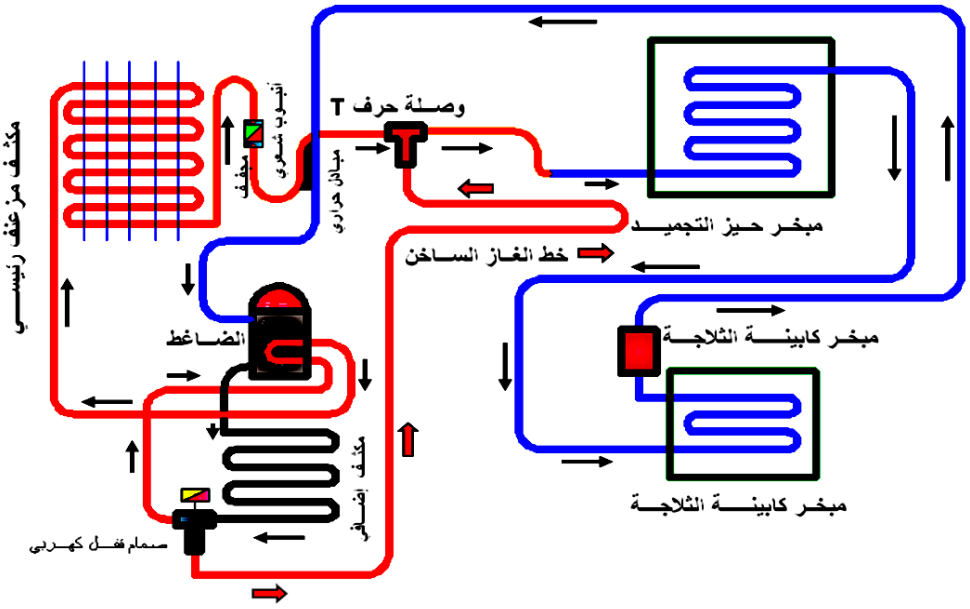
اذابة الصقيع:

حيث أن الهواء يحتوى على رطوبة فعندما يلامس الهواء سطح المبخر عند درجات حرارة أقل من درجة تجمد بخار الماء الموجود بالهواء يتراكم الثلج على جدران المبخر وحتى تعمل دائرة التبريد بكفاءة عالية يجب إذابة الثلج المتجمع على جدران المبخر وذلك من أجل زيادة انتقال الحرارة ويوجد نظامين لإذابة الثلج المتراكم وهما :

١- استخدام السخانات الكهربية لإذابة الثلج وهذا هو النظام الشائع.

٢- استخدام الصمامات الكهربية عند استخدام بخار الفريون الساخن الموجود بخط طرد الضاغط لإذابة الثلج (طريقة الغاز الساخن) كما في الآيس ميكر وثلاجات الآيس كريم.

دائرة إذابة الصقيع بطريقة الغاز الساخن:

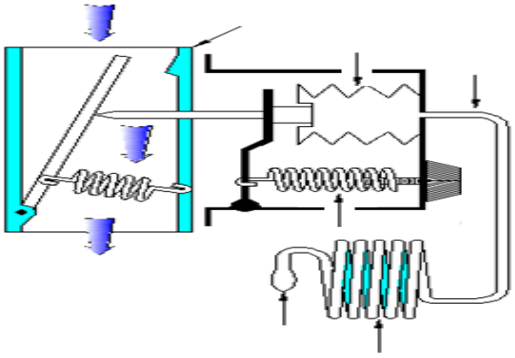


شكل (٩ – ٧) يوضح دائرة إذابة الصقيع في بطريقة الغاز الساخن

كيفية إذابة الصقيع بخط الغاز الساخن :

تتم عملية إذابة الصقيع بعد مرور ثماني ساعات من تشغيل الضاغط حيث يعمل الصمام الكهربي علي غلق مرور الغاز إلي المكثف الرئيسي ويقوم الضاغط بطرد غاز مركب التبريد ذو ضغط ودرجة حرارة عالية إلي المكثف الإضافي ليتم تبريده أولياً ثم يعود عبر انحناء بصندوق المرفق لتبريد الزيت ثم يمر مركب التبريد إلي الصمام الكهربي ومنه إلي خط الغاز الساخن ليمر بملفات مبخر حيز التجميد وتعمل الحرارة الموجودة بالغاز علي إذابة الصقيع من علي سطحه ثم يمر مركب التبريد بمبخر الكابينة ليعمل علي إذابة الصقيع المتكون عليه ثم يمر مركب التبريد إلي مجمع السحب ولا يسمح للسائل بالمرور بينما يمر الغاز ذو ضغط ودرجة حرارة منخفضة إلي الضاغط من خلال خط السحب لتعاد الدورة ويستمر ذلك عادة لمدة سبعة عشر دقيقة كما فى شكل (٩-٧)

نشاط(٢) أكتب بيانات ما يشير إليه الرسم ووظيفته وكذلك ما تشير إليه الأسهم



الأعطال الميكانيكية للثلاجة المركبة النوفروست وأسبابها وطرق علاجها:

قد تظهر بهذه الثلاجات عوارض وأعطال مماثلة تماماً لما قد يحدث بالثلاجات ذات دوائر التبريد العادية، السابق أن تكلمنا عنها بالتفصيل، لهذا يجب دائماً الرجوع إلى ما سبق شرحه من هذه العوارض والأعطال عند فحص هذا النوع من الثلاجات، وبالإضافة إلى ذلك فقد تظهر أعطال خاصة بها سنتكلم عنها وعن أسبابها وطرق علاجها في الجدول التالي:

الجدول يبين باختصار العوارض والأعطال الخاصة بالثلاجات ذات دوائر التبريد المركبة

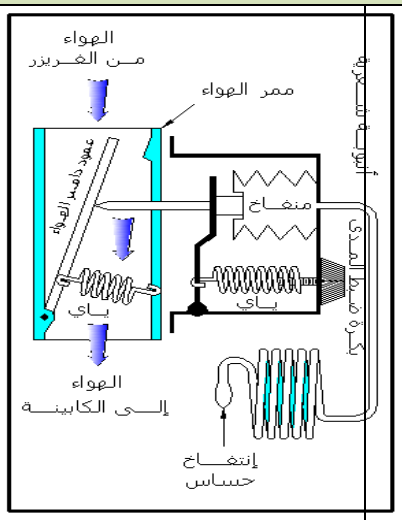
العارض	الاسباب المحتملة	طرق العلاج
١- وحدة التبريد لا تدور	لا يوجد تيار كهربى في البريزة.	يتم فحص البريزة باستخدام لمبة اختبار أو جهاز أفوميتر .
	وصلات كهربية غير جيدة	نفحص الوصلات الكهربية بالاستعانة باللأفوميتر ويتم عمل اللازم .
	تهوية غير كافية للمكثف	يتم تنظيف المكثف ، ويجب المحافظة على وجود مسافة لا تقل عن ١٠سم حول جدران الثلاجة . ويتم فحص مروحة المكثف إذا كانت موجودة واستبدالها إذا كانت تالفة
	الثرموستات تالف (الريش مفتوحة)	يتم عمل قصر على أطراف الثرموستات فإذا لم يدور الضاغط يستخدم أفوميتر لقياس مقاومة ريشة الثرموستات ، فإذا كانت مفتوحة تستبدل الثرموستات
	تلف ريلاى البدء أو عنصر الوقاية الحرارية	يتم الكشف على ريلاى والأفرلود باستخدام الافوميتر ويتم استبدالهم إذا كان بهم عيب
	تلف مكثف البدء .	يتم فحص المكثف باستخدام الافوميتر فإذا كان تالفاً

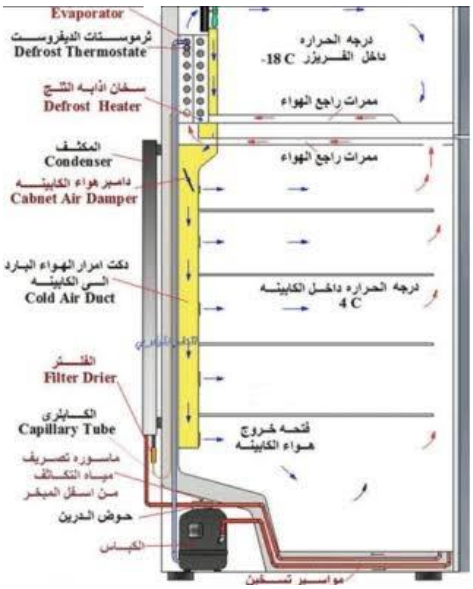
		يتم استبدالهم .
٢- الضاغط يدور ولكن لا يوجد تبريد كافى .	شحنة ناقصة أو فقدان كامل لشحنة مركب التبريد	يتم البحث عن التسرب أثناء عمل الثلاجة باستخدام طرق الكشف ويتم زيادة شحنة مركب التبريد إذا كان الضغط غير كافى ، وإذا كان الضغط غير كافى ، يتم تحديد مكان التسريب ثم يتم التفريغ والشحن مرة أخرى بعد لحام مكان التسريب .
	انخفاض سعة الضاغط (انخفاض كفاءة الضاغط) .	يتم قياس تيار تشغيل الضاغط وضغط السحب للضاغط ، فإذا كان تيار الضاغط أقل من المقنن وضغط السحب عالى فذلك يعنى أن الضاغط تالف ويجب أن يتم تغييره .
	تهوية غير كافية للمكثف	يتم تنظيف شبكة المكثف من الأوساخ ويتم التأكد من أن مروحة المكثف إن وجدت تدور ، ويتم فحصه واستبداله إذا كان تالفاً .
٣- صدور ضوضاء عالية أثناء عمل الوحدة .	تثبيت غير جيد للثلاجة	يتم التأكد من الأرضية المثبت عليها الثلاجة حتى تكون مستوية وثابتة .
	مسامير رباط الضاغط مفكوكة	يتم ربط مسامير الضاغط .
	تلف الضاغط	إذا كان صوت الضوضاء صادر من داخل الضاغط يتم استبداله .
	ضوضاء صادرة من المروحة	يتم التأكد من عدم وجود احتكاك ريش المروحة مع جسم المروحة وفي حالة وجود احتكاك يتم استعداله أو استبدال ريشة المروحة إن لزم الأمر .
	ارتفاع ضغط طرد الضاغط	يتم التأكد من عدم تجمع أوساخ على المكثف والعمل على إذابتها إن وجدت
٤- الضاغط يدور مدة طويلة دون	زيادة عدد مرات فتح الثلاجة	يتم التقليل من فتح باب الثلاجة أثناء دورانها .
	تلف جوان باب الثلاجة	يتم ضبط مفصلات باب الثلاجة ثم يتم فحص مدى

توقف		إحكام جوان الباب، فإذا كان الجوان تالف يتم استبداله.
	الثرموستات مضبوط عند درجة حرارة منخفضة جداً	يتم إعادة ضبط الثرموستات بوضع التشغيل العادى .
	وضع حمل حرارى كبير داخل الثلاجة أو وضع كمية كبيرة من الأطعمة في الثلاجة	يجب عدم وضع حمل حرارى كبير في الفريزر حتى لا يعمل الضاغط فترة طويلة دون توقف .
	تركيب سيىء لبصيلة الثرموستات	يتم التأكد من أن بصيلة الثرموستات موضوعة في المكان الصحيح (في مجرى الهواء في الثلاجات النوفروست)
٥- تكون طبقة فروست سميكة على سطح تجمع الرطوبة الموجود داخل حيز المأكولات. (هذا لا يتعارض مع الطبقة الخفيفة العادية من الفروست التى تظهر على هذا السطح فترة عمل الضاغط)	الحلق المطاط الموجود بباب حيز المأكولات تالف	يفحص خلوص هذا الحلق ويضبط إذا لزم الأمر أو يغير بآخر جديد، وكذلك يجب أن تكون كابينة الثلاجة موضوعة على أرضية مستوية تماماً .
	الانتفاخ الحساس الخاص بترموستات الثلاجة غير مربوط جيداً مع سطح تجمع الرطوبة .	يفحص رباط هذا الجزء .
	مسخن إذابة الفروست من على سطح تجمع الرطوبة تالف	يفحص هذا المسخن ويغير بآخر جديد .
٦- تساقط قطرات من الماء على	الزجاجات أو أطباق المأكولات تلامس سطح تجمع الرطوبة	تبعد الزجاجات والأطباق عن هذا السطح .

المأكولات من سطح تجمع الرطوبة الموجود بحيز المأكولات.	وجود طبقة من الشحم أو الأوساخ على سطح تجمع الرطوبة .	ينظف هذا السطح .
٧- الماء يتجمد على حوض تجميع وتصريف الفروست الذائب من الفريزر	مسخن الحوض تالف	يفحص ويغير بآخر جديد .

تمرين عملي ٢-١				
مخرج تعلم (٢): يحدد أعطال الدوائر الميكانيكية للثلاجات المنزلية نوفروست.				
اسم التمرين	التحقق من كفاءة دائرة التبريد داخل حيز الكابينة وحيز التجميد			
تاريخ البدء		**تاريخ الانتهاء**		**مدة التنفيذ**
الأهداف	١- يفحص دائرة الهواء وثرموستات الدامبر ٢- يكشف عن المواسير الداخلية للمكثف ٣- يفحص ريشة المبخر ٤- يحدد الأعطال بناء على نتائج الفحص			
التجهيزات المطلوبة				
نموذج ثلاجة مركبة نوفروست				
الخامات المطلوبة				
وعاء به ماء – غاز خامل جاف – وصلة ماسورة نحاس – فريون حسب المستخدم فى الوحدة				
العدد و الأجهزة المستخدمة				
بلاورهواء – أداه تسليك مناسبة – مفك عادة وصليبة – سكينة قطع مواسير – أفوميتر – جهازكشف التسريب عدة لحام				
خطوات التنفيذ				
(أولاً) فحص دائرة الهواء وثرموستات الدامبر				





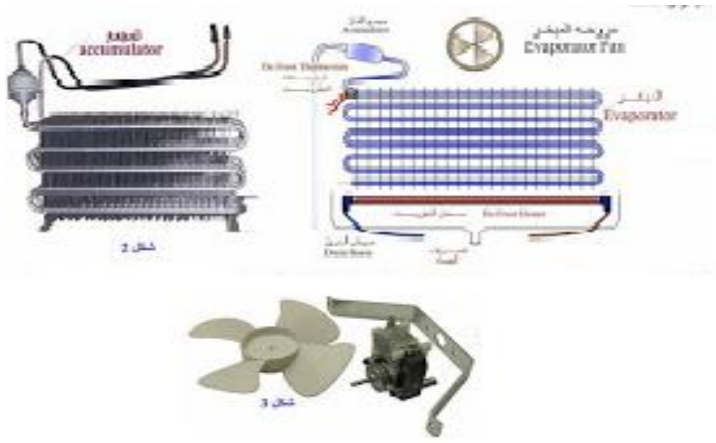
١	انزع فيش الثلاجة

٢	فك غطاء المبخر ورفع العازل
٣	انزع الثرموستات من مكانه لتفادى تلفه
٤	فك مجرى الهواء بالكابينة للتأكد أنه لايوجد أى عائق
٥	فك وفحص ثرموستات الدامبر والتأكد من صلاحيته
٦	أعد تجميع ماتم فكه بالخطوات السابقة

(ثانياً) الكشف عن المواسير الداخلية للمكثف

١	انزع فيش الثلاجة
٢	اقطع مواسير سخانات حلق الباب (المكثف الإضافي) " الخط الساخن " من طرفيه
٣	قم بلحام (سد) أحد طرفي الخط الساخن
٤	قم بضخ غاز خامل جاف للتأكد من عدم وجود تنفيس.
٥	في حالة وجود تنفيس يتم استبداله ملحوظة: بعض الفنيين بالسوق يلغى الخط الساخن ويقوم بتعويضه بطول إضافي مناسب من المواسير
٦	في حالة عدم وجود تنفيس يتم تجميع ماتم فكه بالخطوات السابقة مع مراعاة فك لحام طرف الخط الساخن السابق عمل سد له.

(ثالثاً) فحص ريشة مروحة المبخر

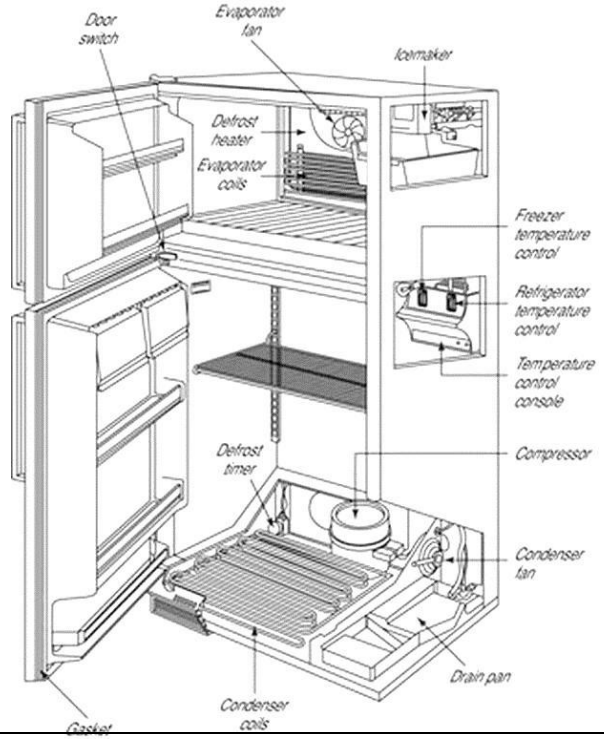


١	افحص ريشة مروحة المبخر وتأكد من موقع الريشة بالنسبة الي الفتحة الدائرية وارتفاعها علي محور الدوران لعمود المروحة الدائر وتأكد أن المروحة سليمة.
٢	افحص اتجاه دوران ريشة المروحة

(رابعاً) تحديد الأعطال بناء على نتائج الفحص

من الفحص قد يتبين :

* سدد فى إحدى مسارات مجارى الهواء
* وجود خلل فى ثرموستات الدامبر
* وجود تنفيس فى الخط الساخن
* وجود بوش بفتحة أكس المروحة
* المروحة تدور عكس الإتجاه



١	نظف حوض المياه المتكاثفة أسفل المبخر من الرواسب
٢	نظف مجرى تصريف الماء المتكاثف وفتحة الصرف باستخدام منظفات وأداة التسليك المناسبة بالنسبة للثلاجة النوفروست
٣	اسكب كمية صغيرة من الماء (حتى لا يفيض الحوض) في فتحة الصرف للتأكد من سريان الماء خلال مجرى التصريف للخارج بدون عوائق.

قائمة المخاطر ووسائل السلامة المرتبطة بالتمرين	١. اتباع تعليمات السلامة والصحة المهنية. ٢. عدم التشغيل أوالتوصيل إلا فى وجود مدرس الفصل.

اسم الطالب :	التوقيع :	اسم المدرس :	التوقيع :

مخرج تعلم (٣): يصلح الدوائر الميكانيكية للثلاجات المنزلية المركبة (النوفروست).

مكونات الدائرة الميكانيكية للثلاجة المركبة كما بشكل (٩-٨) من الأجزاء الآتية:

الضاغط: وهو من النوع الترددي المحكم القفل وتتوقف قدرته على السعة البريدية للثلاجة .

المكثف: وهو من النوع الذى يبرد بالهواء الطبيعي (شبكة) أو تبريد هواء جبري (ملف أمامه مروحة) ، وعادة يشتمل على مواسير حول حافة جوانب الثلاجة (يودر) مثل الثلاجة البابين العادية.

أداة التمدد: وهى من النوع (الماسورة الشعرية) وتعمل على خنق وخفض ضغط سائل مركب التبريد وتجعله فى صورة سائل مرذذ.

المجفف(الفلتر): وهو يعمل على امتصاص الرطوبة وحجز الشوائب

المبادل الحرارى: وهو عبارة عن جزء من الماسورة الشعرية وجزء من مواسير السحب لعمل تبادل حرارى بين البخار المشبع الخارج من المبخر والسائل الساخن الداخل للماسورة الشعرية من المكثف.

حيث يسخن البخار المشبع ويصير بخار محمص للحفاظ علي بلوف الضاغط من التلف أو الكسر من قطرات السائل في البخار الرطب اذا فقد جزء من حرارته خلال خط السحب.

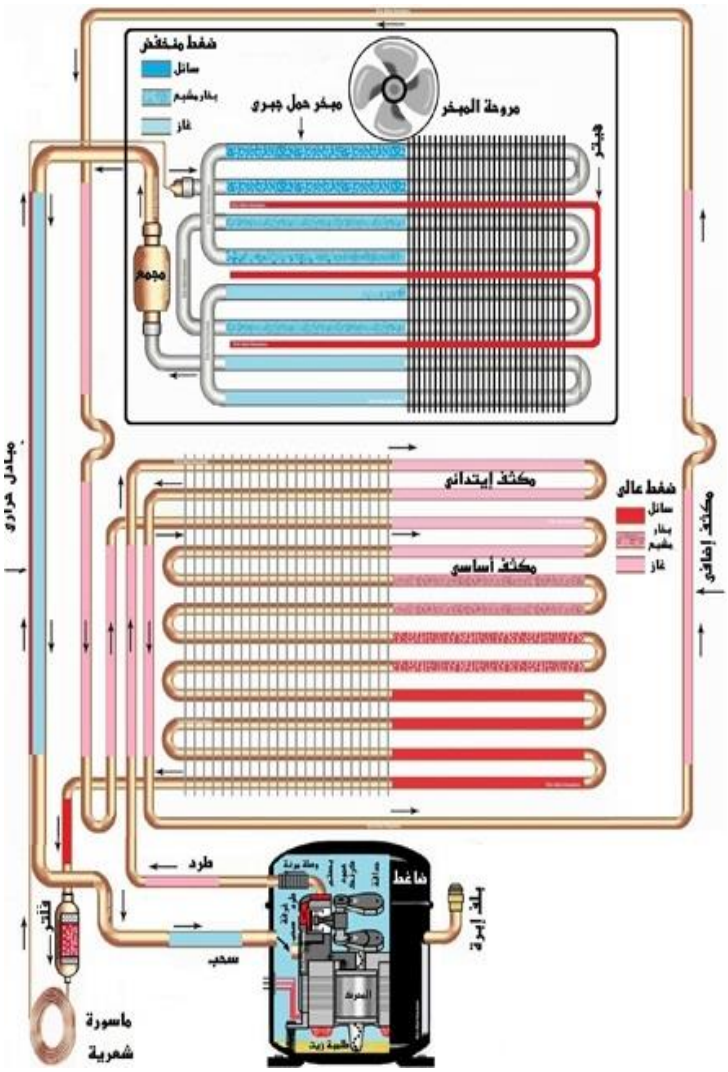
ويبرد السائل المار بالماسورة الشعرية ويبدأ في التبخر.

ويتسبب هذا التبادل الحراري في تحسين عملية التبريد.

أي يؤدي هذا التبادل الحراري الي التبريد الدوني لمركب التبريد الخارج من المكثف وذلك يؤدي الي تحميص بخار مركب التبريد الخارج من المبخر قبل دخوله للضاغط.

وسوف يتم ملاحظة الفرق بين وجود المبادل الحراري في دائرة التبريد وعدم وجوده بالتجربة المعملية وبالحسابات للتأكد من أهمية وجوده.

المبخر : هو عبارة عن ملف أمامه مروحة ومزعنف بشرائح من الألومنيوم "Fins" ويوضع إما في واجهة حيز الفريزر أو في أسفل حيز الفريزر ، يتم تبريد الكابينة بجزء من هواء الفريزر البارد من خلال مجارى الهواء. وهذا النوع من الثلاجات يطلق عليها أحياناً اسم "الثلاجة التى لا تحتاج لإذابة الفروست "No frosting" أو " الثلاجة التى لا يظهر فروست على سطح الفريزر بها "Frost Proof"



شكل (٩-٨) يوضح مكونات الدائرة الميكانيكية للثلاجة المركبة

مبدأ العمل:

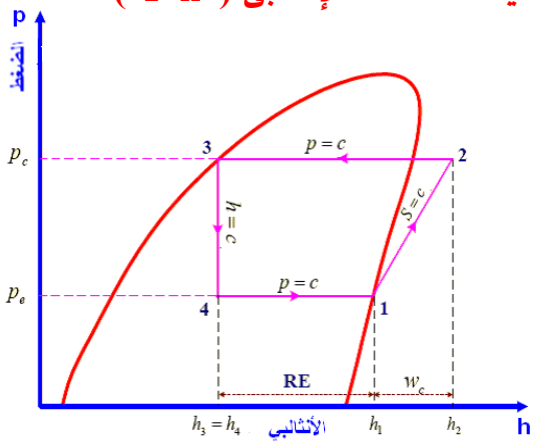
يقوم الضاغط بسحب بخار مركب التبريد بضغط ودرجة حرارة منخفضين جهة المبخر وضغطه وطرده غاز محمص إلى المكثف بضغط ودرجة حرارة أعلى من ضغط ودرجة حرارة التشبع المقابلة لضغط التكثيف، حيث يتحول إلى سائل مشبع أو تحت التشبع عند نهاية المكثف عن طريق طرد الحرارة من مركب التبريد إلى الوسط المحيط، ثم يمر خلال الأنبوبة الشعرية فيتحول إلى بخار رطب(سائل مرذذ) (سائل + غاز) ويتم خفض ضغط مركب التبريد ودرجة حرارته حيث يمر بخار مركب التبريد إلى المبخر (الفريزر) فيمتص الحرارة من المواد الغذائية به ويجمدها وتقوم مروحة المبخر بسحب الهواء من حيز الكابينة وتدفعه على مواسير المبخر ، وبذلك يتم تبخير مركب التبريد داخل مواسير المبخر نتيجة التبادل الحرارى بين الهواء المدفوع على المبخر وبين السائل المرذذ المار في مواسير المبخر فتنخفض درجة حرارة الهواء بالتالى يتم تبريد المنتجات الموجودة داخل الثلاجة ثم يخرج مركب التبريد من المبخر في صورة بخار مشبع يتم تسخينه خلال عملية التبادل الحراري بين هذا البخار المشبع البارد الخارج من المبخر والسائل الساخن القادم من المكثف في المبادل الحراري ويعود إلى الضاغط مرة

أخرى وهكذا.

مقارنة بين معامل أداء لدورة التبريد البسيطة ودائرة التبريد بوجود مبادل حراري:

- **يتم في هذا الجزء اظهار أهمية وجود المبادل الحراري في دائرة التبريد.**

أولاً: دائرة التبريد البسيطة على إحداثيات الضغط – الإنثالبى (P-h)



شكل (٩-٩) يوضح الرسم الإجرائي على منحنى P-H لدائرة التبريد البسيطة

تم توضيح هذا الرسم الاجرائي مسبقاً في الوحدة السابعة.

تذكر أن:

عند رسم دائرة التبريد البسيطة علي الخريطة نتبع الخطوات التالية:

١-اختيار الخريطة تبعاً لنوع الفريون المستخدم في الدائرة.

٢-رسم خط أفقي عند قيمة ضغط التكثيف للدائرة ونقطة تقاطعه مع منحني التشبع (المنحني الموضح في شكل (٩-٩) باللون الأحمر) هذه النقطة تكون نقطة خروج مركب التبريد من المكثف (٣).

٣-رسم خط أفقي عند قيمة ضغط التبخير للدائرة ونقطة تقاطعه مع منحني التشبع تكون نقطة خروج مركب التبريد من المبخر (١).

٤-من نقطة (١) وعلي خط الانتروبي المار عند نفس النقطة (S=C) نمر عليه حتي نقطة تقاطعه مع ضغط التكثيف في النقطة (٢) وهي نقطة خروج مركب التبريد من الضاغط.

٥-من نقطة (٣) نعمل خط رأسي (h=c) حيث يدخل مركب التبريد الي وسيلة التمدد (الماسورة الشعرية) ويخرج مرذذ عند ضغط المبخر عند النقطة (٤) بثبات الانثالبي (أي بدون فقد أي كمية من الحرارة)($h_3=h_4$).

دورة انضغاط البخار البسيطة أو دائرة التبريد البسيطة تعرف أحيانا بدورة التبريد النظرية

والعمليات الأساسية لدورة البخار الانضغاطية البسيطة شكل (٩-٩) يمكن تلخيصها في الآتي :

العملية $(1 \rightarrow 2)$ **عملية الانضغاط وتتم بثبوت الأنتروبي** $(S = C)$:

عند دخول مركب التبريد إلي الضاغط يكون في حالة بخار مشبع فيتم ضغطه بثبوت الانتروبي حيث يزداد الضغط من ضغط السحب عند النقطة (1) إلي ضغط الطرد عند النقطة (2).

ويتم حساب الشغل المبذول للضاغط (W_C) **من العلاقة التالية:**

$$W_C = \dot{m}(h_2 - h_1) \quad {}^{kJ}/_{kg} \qquad W_C = \dot{m}(h_1 - h_2) \quad {}^{kJ}/_{kg}$$

حيث:

(h_1) الانثالبي من الخريطة عند النقطة (1) ووحدته (${}^{kJ}/_{kg}$)

(h_2) الانثالبي من الخريطة عند النقطة (2) ووحدته (${}^{kJ}/_{kg}$)

$(\dot{m})$ معدل سريان مركب التبريد في الدائرة ووحدته (${}^{kg}/_{s}$)

وذلك بفرض أن التغير في طاقة الوضع والحركة صغيرا جدا ويمكن إهماله.

العملية $(2 \rightarrow 3)$ **عملية فقدان الحرارة بالمكثف عند ثبوت الضغط** $(P = C)$:

عند سريان مركب التبريد في المكثف من $(2 \rightarrow 3)$ يتم فقدان الحرارة إلي الجو المحيط الذي في درجة حرارة أقل من درجة حرارة المكثف.

مركب التبريد يدخل المكثف في حالة تحميص حيث يبرد تبريدا محسوسا مع ثبوت الضغط إلي درجة حرارة التشبع بعدها تكون عملية التبريد في المكثف تبريدا كامنا حتى يصل مركب التبريد إلي النقطة (3) عندها يكون مركب التبريد سائلا مشبعا.

ويتم حساب كمية الحرارة المفقودة من المكثف (Q_C) **هي:**

$$Q_C = \dot{m}(h_2 - h_3) \quad {}^{kJ}/_{kg}$$

حيث: (h_3) الانثالبي من الخريطة عند النقطة (3) ووحدته (${}^{kJ}/_{kg}$)

العملية $(3 \rightarrow 4)$ **عملية الخنق خلال صمام التمدد مع ثبوت الانثالبي** $(h = C)$:

عملية الخنق التي تتم خلال وسيلة التمدد تؤدي إلي خفض الضغط العالي لمركب التبريد الخارج من المكثف إلي الضغط المنخفض للمبخر عند النقطة (4). في العملية $(3 \rightarrow 4)$ كلا من درجة الحرارة والضغط يتم خفضهما، وباعتبار عملية الخنق هذه عملية أدياباتية تتم بدون بذل أي شغل أو فقد كمية حرارة.

$(h_3 = h_4)$

العملية $(4 \rightarrow 1)$ **عملية اكتساب الحرارة بالمبخر عند ثبوت الضغط** $(P = C)$:

العملية الأخيرة $(4 \rightarrow 1)$ لعملية الانضغاط بالبخار تكون في المبخر ، حيث تكون درجة حرارة المبخر أقل من درجة حرارة الحيز المحيط كي يتسنى انتقال الحرارة من الحيز المحيط أو من المنتجات المراد تبريدها إلي المبخر ويدخل مركب التبريد المبخر في صورة سائل مرذذ مكون من بخار وسائل وتكون عملية اكتساب الحرارة هذه عملية كامنة حتى يكون مركب التبريد بخارا مشبعا عند النقطة (1) . وتتم هذه العملية عند ثبوت الضغط.

$$Q_e = \dot{m}(h_1 - h_4) \quad {}^{kJ}/_{kg}$$

حيث: (h_4 الانثالبي من الخريطة عند النقطة (4) ووحدته (${}^{kJ}/_{kg}$)

(Q_e) كمية الحرارة الممتصة بالمبخر.

التأثير التبريدي (R.E):

$$R.E = \frac{Q_e}{\dot{m}} = h_1 - h_4$$

$R.E = \frac{Q_e}{\dot{m}} = \frac{h_1 - h_2}{\dot{m}}$ **معامل الأداء** (COP) **: يعبر معامل الأداء عن مدي الاستفادة من عمل دائرة التبريد**

يحسب معامل الأداء كنسبة من الطاقة التي يمتصها المبخر منسوبا إلي الطاقة اللازمة للضاغط كالتالي:

$$C.O.P = \frac{Q_e}{W_c} = \frac{R.E}{w_c} = \frac{h_1 - h_4}{h_2 - h_1} \rightarrow > 1$$

حيث: $W_c = \frac{W_C}{\dot{m}}$ **(شغل الضاغط / معدل السريان)**

$$C.O.P = \frac{Q_e}{W_c} = \frac{h_1 - h_4}{h_2 - h_1} \rightarrow > 1$$

معامل الأداء بدون وحدات ودائما أكبر من الواحد الصحيح.

تطبيقات علي الدائرة البسيطة بدون مبادل:

مثال(١):

يستخدم مركب تبريد $(R134a)$ كمائع تشغيل في دورة تبريد بانضغاط البخار ذات تشبع. إذا كان انثالبي البخار المشبع الخارج من المبخر قدره $(405kJ/kg)$ وانثالبي السائل المشبع الخارج من المكثف قدره $(255kJ/kg)$ أوجد درجة حرارة الطرد وضغط المكثف وضغط المبخر ومعامل الأداء.

الحل:

$(h_1 = 405kJ/kg)$

$(h_3 = 255kJ/kg)$

$(T_2 = ??^oC)$

$(P_C = ??MPa)$

$(P_e = ??MPa)$

$(COP == ??)$

من خريطة $(R134a)$:

$(P_e = 0.35MPa)$

$(P_C = 1MPa)$

$(T_2 = 60^oC)$

$(h_2 = 435kJ/kg)$

$$\because COP = \frac{Q_e}{W_C} = \frac{RE}{W_C} = \frac{h_1 - h_4}{h_2 - h_1}$$

$$\therefore COP = \frac{h_1 - h_4}{h_2 - h_1} = \frac{405 - 255}{435 - 405} = 5$$

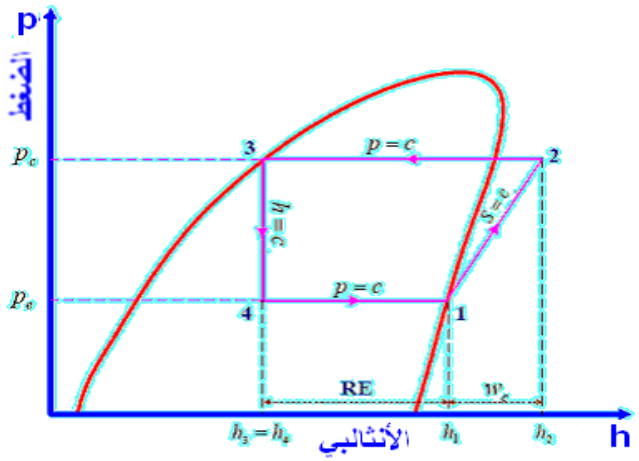
مثال (٢):

في دورة تبريد بسيطة لثلاجة منزلية تستعمل مركب تبريد $(R134a)$ ، درجة حرارة التبخير (-20^0C) ودرجة حرارة مركب التبريد عند دخوله المكثف (30^0C) ومركب التبريد يدخل الضاغط بخارا مشبعا. إذا كان معدل السريان لمركب التبريد $(1kg/\sec)$ ، أحسب الآتي :

١. شغل الضاغط
٢. كمية الحرارة المفقودة من المكثف
٣. كمية الحرارة الممتصة بالمبخر
٤. معامل الأداء للدورة.

الحـــــل:

أولاً: رسم الدائرة علي خريطة (P–h)



من خريطة $(P \rightarrow h)$ **لفريون** $(R134a)$ **نجد أنه عند النقاط** $1,2,3$:

$$h_1 = 385.48kJ/kg \quad _ \quad h_2 = 417kJ/kg \quad _ \quad h_3 = h_4 = 241.63kJ/kg$$

١ –شغل الضاغط:

$$W_C = \dot{m}(h_2 - h_1) = 1 \times (417 - 385.48) = 31.52 \quad {}^{kJ}/_{kg}$$

٢ –كمية الحرارة المطرودة من المكثف:

$$Q_C = \dot{m}(h_2 - h_3) = 1 \times (417 - 241.63) = 175.37 \quad {}^{kJ}/_{kg}$$

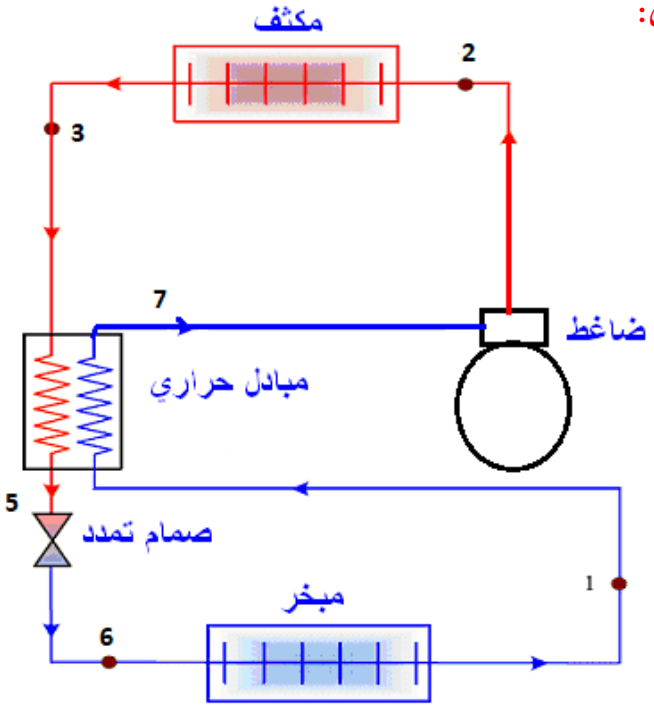
٣ –كميةالحرارة الممتصة بالمبخر:

$$Q_e = \dot{m}(h_1 - h_4) = 1 \times (385.48 - 241.63) = 143.85 \quad {}^{kJ}/_{kg}$$

٤ – معامل الأداء:

$$C.O.P = \frac{Q_e}{W_c} = \frac{h_1 - h_4}{h_2 - h_1} = \frac{143.85}{31.52} = 4.56$$

ثانياً: دائرة التبريد بوجود مبادل حرارى:



شكل (٩-١٠) يوضح دائرة التبريد البسيطة التي تستخدم مبادل حرارى

تأثير وجود المبادل الحراري:

كما تم توضيحه من قبل حيث يؤدي الي **التحميص للبخار الداخل للضاغط والتبريد الدوني للسائل الداخل للماسورة الشعرية ويكون مقدار الزيادة في درجة حرارة البخار = مقدار الانخفاض في درجة حرارة السائل.**

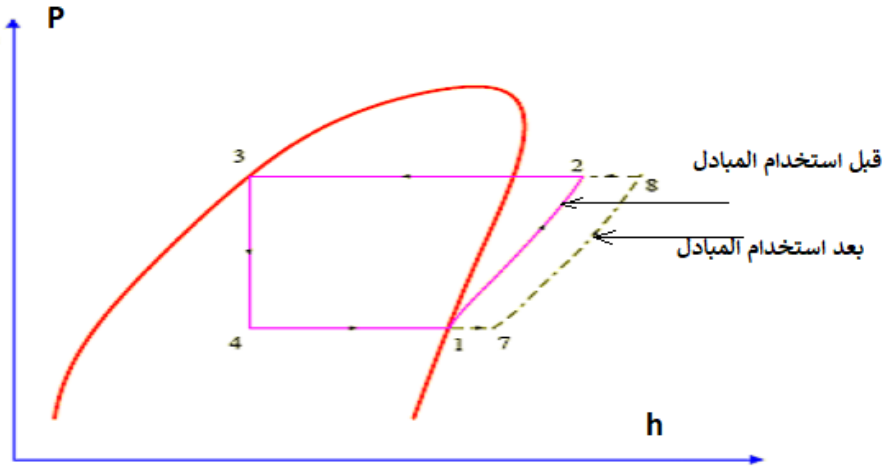
الآن نتعرف علي تأثير كل منهما علي أداء الثلاجة:

١-تأثير التحميص علي مؤشرات الدورة :

الشكل (٩-١١) يوضح عملية تحميص لمركب التبريد من بعد المبخر من النقطة (1) إلي النقطة (7) وذلك لضمان وصول بخار فقط إلي الضاغط دون وجود أي سائل به وهذه الزيادة تكون حوالي (٥ °م).

ونتيجة لعملية التحميص كما في شكل (٩-١١) نلاحظ أن النقطة (7) تتم خارج المبخر أي ليس لها تأثير علي التأثير التبريدي(R.E) للمبخر

وهذا التحميص يؤدي الي زيادة في شغل الضاغط مما يؤدي إلي نقصان في معامل الأداء.



شكل (٩-١١) يوضح تمثيل عملية التحميص

مثال (٣):

دورة بخار انضغاطية تعمل بمركب التبريد($134\ A$)

بين ضغطي مبخر ومكثف علي التوالي $P_e = 0.25\ MPa$, $P_c = 1.2\ MPa$ اذا كان معدل سريان مركب التبريد $(1kg/\sec)$ المطلوب إجراء مقارنة للتأثير التبريدى في كل من الحالات التالية :

١-عدم وجود مبادل حراري (خروج البخار جاف مشبع من المبخر)

٢-وجود مبادل حراري وخروج البخار محمص بمقدار (7^oC) من المبخر

الحـــــل

١-في حالة عدم وجود تحميص للبخار الخارج من المبخر:

من مخطط $(P \rightarrow h)$ مركب التبريد($134\ A$)،عند الضغوط

$P_c = 1.2\ MPa$, $P_e = 0.25\ MPa$ تكون $\mathbf{t_1 = -5\ ^{\circ}C}$

$$h_2 = 478\ ^{kJ}/_{kg} \quad h_1 = 403\ ^{kJ}/_{kg} \quad , \quad ,h_3 = h_4 = 265\ ^{kJ}/_{kg}$$

التأثير التبر يدي (RE) **:**

$$R.E = h_1 - h_4 = 403 - 265 = 138\ ^{kJ}/_{kg}$$

شغل الانضغاط لكل $(1kg)$

$$W = h_2 - h_1 = 478 - 403 = 75\ ^{kJ}/_{kg}$$

معامل الأداء (COP) **:**

$$C.O.P = \frac{R.E}{W} = \frac{138}{75} = 1.84$$

٢- في حالة وجود تحميص للبخار الخارج من المبخر:

درجة حرارة مركب التبريد عند دخوله الضاغط مع وجود (7^oC) تحميص:

$$t_7 = -5 + 7 = 2\ ^{\circ}C$$

يتم تحديد النقطة (7) عند درجة الحرارة (٢ ° م) وضغط التبخير ومن ثم يتم تحديد النقطة (8) والتي تقع عند ثبوت الانتروبي للنقطة (7) وعند ضغط التكثيف علي مخطط $(P \rightarrow h)$.

وبعد رسم العملية $(7 \rightarrow 8)$ يتم القراءة من مخطط $(P \rightarrow h)$ كل من:

$$h_7 = 408\ ^{kJ}/_{kg}\ ,h_8 = 488^{kJ}/_{kg}$$

التأثير التبريدي في حالة وجود المبادل الحراري:

$$R.E = h_1 - h_4 = 403 - 265 = 138\ ^{kJ}/_{kg}$$

شغل الانضغاط *لكل* $(1\ ^{kg}/_{S})$ في وجود المبادل الحراري :

$$W = h_8 - h_7 = 488 - 408 = 80\ ^{kJ}/_{kg}$$

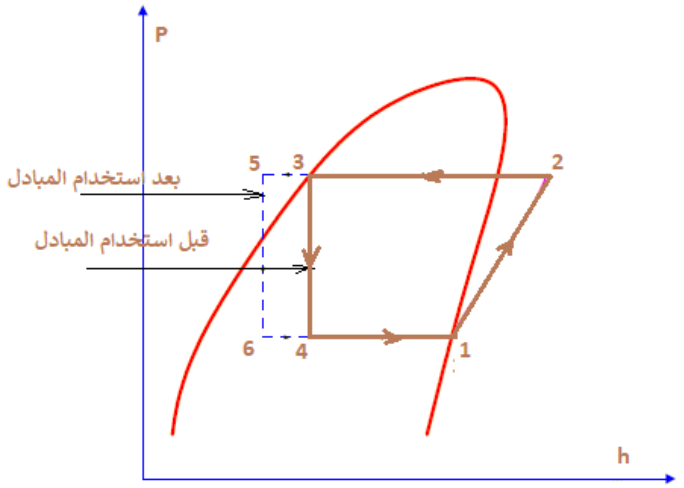
معامل الأداء (COP'):

$$C.O.P = \frac{R.E}{W} = \frac{138}{80} = 1.725$$

ومن الحسابات السابقة يتأكد أنه نتيجة لعملية التحميص نلاحظ الزيادة في شغل الضاغط وانخفاض معامل الأداء لنفس التأثير التبريدي للمبخر لأن التحميص يتم في المبادل الحراري خارج المبخر.

٢-تأثير التبريد التحتي (الدوني) علي مؤشرات الدورة:

يعمل المبادل الحراري علي الحصول علي تبريد تحتي (دوني) من النقطة (3) إلي النقطة (5) شكل (٩-١٢) ٠ ونتيجة لعملية التبريد الدوني نلاحظ الزيادة في التأثير التبريدي نظرا لدخول مركب التبريد للمبخر عند النقطة (6) بدلاً من (4) وبالتالي زيادة في معامل الأداء لأن شغل الضاغط ثابت لم يتغير.



شكل (٩-١٢) يوضح تمثيل عملية التبريد التحتي (الدوني)

مثال(٤):

دورة تبريد تعمل بين درجتي حرارة تبخير $(t_e = -5\ ^\circ C)$ وتكثيف $(t_C = 45\ ^\circ C)$ بمركب تبريد (134 A) إذا كان البخار جافا مشبعا عند مدخل الضاغط وعملية الانضغاط ايزنتروبية ولا يوجد تبريد دوني. أوجد التأثير التبريدى ومعامل الأداء. شكل (٩-١٢)

ثم إذا تم تبريد مركب التبريد دونيا بمقدار (7^oC)باستخدام المبادل الحراري أوجد التأثير التبريدى ومعامل الأداء.

الحـــــل

بدون تبريد دوني الدورة (1234) : **من مخطط** $(P \rightarrow h)$ **نجد أن:**

$$h_2 = 478\ ^{kJ}/_{kg} \quad h_1 = 403\ ^{kJ}/_{kg} \quad , \quad ,h_3 = h_4 = 265\ ^{kJ}/_{kg}$$

التأثير التبر يدي (RE) **:**

$$R.E = h_1 - h_4 = 403 - 265 = 138\ ^{kJ}/_{kg}$$

شغل الانضغاط لكل $(1kg)$

$$W = h_2 - h_1 = 478 - 403 = 75\ ^{kJ}/_{kg}$$

معامل الأداء (COP) **:**

$$C.O.P = \frac{R.E}{W} = \frac{138}{75} = 1.84$$

عند التبريد الدوني بمقدار (7^oC) **الدورة تصبح** (1256) **:**

ودرجة حرارة مركب التبريد بعد خروجه من المكثف تصبح : (٤٥- ٧= ٣٨ °م)

من مخطط $(P \rightarrow h)$ **يتم تحديد النقاط** (5) **و** (6) **ومنه نجد:**

$$h_5 = h_6 = 253\ {}^{kJ}/_{kg} \quad \text{و} \quad h_2 = 478\ {}^{kJ}/_{kg} \quad \text{و} \quad h_1 = 403\ {}^{kJ}/_{kg}$$

التأثير التبريدي بعد استخدام التبريد الدوني:

$$R.E = h_1 - h_6 = 403 - 253 = 150\ {}^{kJ}/_{kg}$$

شغل الانضغاط*لكل* $(1\ {}^{kg}/_{S})$ **بعد استخدام التبريد الدوني :**

$$W = h_2 - h_1 = 478 - 403 = 75\ {}^{kJ}/_{kg}$$

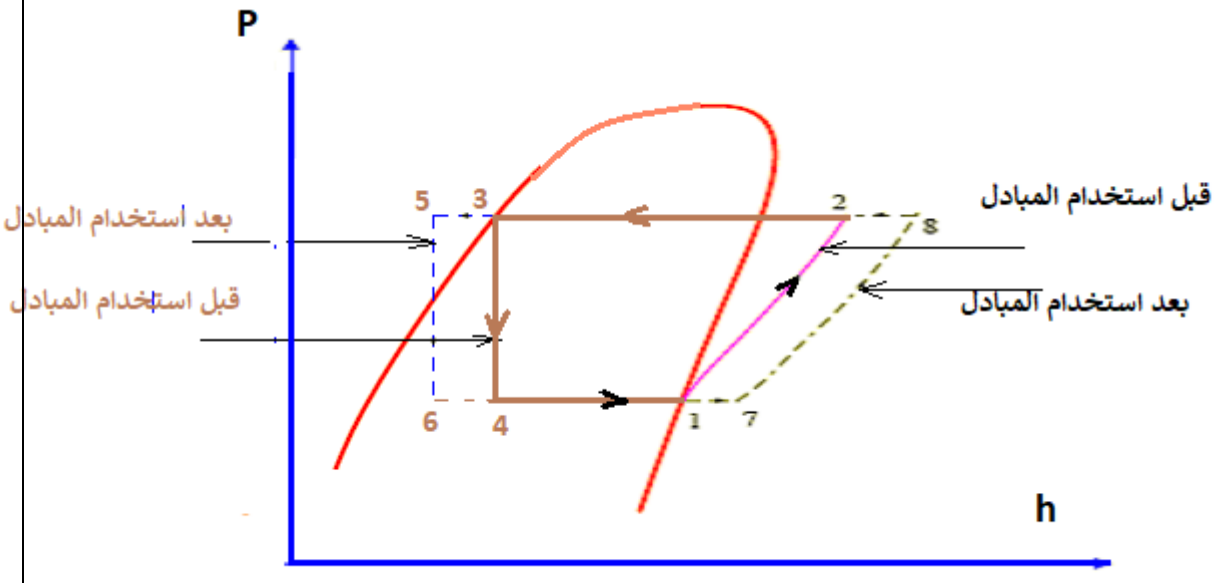
معامل الأداء بعد استخدام التبريد الدوني:

$$C.O.P = \frac{R.E}{W} = \frac{150}{75} = 2$$

ومن الحسابات السابقة يتأكد أن نتيجة لعملية التبريد الدوني نلاحظ الزيادة في التأثير التبريدي وزيادة في معامل الأداء لنفس شغل الضاغط.

الآن نصل لمعرفة ماذا يصنع المبادل الحراري في الدائرة ككل:

من الشكل (٩-١٠) و شكل (٩-١٣) يتضح لنا تأثير المبادل الحراري علي الدائرة ككل



شكل (٩-١٣) : تأثير المبادل الحراري علي الدائرة ككل

مثال(٥):

دورة بخار انضغاطية تعمل بمركب التبريد($134\ A$)

بين ضغطي مبخر ومكثف علي التوالي $P_e = 0.25\ MPa$, $P_C = 1.2\ MPa$ اذا كان معدل سريان مركب التبريد $(1kg/\sec)$ المطلوب إجراء مقارنة للتأثير التبريدى في كل من الحالات التالية :

١- عدم وجود مبادل حراري (خروج البخار جاف مشبع من المبخر).

٢- وجود مبادل حراري وخروج البخار محمص بمقدار(٧ °م) من المبخر.

١-في حالة عدم وجود مبادل حراري:

من خريطة (P-h) نجد أن:

$$h_1 = 403\ {}^{kJ}/_{kg} \quad , \quad h_2 = 478\ {}^{kJ}/_{kg} \quad , h_3 = 265\ {}^{kJ}/_{kg} \quad , h_3 = h_4 \ ,$$

$$t_1 = -5\ {}^{\circ}C \ , t_3 = 45\ {}^{\circ}C$$

٢-في حالة وجود مبادل حراري:

من خريطة (P-h) نجد أن:

$$T_1 = -5 + 273 = 268\ K \quad , \quad T_7 = -5 + 7 = 2\ {}^{o}C = 275\ K \ ,$$

$$T_3 = 45 + 273 = 318\ K \ , \ T_5 = 45 - 7 = 38\ {}^{o}C = 38 + 273 = 311\ K$$

مقدار الزيادة في درجة الحرارة للبخار الخارج من المبخر = مقدار الانخفاض في درجة الحرارة للسائل الخارج من

نشاط:

يقوم الطالب باجراء الحسابات في الحالتين وعمل مقارنة بينهما والتعليق علي المقارنة.

المقارنة بين معامل أداء منظومة تبريد في حالة وجود مبادل حراري وعدم وجود مبادل حراري

تجربة(١): تحديد معامل أداء منظومة تبريد بدون مبادل حراري

الهدف من التجربة:

١. تأكيد تدريب الطالب علي كيفية قياس كل من الضغط ودرجة الحرارة.
٢. التأكيد علي معرفة الطالب تمثيل دورة التبريد الانضغاطيه علي مخطط $(P-h)$.
٣. تعريف الطالب كيفية تحديد معامل أداء منظومة تبريد وذلك بحساب كلا من:

- القدرة اللازمة لتشغيل الضاغط.
- التأثير التبريدي.

الآلات والعدد والأجهزة المستخدمة:

وحدة التبريد المعملية الفعلية مركب عليها أجهزة القياس لكل من الضغط ودرجة الحرارة.

خطوات التجربة:

١. يتم فتح المحبس اليدوي الذي يتحكم في توصيل مركب التبريد إلي صمام التمدد الحراري.
٢. يتم غلق المحبس اليدوي الذي يتحكم في توصيل مركب التبريد إلي الماسورة الشعرية.
٣. يتم غلق المحبس اليدوي الذي يتحكم في توصيل مركب التبريد إلي صمام التمدد اليدوي.
٤. يتم التحكم يدويا في المحابس الخاصة بالمبادل الحراري والتي تجعل المبادل الحراري غير مستخدم في الدائرة.
٥. يتم تشغيل محرك كل من مروحة المكثف ومروحة المبخر.
٦. يتم توصيل التيار الكهربي إلي الوحدة وتترك تعمل إلي أن تستقر القراءات.
٧. تحدد القيم اللازمة لتمثيل الدورة علي مخطط $(P-h)$ وتوضع القراءات في الجدول التالي:

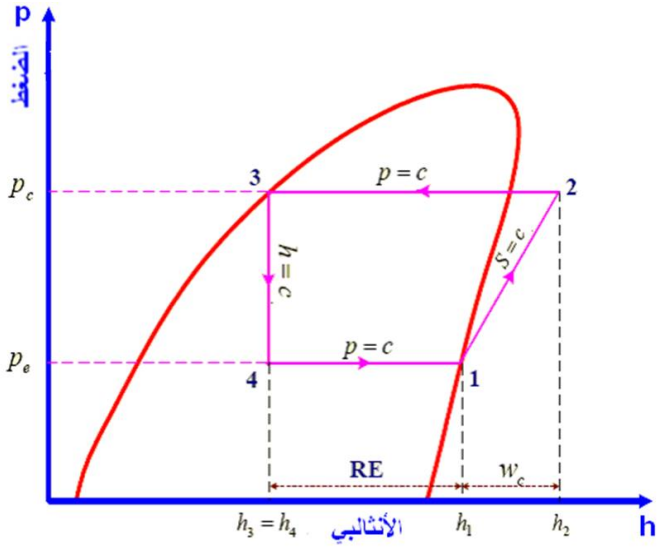
القراءات	الرمز	الوحدة	القيم
ضغط المكثف (ضغط التكثيف).	P_C	bar	
ضغط المبخر (ضغط التبخير).	P_e	bar	
درجة الحرارة عند مدخل الماسورة الشعرية.	T_3	$^\circ C$	
درجة الحرارة عند مدخل الضاغط.	T_1	$^\circ C$	
درجة الحرارة عند مخرج الضاغط.	T_2	$^\circ C$	

الجدول يوضح قيم القراءات في دائرة التبريد المعملية بدون مبادل حراري

٨. من القراءات الموجودة في الجدول السابق يتم رسم الدورة علي مخطط $(P-h)$
٩. من مخطط $(P-h)$ كما هو موضح بالشكل (٩-١٤) نحدد القيم الموجودة ويتم تسجيلها في الجدول التالي:

العنصر	الرمز	الوحدة	القيم
قيمة الانثالبي عند مدخل الماسورة الشعرية.	h_3	kJ/kg	
قيمة الانثالبي عند مدخل الضاغط.	h_1	kJ/kg	
قيمة الانثالبي عند مخرج الضاغط.	h_2	kJ/kg	
قيمة الانثالبي عند مدخل المبخر.	h_4	kJ/kg	

الجدول لتسجيل قيم الانثالبي



شكل(٩-١٤)

الحسابات:

يتم حساب كلا من: $RE = (h_1 - h_4)$ ، $W_C = (h_2 - h_1)$

حساب معامل الأداء: $COP = \frac{RE}{W_C}$

النتائج والقياسات:

قم بتسجيل النتائج في الجدول التالي:

المطلوب	الرمز	الوحدة	القانون	القيمة
التأثير التبريدي	RE	kJ/kg	$RE = (h_1 - h_4)$	
شغل الانضغاط	W_C	kJ/kg	$W_C = (h_2 - h_1)$	
معامل الأداء	COP	-	$COP = \frac{RE}{W_C}$	

تجربة(٢) تحديد معامل أداء منظومة تبريد باستخدام مبادل حراري

الهدف من التجربة:

١. تأكيد تدريب الطالب علي كيفية قياس كل من الضغط ودرجة الحرارة.
٢. التأكيد علي معرفة الطالب تمثيل دورة التبريد الانضغاطية علي مخطط $(P-h)$.
٣. تعريف الطالب كيفية تحديد معامل أداء منظومة تبريد وذلك بحساب كلا من:

- القدرة اللازمة لتشغيل الضاغط.
- التأثير التبريدي.

الآلات والعدد والأجهزة المستخدمة:

• وحدة التبريد المعملية الفعلية مركب عليها أجهزة القياس لكل من الضغط ودرجة الحرارة.

خطوات التجربة:

١. يتم فتح المحبس اليدوي الذي يتحكم في توصيل مركب التبريد إلي صمام التمدد الحراري.
٢. يتم غلق المحبس اليدوي الذي يتحكم في توصيل مركب التبريد إلي الماسورة الشعرية.
٣. يتم غلق المحبس اليدوي الذي يتحكم في توصيل مركب التبريد إلي صمام التمدد اليدوي.
٤. يتم التحكم يدويا في المحابس الخاصة بالمبادل الحراري والتي تجعل المبادل الحراري غير مستخدم في الدائرة.
٥. يتم تشغيل محرك كل من مروحة المكثف ومروحة المبخر.
٦. يتم توصيل التيار الكهربي إلي الوحدة وتترك تعمل إلي أن تستقر القراءات.
٧. تحدد القيم اللازمة لتمثيل الدورة علي مخطط $(P-h)$ وتوضع القراءات في الجدول التالي:

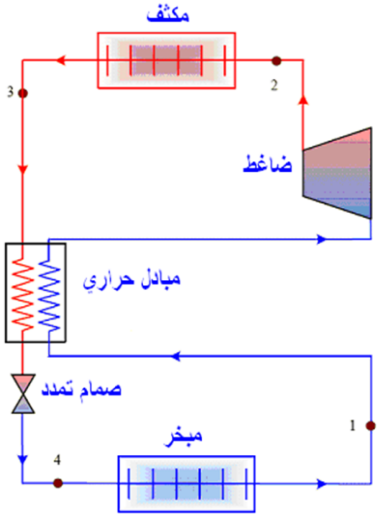
القراءات	الرمز	الوحدة	القيم
ضغط المكثف (ضغط التكثيف).	P_C	bar	
ضغط المبخر (ضغط التبخير).	P_e	bar	
درجة الحرارة عند مدخل الماسورة الشعري	T_3	$^{\circ}C$	
درجة الحرارة عند مدخل الضاغط.	T_1	$^{\circ}C$	
درجة الحرارة عند مخرج الضاغط.	T_2	$^{\circ}C$	

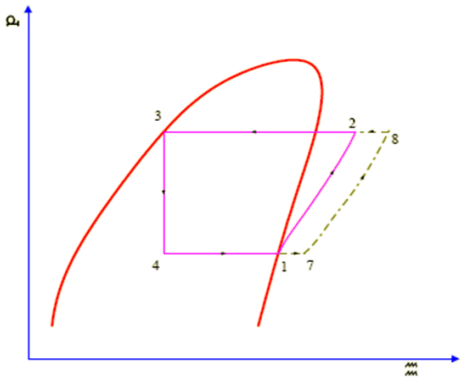
قيم القراءات في دائرة التبريد المعملية بوجود المبادل الحراري

٨. من القراءات الموجودة في الجدول السابق يتم رسم الدورة علي مخطط $(P-h)$ كما هو موضح بالشكل (٩-١٥).
٩. من مخطط $(P-h)$ نحدد القيم الموجودة بالجدول التالي:

العنصر	الرمز	الوحدة	القيم
طاقة الانثالبي عند مدخل الماسورة الشعرية.	h_3	kj/kg	
طاقة الانثالبي عند مدخل الضاغط.	h_1	kj/kg	
طاقة الانثالبي عند مخرج الضاغط.	h_2	kj/kg	
طاقة الانثالبي عند مدخل المبخر.	h_4	kj/kg	

جدول يوضح قيم طاقة الانثالبي





شكل (٩-١٥)

الحسابات:

يتم حساب كلا من: $RE = (h_1 - h_4)$ ، $W_C = (h_2 - h_1)$

حساب معامل الأداء : $COP = \frac{RE}{W_C}$

• النتائج والقياسات: قم بتسجيل القياسات والنتائج في الجدول التالي ثم علق عليها:

المطلوب	الرمز	الوحدة	القانون	القيمة
التأثير التبريدي	RE	kJ/kg	$RE = (h_1 - h_4)$	
شغل الانضغاط	W_C	kJ/kg	$W_C = (h_2 - h_1)$	
معامل الأداء	COP	-	$COP = \frac{RE}{W_C}$	

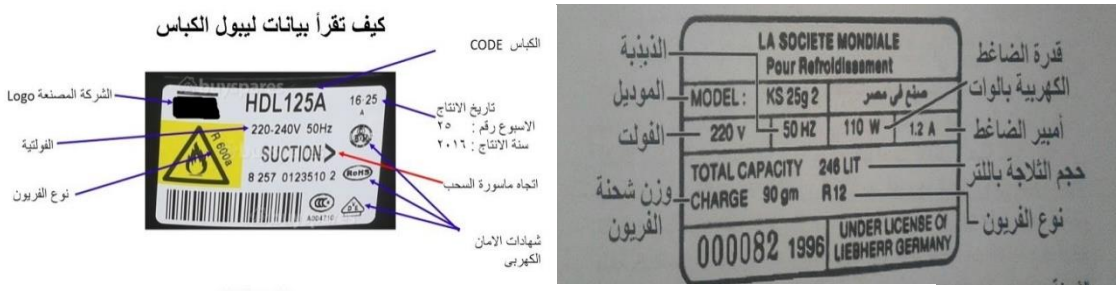
جدول تسجيل القراءات والنتائج

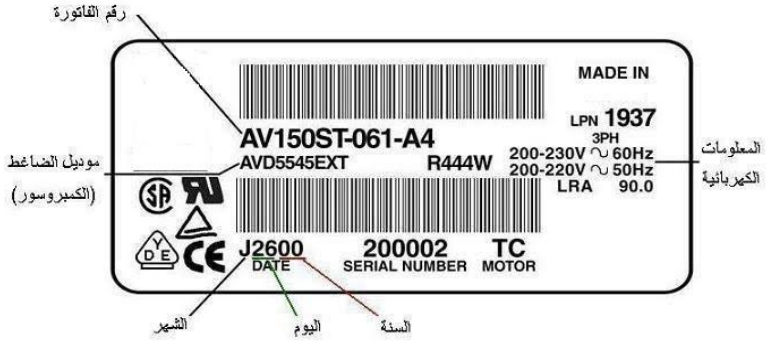
تمرين ٣-١					
مخرج ٣:- يصلح الدوائر الميكانيكية للثلاجات المنزلية المركبة (النوفروست).					
اسم التمرين	التدريب على فك وتركيب مكونات الدائرة الميكانيكية للثلاجة المركبة النوفروست				
تاريخ البدء		تاريخ الانتهاء		مدة التنفيذ	

يفك ويركب مكونات الدائرة الميكانيكية للثلاجة المركبة النوفروست

أولاً : استبدال الضاغط وقد تم تدريب الطلاب عليه في الوحدة السابعة(للثلاجة الديفروست)

وسوف يتم سرد بعض الإرشادات لكيفية قراءة بيانات بعض الكباسات





كيفية قرائه الكود والرموز لوحة بيانات الضاغط

معظم فنيين التبريد والتكييف لايمكنة فك شفرة ورموز لوحة بيانات الضاغط

ولكن لكل شركة من شركات انتاج الضواغط لها الكود الخاص بها وفيما يلي بعض أكواد للشركات العالمية

يكون الكود على الشكل (**Xxxx- Xxxx-xxx-xxx**) وسوف يبدأ الشرح من جهة اليسار

Xxxxالاول من جهة اليسار رقم او حرف يبين عائلة الضاغط

الثانى يكون حرف **E** يكون ضاغط ذو كفاءة عالية ودرجة حرارة عالية (تكييف هواء).

Fضاغط درجة حرارة منخفضة.

Hطلمبة حرلرية.

Rضاغط درجة حرارة مرتفعة.

Sضاغط درجة خرارة متوسطة.

Vضاغط سرعة متغيرة.

الثالث حرف يدل على الازاحة.

الرابع رقم يدل على اصدار الضاغط**.(variations)**

FPRIVATE "TYPE=PICT;ALT="

Xxxx يبين قدرة محرك الضاغط (وهذا هو المهم**)**

الكود مكون من اربع ارقام كالاتى**:**

كود القدرة بالحصان

0025 اى ربع حصان

0033 اى ثلث حصان وهكذا

0050 نصف حصان

0075 ثلاث اربع حصان

0100 ١ حصان

0125 واحد وربع حصان

اما معنى LRA يعنى امبير لحظة تقويم الضاغط.(LOCKED RATE AMPER)

ويستفاد منه لتركيب قاطع الحماية الكهربائية لدائرة الضاغط.

اما الضاغط(SRK4 0250 PFZ) سوف ابدء من اليسار.

هو نوع من أنواع الضواغط

S =عائلة الضاغط.

R = درجة حرارة عالية اى تكييف هواء.

K= ازاحة الضاغط.

0250 = قدرة الضاغط ٥ر٢ حصان.

P = محرك الضاغط وجه واحد ويدور بمساعدة. RUN CAPACITOR

F =الضاغط محمى بواسطة اوفرلود داخلى.

Z =المواصفات الكهربائية لمحرك الضاغط (المحرك وجه واحد ٢٢٠/٢٤٠ – ١ – ٥٠ ذبذبة

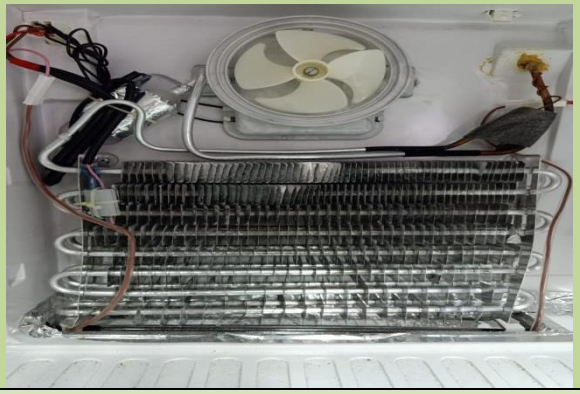
ثانياً : استبدال المكثف وقد تم تدريب الطلاب عليه فى الوحدة السابعة(للثلاجة الديفروست) وهو أحد أنواع المكثفات وسوف نتناول نوع أخر (مكثف حمل جبرى)	
التجهيزات المطلوبة	
نموذج لثلاجة مركبة نوفروست	
الخامات المطلوبة	
مواسير نحاس – فلتر لحام – أسياخ لحام فضة – بودرة لحام – صنفرة – سوائل للتنظيف – غاز بوتجاز أو استلين + أكسجين.	
العدد و الأجهزة المستخدمة	
طقم مفاتيح بلدى – مفك عادة وصليبه – زراديه – طقم فلير –طقم لحام كامل – بنسه خفس مواسير – سكينة قطع (صغيرة – كبيرة).	
خطوات التنفيذ	
جهز العدد والأدوات اللازمة لتنفيذ التمرين.	١
افصل التيار الكهربي عن الثلاجة.	٢
اقطع ماسورة نهاية الخدمة وانتظر حتى يتم تهريب الشحنة وتأكد من تهريب الشحنة بالكامل أو سحب مركب التبريد عن طريق وحدة سحب وتدوير مركب التبريد.	٣
اقطع الماسورة الشعرية من أقرب مكان للمجفف " لا يتم الفك بواسطة بورى اللحام "	٤
اسحب ماسورة مدخل المكثف بعد تسخين مكان لحامها بماسورة الطرد بالضاغط لدرجة الاحمرار مع الحفاظ على شكلها بواسطة الزرادية .	٥
انزع مروحة المكثف إذا كانت تعوق الوصول للمكثف	٦
انزع المسامير الحاملة لمكثف الحمل الجبري ثم نظف مكان اللحام بواسطة صنفرة ناعمة .	٧
ركب المكثف الجديد مكان المكثف القديم والحم خط الطرد بواسطة بورى اللحام وسيخ اللحام والبودرة ويتم فحص اللحام بعد صنفرته.	٨
ركب المجفف الجديد.	٩
الحم الماسورة الشعرية.	١٠
الحم وصلة الشحن الجديدة.	١١
أصبحت الدائرة جاهزة لعمليتي التفريغ والشحن.	١٢
نظف العدد والادوات وخزنها في أماكنها الصحيحة ونظف مكان عملك جيدا .	١٣
قائمة المخاطر ووسائل السلامة المرتبطة بالتمرين	١. **اتباع تعليمات السلامة والصحة المهنية عند استخدام العدد والأدوات والأجهزة.** ٢. عدم التشغيل والتوصيل الا في وجود مدرس الفصل
اسم الطالب : التوقيع :	اسم المدرس : التوقيع :

مخرج ٣:- يصلح الدوائر الميكانيكية للثلاجات المنزلية المركبة (النوفروست).

تمرين ٣-٢

اسم التمرين	**التدريب على فك وتركيب مكونات الدائرة الميكانيكية للثلاجة المركبة النوفروست**				
تاريخ البدء		**تاريخ الانتهاء**		**مدة التنفيذ**	

ثالثاً طريقة استبدال المبخر



التجهيزات المطلوبة

نموذج لثلاجة مركبة نوفروست

الخامات المطلوبة

مواسير نحاس – وصلة شحن – سيخ لحام فضة – صنفرة – بودرلحام (فلاكس)

العدد و الأجهزة المستخدمة

مفك عادة وصليبة – زرادية – طقم توسيع

طقم لحام كامل – بنسة خفس مواسير – سكينة قطع (صغيرة – كبيرة).

خطوات التنفيذ

١	جهز العدد والأدوات الخاصة بالتمرين
٢	افصل التيار الكهربي عن الثلاجة
٣	اقطع ماسورة نهاية الخدمة وانتظر حتى يتم تهريب الشحنة وتأكد من تهريب الشحنة بالكامل أو سحب مركب التبريد عن طريق وحدة سحب وتدوير مركب التبريد.
٤	اقطع الماسورة الشعرية من أقرب مكان للمجفف " لا يتم الفك بواسطة بورى اللحام "
٥	اسحب ماسورة السحب بعد تسخين مكان لحام الماسورة الشعرية للحفاظ على شكلها بواسطة الزرادية.
٦	انزع بكرة الترموستات من المكان الخاص بها .
٧	أسحب غطاء حيز المبخر

٨	انزع الثرموستات من مكانه ثم انزع العازل من أمام البخر
٩	انزع السخانات من حول ملف المبخر
١٠	انزع ريشة المروحة
١١	اسحب ملف المبخر من داخل الحيز الثلاجة لتركيب الفريز الجديد مكانه مع اتباع خطوات التركيب بعكس خطوات الفك.
١٢	ركب المجفف الجديد ووصلة الشحن الجديدة.
١٣	نظف اماكن اللحام جيدا بواسطة الصنفرة ولحام ماسورة السحب بواسطة البوري وسيخ اللحام وبودرة اللحام
١٤	أصبحت الدائرة جاهزة لعمليتي التفريغ والشحن.
١٥	نظف العدد والادوات وخزنها في اماكنها الصحيحة.
١٦	نظف مكان العمل.
	ملحوظة : بعض الجداول التى من خلالها يتم تركيب أو تغير الماسورة الشعرية " كابلرى "

جدول لقياس كابلري نوع الفريون R22

الطول م	القطر	التطبيقات	موديل الضاغط		الاستطاعة
3.0.	0.50.	HBP	UAE162	UAE9415E	1/4
2.5	0.36	MBP	UAE162	UAE9415E	1/4
2.0.	0.50.	HBP	UAE172	UAE9422E	1/3
3.0.	0.42	MBP	UAE172	UAE9422E	1/3
1.5	0.50.	HBP	UAE182	UAE9430E	1/2
2.0.	0.42	MBP	UAE182	UAE9430E	1/2
1.5	0.64	HBP	UTY201	UTYA9455E	1
2.0.	0.50.	MBP	UTY201	UTYA9455E	1
1.5	0.64	HBP	UTY202	UTYA9467EES	1 1/4
1.0.	0.64	MBP	UTY202	UTYA9467EES	1 1/4
1.5	0.64	HBP	UTY203	UTY9474E	1 1/4+
1.0.	0.64	MBP	UTY203	UTY9474E	1 1/4+
HBP = 7.2 "		MBP = - 6.7"		LBP = - 23"	

جدول للقياس الكابلري لضواغط نيوكومسه نوع الفريون 404a

الطول م	القطر	التطبيقات	موديل الضاغط		الاستطاعة
1.7	0.36	LBP	UAE820	UAE2411ER	1/2
1.5	0.36	LBP	UAE823	UAE2413ZFR	1/2+
2.5	0.42	LBP	UAE825	UAEA24115ZES	3/4
2.6	0.50.	LBP	UAE411	UTAY2431ZES	1
2.0.	0.50.	LBP	UAE412	UTAY2438EZ	1 1/4
1.5	0.59.	LBP	UAE413	UTYA2467ZES	1 1/2

جدول لقياس كابلري نوع الفريون 134a

الطول	القطر	التطبيقات	موديل الضاغط		الاستطاعة
2.5	0.32	MBP	UAZ430	UAZ0387YS	1/6
2.7	0.36	MBP	UAZ440	UAZ0411YS	1/5
1.8	0.42	HBP	UAZ445	UAZ0413YS	1/4
2.0.	0.42	MBP	UAZ445	UAZ0413YS	1/4
2.5	0.36	LBP.	UTP103	UTP1413YS	1/3+
2.5	0.36	LBP	TP105	UTP1415YS	1/2
2.0.	0.50	HBP	UAE540	UAE4430YS	1/3
3.0.	0.42	MBP	UAE540	UAE4430YS	1/3
1.5	0.50	HBP	UAE630	UAE4440YS	1/3+
1.5	0.42	MBP	UAE630	UAE4440YS	1/3+
3.0.	0.64	HPB	UAE660	UAE4448YS	1/2
3.0.	0.50	MBP	UAE660	UAE4448YS	1/2
1.8	0.64	HBP	UTY301	UTA4446YES	1/2+
2.0.	0.50	MBP	UTY301	UTA4446YES	1/2+
1.5	0.64	HBP	TY302	-	3/4
1.5	0.50	MBP	TY303	-	3/4
1.0.	0.64	HBP	UTY303	UTA4489YES	1
3.0.	0.64	MBP	UTY303	UTA4489YES	1
LBP = -23.3"..... MBP =-6.7"..... HBP =7.2 "					

جدول كابلري في بعض الصواعط لدرجات الحرارة المرتفعة +5° R134a

الاستطاعة	موديل الضاغط	1 الطول	القطر
1/10	EM 20HHR	1.3	0.31.
	EM 30HHR	2.4	0.35.
		4.0.	0.39.
1/8	EM45HHR	1.65.	0.35.
		2.7.	0.39.
		3.9.	0.42.
1/6	EM 55HHR	1.9.	0.39.
		2.75.	0.42.
		3.55.	0.44.
1/6+ 1/5+	EM 65HHR	1.8	0.44.
	FF 7.5HBK	2.5	0.47.
		3.4	0.50.
1/4	FF 8.5HBK	1.3.	0.44.
		1.8.	0.47.
		2.45.	0.50.
1/4+	FF 10HBK	1.9.	0.50.
		3.15.	0.55.
		4.5.	0.59.
1/3+	FFI 12HBX	1.72.	0.50.
		2.8.	0.55.
		3.5.	0.59.

قائمة المخاطر ووسائل السلامة المرتبطة بالتمرين	١-اتباع تعليمات الامن والسلامة المتعبة عند استخدام العدد والاداوات والاجهزة ٢-عدم التشغيل والتوصيل الا في وجود مدرس الفصل.

اسم الطالب :	التوقيع :	اسم المدرس :	التوقيع :

مخرج تعلم ٤ : .ينفذ عمليتي التفريغ والشحن للثلاجات المنزلية المركبة (النوفروست).

أنواع مركبات التبريد: تم دراستها في الوحدة السابعة

تذكر أن:

يتم تقسيم مركبات التبريد (الفريونات)إلى:

١-الكلوروفلوروكاربونات (Chlorofluorocarbons CFCs) وهي تتكون من الكربون والفلور والكلور (بدون هيدروجين) مثال لذلك:R-114 ، R-12 ، R-11 المستخدمة في وحدات التبريد (مركبات تقليدية).

٢-الهيدروكلوروفلوروكاربونات (Hydrochlorofluorocarbons or HCFCs) وهي تتكون من الكربون والفلور والكلور والهيدروجين مثال لذلك R-22 المستخدم في التكييفات (مركبات تقليدية).

٣-الهيدروفلوروكاربونات (Hydrofluorocarbons or HFCs) وهي التي تكون خالية من ذرات الكلور R-134 .

٤-وسائط التبريد المركبة وتتكون من مزيج من مركبين أو أكثر من مركبات التبريد مثل (R-403،R-503)

خصائص مركبات التبريد التقليدية: تم دراستها في الوحدة السابعة

تذكر أن:

مركب التبريد التقليدي	خواصه
فريون ١١	• درجة غليانه ٢٣.٧م٥ عند الضغط الجوي • غير سام . • غير قابل للاشتعال • لايحدث تأكلاً لكنه يذيب المطاط . • يستعمل مع ضواغط الطرد المركزي . • يستعمل كمنظف من النداوة لأجزاء دائرة التبريد . • يستعمل كمنظف للضواغط عند استبدالها . • يمكن الكشف عليها بواسطة لمبة الهاليد . • يحفظ في اسطوانات برتقالية اللون .
فريون R-12	• درجة غليانه -٢٩.٤م٥ • غير سام ،وغير قابل للاشتعال أو الانفجار . • مستقر كيميائياً . • يمكن الكشف عليه بواسطة (لمبة الهاليد) Halide torch . • يحفظ في اسطوانات بيضاء اللون
فريون R-22	▪ درجة غليانه - ٤٠.٨م٥ ▪ يستعمل في مجموعات تبريد درجات الحرارة 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 الرطوبة ▪ يمكن الكشف عليه بواسطة (لمبة الهاليد) Halide torch . ▪ يحفظ في اسطوانات خضراء اللون

تأثير مركبات التبريد التقليدية على البيئة: تم دراستها في الوحدة السابعة

تذكر أن:

تعد مركبات التبريد التقليدية السبب الرئيسي في تناقص طبقة الأوزون لأنها تتكون من الكلوروفلوروكربون وعندما تصل هذه المركبات إلى طبقة الأوزون فإن الأشعة فوق البنفسجية تعمل على تحرير ذرات الكلور من هذه المركبات حيث يعمل عنصر الكلور على تحطيم طبقة الأوزون مما يؤدي إلى زيادة تسرب الأشعة فوق البنفسجية إلى الأرض ، مما يتسبب في تأثيرات ضارة للكائنات الحية علي الأرض.

العلاقة بين مركب التبريد وزيوت تزييت الضاغط: تم دراسته في الوحدة السابعة

تذكر أن:

عند دخول غاز التبريد إلي المكثف محملا ببعض الزيت يتكثف غاز مركب التبريد متحولاً إلي سائل في قاع المكثف ، ويستقر الزيت علي سطح سائل التبريد ، ويمر السائلان عندئذ إلي صمام التمدد ، ثم إلي المبخر ، وعندئذ يتبخر مركب التبريد ، بينما يظل معظم الزيت في صورة سائلة ، يحمل غاز السحب بعض بقايا الزيت عند الضغط المنخفض الي الضاغط مرة أخري.

ملاحظات:

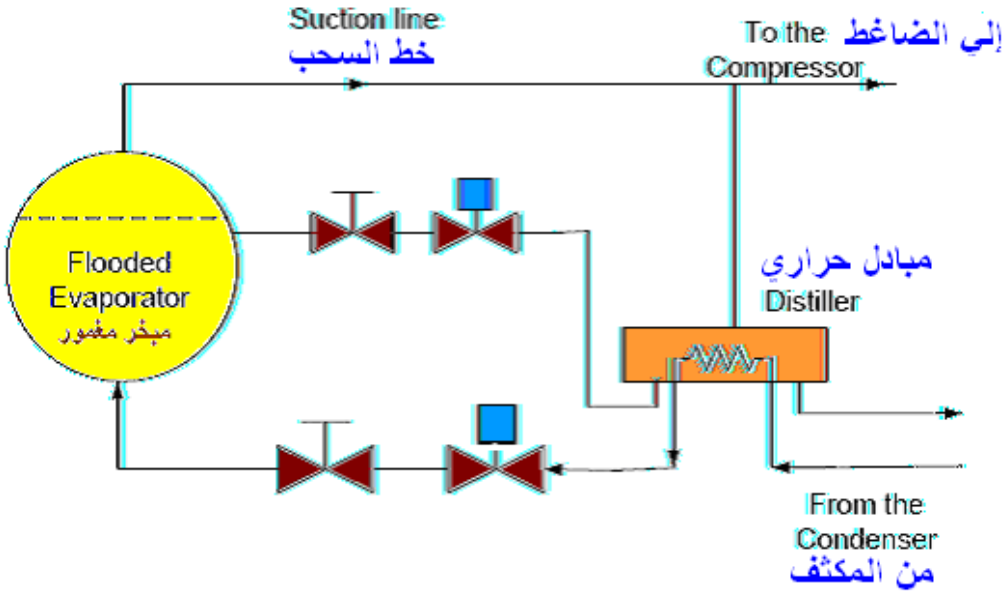
- عند زيادة تركيز الزيت السائل في المبخر ينخفض معدل انتقال الحرارة ، مما يسبب ضعف أداء المبخر. لذلك لا بد من الحد من الزيادة المستمرة في تركيز الزيت بالمبخر. ويمكن الحد من زيادة كمية الزيت المتجمعة بالمبخر بطرق تعتمد علي سهولة خلط السوائل وكثافتها.
- وتوضح تلك الخصائص للمبردات الشائعة الاستخدام وجود مشاكل مختلفة ، كما في الجدول التالي حيث يوضح قابلية اختلاط الزيت مع سوائل التبريد. فيمكن تقسيم مشاكل فصل وسريان الزيت في الدورة إلي نوعين متميزين : يتعلق الأول بمدي قابلية اختلاط الزيت ومركب التبريد أما الثاني فيتعلق بالكثافة.
- عند استخدام الأمونيا ، فان الزيت لا يختلط به ليصنع محلولا مع مركب التبريد ، بل يهبط إلي القاع ، لذلك يمكن تمييز المبخرات والمستقبلات والمكثفات المستخدمة مع الأمونيا بوجود إناء لتجميع الزيت ووصلات تصريفه في أسفل نقطة.

والتصريف الأوتوماتيكي للزيت أعادته من تلك النقطة إلي الضاغط يجب أن يعتمد علي اختلاف الكثافة ، ومن النادر استخدامه. وتعتبر عملية إزالة الزيت من أوعية التجميع في نقطة التصريف المنخفضة عملية دورية يدوية تجري إثناء عمليات الصيانة الدورية. أما الهالوكربونات ، فتختلط مع الزيت ، بحيث يصعب فصل وتصريف الزيت بتلك الطريقة.

مركب التبريد	قابلية الاختلاط		الكثافة
	عند 0^0C	عند 35^0C	
$R12$	قابل للاختلاط الكامل	قابل للاختلاط الكامل	1295
$R22$	ينفصل إلي خليط غني بالزيت في القمة ، وخليط غني بالزيت في القاع	قابل للاختلاط الكامل	1177
$R502$	اختلاط منخفض	اختلاط منخفض	1195
$R717$	غير قابل للاختلاط	غير قابل للاختلاط	596
Oil			910

الجدول يوضح بعض الخصائص للمبردات الشائعة الاستخدام

عند استخدام مبخرات تحتوي علي كمية كبيرة من مركب التبريد $R22$ ، فان تركيز الزيت يكون أعلي في الطبقات العليا. لذلك يمكن خفض تركيز الزيت إلي حد مقبول بالنزف المستمر والتقطير لجزء من الخليط (حوالي ١٠٪ من معدل السريان) وشكل (٩ – ١٦) التالي يوضح ذلك:



الشكل (٩–١٦) يوضح نزف وتقطير خليط الزيت ومركب التبريد $R22$ في مبخر مغمور

طريقة التفريغ بواسطة عدادات التفريغ سبق ذكرها فى الوحدة السابعة

تذكر أن:

١- يتم لحام بلف إبرة بماسورة الشحن فى الضاغط وتوصيل بلف الإبرة بغرفة مانومتر الضغط المنخفض فى التست مانيفولد.

٢- يتم توصيل طلمبة التفريغ بالغرفة المشتركة فى التست مانيفولد.

٣- يتم فصل غرفة مانومتر الضغط العالي عن باقى غرف التست والتوصيل بين الغرفة المشتركة وغرفة مانومتر الضغط المنخفض.

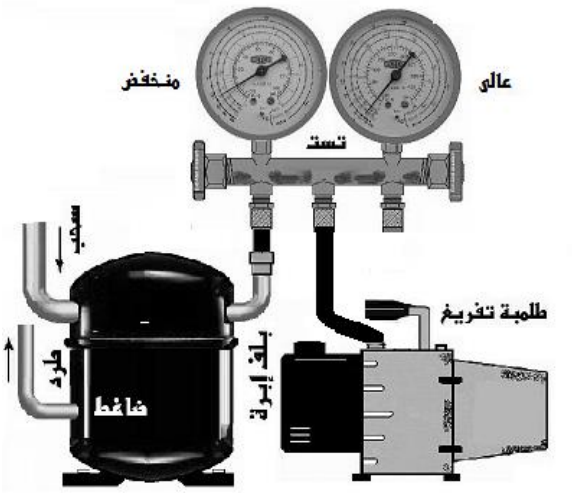
٤- تشغيل طلمبة التفريغ لسحب الهواء والشوائب الموجودة بالدائرة حتى يصل مؤشر مانومتر الضغط المنخفض إلى ٣٠ بوصة زئبقية تقريبا"

٥- يتم غلق محبس مانومتر الضغط المنخفض و إيقاف الطلمبة وتترك الوحدة حوالى ١٥ دقيقة لمراقبة مؤشر الضغط.

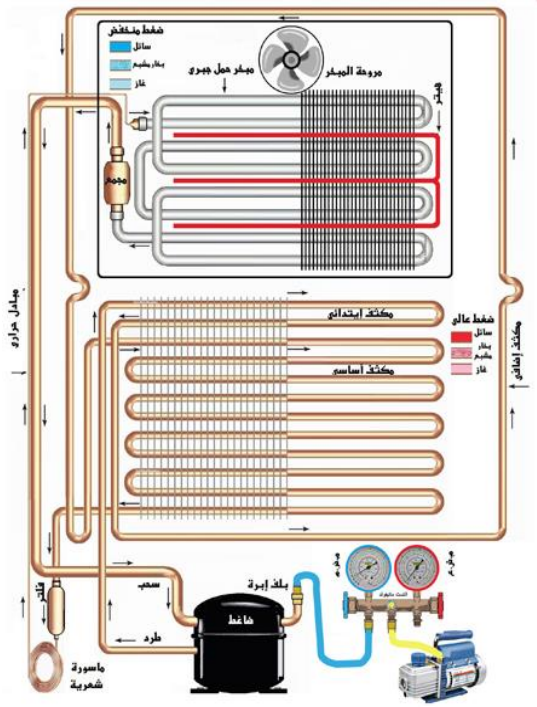
٦-فى حالة ثبوت المؤشر يدل على سلامة التفريغ.

٧-يتم رفع الوصلات وتكون الوحدة جاهزة للشحن.

٨-فى حالة تحرك مؤشر مانومتر الضغط المنخفض بالتست مانيفولد معناه أنه يوجد تسريب فيتم معالجته ثم يعاد التفريغ بنفس الخطوات مرة أخرى.وشكل (٩- ١٧) يوضح التفريغ بالطلمبة للضاغط..



مخرج (٤): يجري عمليتي التفريغ والشحن للثلاجات المنزلية النوفروست					
تمرين عملي ٤-١					
اسم التمرين	تفريغ وشحن الدائرة الميكانيكية للثلاجات المنزلية النوفروست				
تاريخ البدء		تاريخ الانتهاء		مدة التنفيذ	
الهدف	يفرغ ويعيد شحن الدائرة الميكانيكية للثلاجات المنزلية المركبة النوفروست				



التجهيزات المطلوبة

نموذج لدائرة ميكانيكية لثلاجه منزلية مركبة نوفروست

الخامات المطلوبة

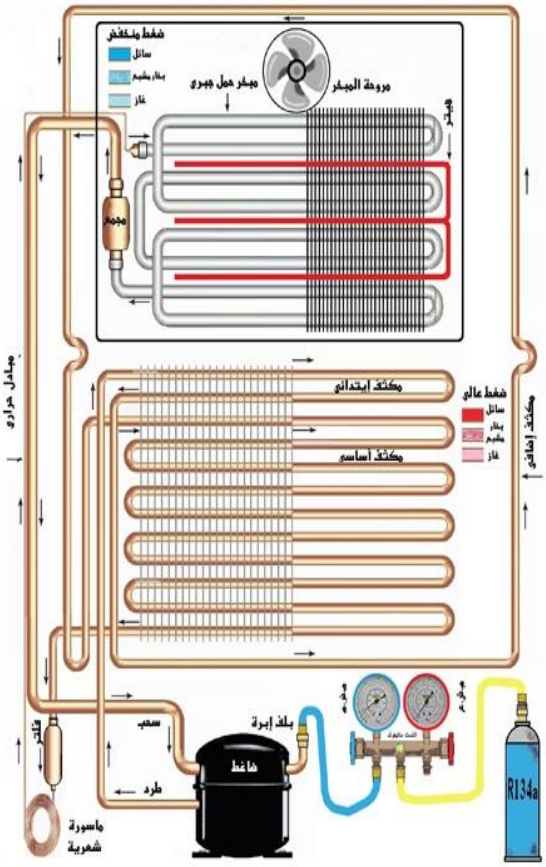
مواسير نحاس–سيخ لحام فضة –وصله شحن– صنفرة– بودرة لحام (فلاكس)– مركب تبريد مناسب طبقاً لبيانات الثلاجة

العدد و الأجهزة المستخدمة

طلمبة فاكيوم – جهاز تست مانيفولد – سكينة قطع مواسير (صغيرة – كبيرة)
بنسه خفس مواسير – مفك عادة وصليبة – ذرادية – طقم لحام كامل

خطوات التنفيذ

١	اتبع جميع قواعد الأمن والسلامة قبل البدء بالعمل.

٢	افصل التيار الكهربى عن الثلاجة.
٣	اقطع ماسورة الشحن والتفريغ (الخدمة) الملحومة بجسم الضاغط فى اقرب مكان .
٤	ركب بلف شحن فى ماسورة الخدمة
٥	وصل بلف الخدمة للضاغط بفتحة م . ض . م لجهاز للتست مانيفولد بواسطة خرطوم
٦	وصل طلمبة التفريغ بفتحة المشترك للتست مانيفولد بعد فحص مستوي الزيت بها بحيث تكون الطلمبة في وضع اتزان.
٧	قم بفتح محبس الضغط المنخفض ثم قم بتشغيل الطلمبة .
٨	اترك الطلمبة تعمل حتى يصل عداد الضغط المنخفض (الفاكيوم) الى ٣٠ بوصة زئبقية تقريباً.
٩	اقفل محبس الضغط المنخفض ثم إغلق الطلمبة
١٠	اترك الوحدة لمدة ١٥ دقيقة تقريباً لمراقبة عداد الضغط المنخفض (فاكيوم) فإن تحرك المؤشر يدل على وجود تسريب فيتم معالجته وتعاد عملية التفريغ مرة أخرى . وإذا لم يتحرك مؤشر م . ض . م يدل على سلامة التفريغ
١١	افصل الطلمبة الفاكيوم بعد اجراء عملية التفريغ وتكون الثلاجة جاهزة لعملية الشحن
	
١٢	ركب اسطوانة مركب التبريد المناسب وفقاً لنوع الوحدة وتعليمات التشغيل في الوصلة المشتركة

	للتست مانيفولد .
١٣	افتح اسطوانة مركب التبريد مع تهوية الخراطيم لطرد الهواء ثم إحكام ربطها
١٤	افتح محبس مانومتر الضغط المنخفض مع فتح اسطوانة الفريون لادخال للسماح بدخول كمية من مركب التبريد داخل الثلاجة لرفع الضغط حوالى من ٤٠ : ٥٠ رطل/البوصة المربعة
١٥	قم بتشغيل الثلاجة مع غلق محبس مانومتر الضغط المنخفض.
١٦	افتح عداد الضغط المنخفض تدريجياً وعلى فترات متقطعة في الحدود الآمنة وفقاً لدليل التشغيل.
١٧	اضبط ضغوط الدائرة وفقا لتعليمات التشغيل والصيانة.
١٨	تأكد من وجود التدرج الحراري في المكثف والمبخر واتمام عملية التبريد داخل حيز الكابينة وحيز المبخر بالكامل.
١٩	تأكد من الأمبير المسحوب كما هو مدون بدليل التشغيل.
٢٠	تحقق من عملية فصل وتشغيل الثلاجة عن طريق الثرموستات.
٢١	اقفل محبس اسطوانة مركب التبريد.
٢٢	إغلق محبس م . ض . م للتست مانيفولد
٢٣	افصل خرطوم وصلة الشحن عن الثلاجة.
٢٤	اختبر التنفيس بعد الإنتهاء من عملية الشحن كما سبق بالوحدة السابعة مخرج (٢) تمرين ٢-٢
٢٥	نظف الثلاجة لمسح آثار الزيت من وصلات الشحن وما حولها.
٢٦	نظف العدد والأدوات وأعدها الي أماكن تخزينها وفقاً لقواعد الأمن والسلامة.
٢٧	نظف مكان العمل.

قائمة المخاطر ووسائل السلامة المرتبطة	١- اتباع تعليمات الامن والسلامة عند استخدام العدد والأدوات ٢-عدم التشغيل أو التوصيل الا فى وجود مدرس الفصل

اسم الطالب :	التوقيع :	اسم المدرس :	التوقيع :

المراجع:

١. أساسيات انتقال الحرارة ، ترجمة د/ برهان محمود ، أحمد نجم الصبحة ، بهجت محمد مصطفي.
٢. الثيرموديناميكا الهندسية ، د/ رمضان أحمد محمود.
٣. التبريد – مبادئ وتطبيقات ، د/ رمضان أحمد محمود.
٤. أنظمة التبريد – مبادئ – مسائل محلولة ، د/ رمضان أحمد محمود.
٥. المعدات الأساسية لهندسة التبريد ، مصطفي محمد السيد ، دار الفكر العربي ، القاهرة.
٦. التبريد والتكييف – أسس وتطبيقات عملية ، محمد هوبي رزوقي ، الدار العربية للعلوم ، بيروت.
٧. مجموعة كتب وزارة التربية والتعليم، التعليم الفنى نظام الثلاث سنوات.

ومن واقع الموديلات المتواجدة بالأسواق

المراجع الأجنبية:

1. V . Paul L ang . (Principles Of Air Conditioning).4th Edition . Delmar
2. Roy J . D ossat. (Principles Of Refrigeration) . 4th Edition Prentice Hall Uppersaddle River. New J ersey . Columbus. Ohio.
3. Edward G . Pita . (Air Conditioning P rinciples And Systems) 3rd Edition . Prentice Hall . New Jersey Columbus .Ohio